

Материалы
Международной научно-практической конференции
ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Materials of
International Scientific and Practical Conference
INNOVATIONS BASED ON
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Посвящается 50-летию МИЭМ и 20-летию НИУ ВШЭ



1 – 10 октября 2012 года
Россия, г. Сочи

ББК 32.97
УДК 681.3 + 681.5
И 64

И 64 Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции. / Под ред., С.У. Увайсова; Отв. за вып. И.А. Иванов–М.:МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012, 628 с.

ISBN 978-5-94506-318-1
ISSN 2226-6690

Представлены материалы девятой международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию МИЭМ и 20-летию НИУ ВШЭ. Сборник отражает современное состояние инноватики в образовании, науке, промышленности, социально-экономической сфере с позиций внедрения новейших информационных и коммуникационных технологий.

Представляет интерес для широкого круга специалистов в области современных информационных и коммуникационных технологий, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов ВУЗов, связанных с инновационной деятельностью.

Редакционная коллегия:

А.Е.Абрамешин, В.Н.Азаров, А.В.Белов, Г.А.Воробьев, В.В. Гольдин, А.П.Горбунов, Е.Г. Гридина, В.В. Губарев, А.Л.Деньщиков, А.П. Журков, И.А. Иванов, А.Ф. Каперко, В.А. Каштанов, Л.Н. Кечиев, Ю.Н. Кофанов, А.Е. Краснов, В.П. Кулагин, Б.С.Лобанов, Б.Г.Львов, А.С. Минзов, В.И. Нефедов, Н.Н. Новиков, И.П. Норенков, П.П. Пархоменко, Л.И. Пономарев, Е.Д. Пожидаев, И.В. Роберт, Ю.А. Романенко, Г.М. Романова, С.Ю. Рощин В.С.Саенко, А.С.Сигов, В.П.Симонов, А.П.Смоляков, А.Н. Тихонов, М.О. Толбоев, С.Р.Тумковский, С.У. Увайсов (гл. ред.), С.П. Халютин, К.В.Черевков, Е.Н. Черемисина, Н.К. Юрков.

ББК 32.97

ISBN 978-5-94506-318-1
ISSN 2226-6690

© Оргкомитет конференции
© МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012

СБОРНИК СОДЕРЖИТ

- сведения об организаторах
- материалы докладов

МЕРОПРИЯТИЯ КОНФЕРЕНЦИИ

**Симпозиум 1
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ОБРАЗОВАНИИ**

**Симпозиум 2
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
НАУКЕ**

**Симпозиум 3
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Симпозиум 4
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ЭКОНОМИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ**

Международный фестиваль «ЭЛЕКТРОННОЕ БУДУЩЕЕ 2012»

Круглые столы, семинары, мастер-классы

АДРЕС ОРГКОМИТЕТА

109028, г. Москва, Б. Трехсвятительский пер., д.3, МИЭМ НИУ ВШЭ, каф. РЭТ

Тел.:

8(985)-7766453

8(926)-3830740

8(495)-9168880

E-mail: conf@diag.ru

www.diag.ru

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ

Тихонов А.Н., д.т.н., проф., академик РАО, лауреат премий Правительства Российской Федерации, директор ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика», директор-научный руководитель МИЭМ НИУ ВШЭ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРОГРАММНЫХ КОМИТЕТОВ КОНФЕРЕНЦИИ

Роцин С.Ю., к.э.н, доцент, проректор НИУ ВШЭ

ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРОГРАММНЫХ КОМИТЕТОВ КОНФЕРЕНЦИИ

Абрамешин А.Е., к.с.н., зам.директора МИЭМ НИУ ВШЭ

Кулагин В.П., д.т.н., проф., академик Академии информатизации образования, Лауреат премий Президента и Правительства Российской Федерации в области образования, зам.директора МИЭМ НИУ ВШЭ

Тумковский С.Р., д.т.н., проф., лауреат премий Правительства Российской Федерации, зам.директора МИЭМ НИУ ВШЭ

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА «ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ»

Сопредседатели:

Горбунов А.П., к.и.н., проф., ак. АПСН, МАНПО, МГА, ректор ПГЛУ

Гридина Е.Г., д.т.н., проф., зам. директора ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика».

Роберт И.В., д.п.н., проф., академик РАО, директор Института информатизации образования.

Авденюк О.А., доц.	Волгоград, зам.декана ВолгГТУ
Белов А.В., проф.	Москва, декан МИЭМ НИУ ВШЭ
Быков Д.В., проф.	Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ
Васильев В.Н., проф.	Петрозаводск, президент ПетрГУ
Заврумов З.А., доц.	Пятигорск, проректор ПГЛУ
Иванников А.Д., проф.	Москва, первый зам. директора ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика»
Капалин В.И., проф.	Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ
Каперко А.Ф., проф.	Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ
Козлов О.А., проф.	Москва, зам. директора ИО РАО
Латышев В.Л., проф.	Москва, рук. Центра образовательной кинесиологии
Львов Б.Г., проф.	Москва, декан МИЭМ НИУ ВШЭ
Макарова И.Л., доц.	Сочи, зав.каф. СГУ
Мартиросян Л.П., проф.	Москва, зам. директора ИО РАО
Надеждин Е.Н., проф.	Москва, зав. лаб. ИО РАО
Пименов Ю.Т. проф.	Астрахань, ректор АГТУ
Ретинская И.В., проф.	Москва, проф. РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина
Романенко Ю.А., проф.	Протвино, МО, зам. главы администрации г. Протвино
Романова Г.М., проф.	Сочи, ректор СГУ
Сигов А.С., проф.	Москва, ректор МИРЭА
Смоляков А.П.	Москва, зам.директора ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика»
Четвериков В.М., проф.	Москва, зав. каф. МИЭМ НИУ ВШЭ.
Швецов В.И., проф.	Н. Новгород, проректор НГУ

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА «ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ»

Сопредседатели:

Азаров В.Н., д.т.н., проф., зам. директора МИЭМ НИУ ВШЭ, дир. Европейского центра по качеству

Каштанов В.А., д.ф.-м.н., проф., МИЭМ НИУ ВШЭ.

Норенков И.П., д.т.н., проф., зав. каф. МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Абрамов О.В., проф.	Владивосток, зав. отд. РАН Дальневосточное отд. ИАПУ
Битюков В.К., проф.	Москва, зав. каф. МИРЭА
Болнокин В.Е., проф.	Москва, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Воробьев Г.А., доц.	Пятигорск, зав. каф. ПГЛУ
Глазунов В.А., проф.	Москва, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова

Домрачев В.Г., проф.	Мытищи МО, МГУЛ
Кириллов С.Н., проф.	Рязань, проректор по научной работе РГРТУ
Леохин Ю.Л., проф.	Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ
Нефедов В.И., проф.	Москва, зав. каф. МИРЭА
Новиков Н.Н., проф.	Москва, ген. директор НАЦОТ
Пархоменко П.П., чл.-корр. РАН	Москва, ИПУ РАН
Острейковский В.А., проф.	Сургут, зав. каф. Сургутского гос университета
Саенко В.С., проф.	Москва, нач. лаборатории МИЭМ НИУ ВШЭ
Симонов В.П., проф.	Москва, ученый секретарь МИЭМ НИУ ВШЭ
Черемисина Е.Н., проф.	Дубна, проректор Международного университета «Дубна»

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА
«ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

Сопредседатели:

Гольдин В.В., д.т.н., проф., гл. инженер МКБ «Электрон»

Журков А.П., советник ген. дир. «МКБ «КОМПАС»

Лобанов Б.С., д.т.н., ген. директор, ген. конструктор ФГУП «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга»

Пономарев Л.И., ген. дир. ОАО «УПКБ «Деталь», г. Каменск-Уральский

Авакян А.А., с.н.с	Жуковский МО, НИИАО
Балюк Н.В., проф.	Москва, гл.н.с. ФГУ «12 ЦНИИ МО»
Безродный Б.Ф., проф.	Москва, гл. инж. ПКТЬБ ОАО РЖД
Гродзенский С.Я., проф.	Москва, МИРЭА
Дмитриенко А.Г.	Пенза, ген. дир. ФГУП «НИИФИ»
Жаднов В.В., доц.	Москва, научный рук. СИНЦ МИЭМ
Животкевич И.Н.	Москва, ген. дир. ИнИС ВВТ
Иофин А.А., доц.	Кам.-Уральский, зам. ген. констр. ОАО «УПКБ «Деталь»
Камаев В.А., проф.	Волгоград, ВолгГТУ
Клюев В.В., чл.-к. РАН	Москва, президент РОНКТД
Малютин Н.В., проф.	Москва, зам. директора НИИ ЦЭВТ
Недорезов В.Г., проф.	Пенза, ген. директор ФГУП «НИИЭМП»
Плюснин И.И., доц.	Сургут, дир. лазерного центра СурГУ
Савченко В.П., проф.	Дир. НТЦ ОАО Радиотехн. Ин-т им. акад. А.Л. Минца
Сарафанов А.В., проф.	Москва, директор по развитию I-ТЕСО
Черевков К.В., проф.	Москва, гл.н.с. ОАО «Российские космические системы»
Шалумов А.С., проф.	Ковров, зав. каф. Влад. Фил. РАГС при Президенте РФ

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ СИМПОЗИУМА
«ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ И
СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ»**

Сопредседатели:

Барышник Н.В., д.п.н., проф., советник ректора ПГЛУ

Тихомиров В.П., д.т.н., проф., президент МЭСИ

Тихомиров Н.П., д.э.н., проф., декан факультета РЭУ им.Г.В.Плеханова.

Агафонов В.И., доц.	Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ
Галюжин А.Ю.	Москва, Департамент ИТ Правительства Москвы
Горелова А.И.	Москва, ст.менеджер образовательных программ Лаб. Касперского
Гранкин Ю.Ю., проф.	Пятигорск, проректор ПГЛУ
Каракотов М.Д.	Черкесск, ректор МКОУ «Карачаево-Черкесский ин-т междунар. тур. и гостин. менеджм.»
Кондракова Э.Д., доц.	Пятигорск, проректор ПГЛУ
Колядин А.П., проф.	Пятигорск, проректор ПГЛУ
Кунбугаев Л.М., проф.	Москва, директор Института безопасности бизнеса МЭИ
Лаза В.Д., доц.	Пятигорск, дир. Института гос.-конфессиональных отношений ПГЛУ
Мазур З.Ф., проф.	Тольятти, директор ТИТТиП

Майстер В.А., проф.	Сургут, Ректор Сургутского ин-та мир. Экономики и бизнеса «Планета»
Микрюков А.А., доц.	Москва, зав.каф. МЭСИ
Оболяева Н.М., проф.	Москва, нач. департ. МИЭМ НИУ ВШЭ
Панин В.Н., проф.	Пятигорск, Директор Института международных отношений ПГЛУ
Петров Л.Ф., проф.	Москва, РЭУ им. Г.В. Плеханова
Семин В.Г., проф.	Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ
Третьякова Т.П., доц.	Тольятти, ПВГУС
Федосеев С.В., доц.	Москва, зав. каф. МЭСИ

ОРГКОМИТЕТ

Председатель – **Увайсов С.У.**, д.т.н., проф., лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, зав.каф. МИЭМ НИУ ВШЭ

Зам. председателя – **Краснов А.Е.**, проф., зав.каф. МГУТУ

Зам. председателя – **Юрков Н.К.**, проф., зав.каф. ПГУ

Ученый секретарь – **Иванов И.А.**, доц., МИЭМ НИУ ВШЭ

Айгистов А.А., проф.	Москва, ген. директор РАРИО
Бушмелёва К.И., проф.	Сургут, зав.каф. СурГУ
Галюжин А.Ю.	Москва, дир. по разв. И раб. с партнёрами РАРИО
Горшков П.С., с.н.с.	Москва, ВВА им. проф. Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина
Дианов В.Н., проф.	Москва, Мос. Гос. Индустриальный университет
Дрейзин В.Э., проф.	Курск, Юго-западный государственный университет
Иванченко Д.А.	Москва, вед.конс. Деп. по работе со сферой образования ИВС
Игнатова И.Г., проф.	Москва, проректор НИУ МИЭТ
Каменски Э.	Вена, Австрия, Международный эксперт в области образования
Кечиев Л.Н., проф.	Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ
Когельман Л.Г.	Пенза, проректор по информатизации ПГТА
Кофанов Ю.Н., проф.	Москва, начальник лаборатории МИЭМ НИУ ВШЭ
Курылев А.С. проф.	Астрахань, проректор по УМРСМК АГТУ
Левин В.А., магистр	Прага, Чешская республика
Линецкий Б.Л., доц.	Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ
Минзов А.С., проф.	Москва, Институт безопасности бизнеса
Нурмагомедова Р.А.	Сочи, представитель оргкомитета ИНФО
Остринская А.Д.	Сочи, директор пансионата «Коралл»
Подольский В.Е., проф.	Тамбов, проректор по информатизации ТГТУ
Пожидаев Е.Д., проф.	Москва, декан МИЭМ НИУ ВШЭ
Савкин А.Н., проф.	Волгоград, декан ВолгГТУ
Скуратов А.К., проф.	Москва, зам. директора ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика»
Тимофеев А.В., проф.	С.-Петербург, зав. каф. СПИИРАН
Толбоев М.О., проф.	Герой России, през. Авиакосм. салона МАКС
Трусов В.А., доц.	Пенза, ПГУ
Уолссон Т.	Мальмё, Швеция, Университет Йонкопинг
Халютин С.П., проф.	Москва, ВВА им. проф. Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина

Председатель оргкомитета международного фестиваля **«ЭЛЕКТРОННОЕ БУДУЩЕЕ – 2012»** - генеральный директор Российского Агентства развития информационного общества (РАРИО), академик Международной академии телевидения и радио, член Рабочей группы ОПРФ по развитию информационного общества, **Айгистов А.А.**

Зам. председателя оргкомитета - **Ганин А.А.**

Помощник – Увайсова А.С.

КООРДИНАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Лышов С.М., МИЭМ НИУ ВШЭ

Пронина И.А., МИЭМ НИУ ВШЭ

Пашев Р.Ю., МИЭМ НИУ ВШЭ

Увайсова С.С., МГТУ им. Н.Э. Баумана

Увайсова А.С., МГТУ им. Н.Э. Баумана

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Генеральный организатор	
НИУ ВШЭ	
Соорганизаторы	
Российское Агентство развития информационного общества «РАРИО»	
ФГУП "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга"	
Московское конструкторское бюро «Компас»	
IBS	
Межрегиональная общественная организация в поддержку инноваций на основе информационно-коммуникационных технологий (МОО «ИНФОРМПРОГРЕСС»)	
Патронат	
Федеральное государственное автономное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций «Информика»	
Поддержка	
Государственная Дума Федерального Собрания РФ	
Министерство образования и науки РФ	
Министерство связи и массовых коммуникаций РФ	
Федеральное агентство по делам молодежи	
ГК «Ростехнологии»	
Торгово-промышленная Палата РФ	

Оператор	
Группа компаний «ИнформДевелопмент»	
Организационные партнеры	
Международная академия информатизации	
Институт проблем управления РАН	
Институт информатизации образования РАО	
Управление образования и науки Администрации г. Протвино Московской области	
Европейский центр по качеству	
Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана	
Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина	
Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (ТУ)	
Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова	
Сочинский государственный университет	
Новосибирский государственный технический университет	
Международный университет природы, общества и человека «Дубна»	
Астраханский государственный технический университет	
Рязанский государственный радиотехнический университет	
Пензенский государственный университет	
Пятигорский государственный лингвистический университет	
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова	

Московский государственный университет экономики, статистики и информатики	
Московский государственный университет приборостроения и информатики	
Московский государственный университет технологий и управления	
Сургутский государственный университет	
Сургутский институт мировой экономики и бизнеса «Планета»	
ФГУП «МКБ «Электрон»	
ОАО "Ракетно-космическая корпорация "Энергия" имени С.П. Королёва"	
Уральское проектно-конструкторское бюро «Деталь»	
General Electric Company	
Институт испытаний и сертификации вооружения и военной техники	
Лаборатория Касперского	
Национальная ассоциация центров охраны труда	
Студенческий инновационно-научный центр	
Экспериментальная мастерская «НаукаСофт»	

Информационные партнеры

«Информационные технологии»
 «Измерительная техника»
 «Качество. Инновации. Образование»
 «Датчики и системы»
 «Тяжелое машиностроение»
 «Технологии ЭМС»
 «Методы менеджмента качества»
 «Проблемы управления»
 «Стандарты и качество»
 Информационный портал "РАРИО"
 Центр развития современных образовательных технологий

Приветственное слово

**участникам Международной научно-практической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий» директора Федерального государственного автономного учреждения "Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций" Министерства образования и науки Российской Федерации, профессора, доктора технических наук, академика РАО, лауреата премий Правительства Российской Федерации, научного руководителя, директора МИЭМ НИУ ВШЭ
Тихонова Александра Николаевича.**

*Уважаемые коллеги, участники известной уже и за рубежом
научно-практической конференции ИНФО-2012 !*



Тематика конференции мне близка и она никогда не потеряет своей актуальности. Сегодня технический прогресс в области массовых коммуникаций и информационных технологий опережает даже наши прогнозы их развития, а влияние их на наше общество возрастает с каждым годом. Очень важно, на мой взгляд, что вы рассматриваете эти вопросы в контексте развития инноваций в различных сферах деятельности. Только это может привести Россию к качественным преобразованиям в экономике, науке, технике, образовании и других актуальных направлениях. Вспомним сегодня, что эта конференция создавалась по инициативе ученых МИЭМ и этому славному вузу в этом году исполнилось 50 лет. Так уж получилось, что эта дата пришлась на решение Правительства России о слиянии его с Высшей школой экономики, у которой в этом году также юбилей - 20 лет. Я поздравляю представителей этих вузов с юбилеями и желаю дальнейшего, уже совместного, развития. Думаю, что это дружественное объединение принесет пользу не только этим вузам, но и России. Я желаю всем участникам конференции активной и плодотворной работы, интересных дискуссий, толерантных отношений среди участников и, конечно, прекрасного отдыха на берегу Черного моря. Желаю успехов организаторам конференции, с уважением

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "А. Тихонов". The signature is fluid and cursive.

А.Тихонов

**Приветствие участникам Международной научно-практической конференции
«ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ» (ИНФО – 2012)**



Приветствуя участников Международной научно-практической конференции «ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» (ИНФО – 2012), хочется, прежде всего, отметить ее актуальность. Стало общепризнанным, что на смену постиндустриальному обществу второй половины XX века пришло общество информационное. Процесс информатизации – создания, развития и всеобщего применения информационных средств и технологий - охватил практически все сферы человеческой деятельности.

В этой связи хочу подчеркнуть поистине необозримую широту представляемых на конференции докладов, простирающихся от строго математических постановок до наиболее общих философских обобщений. В конечном счете, итоги работы традиционной конференции «ИНФО» должны способствовать дальнейшему повышению уровня информационных знаний всех членов общества, как необходимой составляющей для улучшения качества труда и условий жизни людей.

И здесь хочется напомнить слова одного из классиков квалитологии Джозефа Джурана, сказанные в конце прошлого века: «XX век в действительности был веком производительности. Я думаю, мы с уверенностью можем сказать, что приближаемся к веку качества».

От всей души желаю участникам традиционной конференции «ИНФО-2012» плодотворной работы!

Генеральный директор,
генеральный конструктор, д.т.н.
ФГУП «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга»

Лобанов Б.С.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ДУМА
ФЕДЕРАЛЬНОГО СОБРАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ШЕСТОГО СОЗЫВА
ДЕПУТАТ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ДУМЫ

17. 09. 2012 г.

№ ОС5-83

Участникам девятой
Международной научно-практической конференции
«Инновации на основе информационных
и коммуникационных технологий»

Уважаемые коллеги!



Сердечно приветствую организаторов и участников девятой Международной научно-практической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий».

Вас объединила важная тема, имеющая непосредственное отношение к развитию творческого потенциала, а значит будущего нашей страны. Информационные и коммуникационные технологии становятся мощной опорой для роста её экономики и модернизации.

Отрадно сознавать, что ваша конференция стала традиционной, заслужила справедливое признание в научном сообществе, являясь высокопрофессиональной площадкой для выявления лучшего опыта, зарождения новых идей в области использования ИКТ.

Желаю участникам интересной и продуктивной работы, плодотворных дискуссий, достижения взаимопонимания и успеха в реализации намеченных целей!

Первый заместитель председателя
Комитета по образованию
Государственной Думы,
Член-корреспондент РАО,
Президент Общества «Знание» России

Олег Смолин

Приветствие

участникам девятой Международной научно-практической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий» от заместителя генерального директора IBS Садкова Дмитрия Владимировича.



Уважаемые участники и гости Международной научно-практической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий»!

Сфера новых информационных и телекоммуникационных технологий привлекает к себе сегодня огромное внимание, прежде всего, потому что именно в этой отрасли сейчас происходит наиболее динамичное развитие. Создание инновационных продуктов в области ИТ не только создает огромное поле для исследований и генерации новых идей, но и стимулирует прогресс в других областях. Внедрение современных ИТ-инструментов в бизнесе, науке, образовании предоставляет совершенно иные возможности для их развития. Информационные технологии предоставляют совершенно уникальные возможности для организации эффективного взаимодействия людей и организаций, глобального доступа к научным и образовательным ресурсам, передачи, хранения и

анализа больших объемов данных, моделирования и прогнозирования сложных процессов и многих других задач.

Я уверен, что эти и многие другие возможные приложения информационных технологий в инновационной деятельности будут обсуждены в рамках этой конференции. Желаю всем участникам интересной работы, успехов в поисках решений и полезных деловых контактов.



Садков Д.В.

Симпозиум 1
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

**КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМ
РАЗВИТИЕМ РОССИЙСКОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ
ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА**

Абрамешин А.Е., Мешков Н.А.
Москва, НИУ ВШЭ

Обсуждаются перспективы модернизации российского образования на основе реализации возможностей, предоставляемых информационным обществом. Изучаются условия формирования и развития информационно-коммуникационного образовательного пространства. Излагается концепция интеллектуальной системы управления инновационным развитием российского образовательного комплекса в условиях информационного общества.

The concept of the intellectual control system of innovative development of the russian educational complex in the conditions of information society. Abrameshin A., Meshkov N.

Prospects of modernization of Russian education on the basis of realization of the possibilities given by an information society are discussed. Conditions of formation and development of the information-communication educational space are studied. The concept of the intellectual control system of innovative development of the russian educational complex in the conditions of information society is stated.

Необходимым условием устойчивого поступательного социально-экономического развития Российской Федерации, обеспечения ее конкурентоспособности является инновационное развитие всех отраслей народного хозяйства страны, отдельных хозяйствующих субъектов и их объединений как способ их существования посредством целенаправленного изменения своего качественного состояния в результате инновационной деятельности в условиях изменяющихся факторов внешней среды и/или изменяющихся их внутренних свойств. Для всех сложных социально-экономических систем главным новым фактором внешней среды является формирование глобального информационного общества, характеризующегося высоким уровнем развития информационных и телекоммуникационных технологий и их интенсивным использованием гражданами, бизнесом и органами государственной власти, ростом роли информации и знаний в жизни общества, увеличением доли объектов информационно-коммуникационной инфраструктуры, информационных продуктов и услуг в валовом внутреннем продукте, формированием глобального информационно-коммуникационного пространства, повышением эффективности информационного взаимодействия людей, расширением возможностей для наиболее полного удовлетворения их социальных и личных потребностей в информационных продуктах и услугах. основополагающим условием благополучия каждого человека, каждой организации и каждого государства в информационном обществе становится знание, полученное благодаря беспрепятственному доступу к информации и умению работать с ней. На базе глобальной компьютерной сети Интернет возникают и развиваются проблемно-ориентированные информационно-коммуникационные социальные пространства как форма существования отношений, складывающихся в процессе осуществления хозяйствующими субъектами экономической и иной деятельности с использованием передовых информационно-коммуникационных технологий [1], на основе общности целей и ценностей формируются проблемно-ориентированные Интернет-сообщества. Отказ социально-экономических систем от использования возможностей, предоставляемых информационным обществом, ведет их к стагнации и деградации.

К важнейшим социально-экономическим системам относится образование [2]. В последние годы в нашей стране идет процесс масштабной модернизации образования, нацеленный на формирование человеческого и квалификационного потенциала как основы инновационного развития экономики и геополитической конкуренции России [3]. В условиях информационного общества открываются новые возможности инновационного развития образования, повышения эффективности и качества образовательного процесса [4]. Эффективная модернизация российского образования невозможна без глубокого осмысления проблем инновационного развития российского образовательного комплекса (РОК) как множества взаимосвязанных и взаимодействующих между собой хозяйствующих субъектов, реализующих в процессе своего согласованного функционирования одну общую цель – обеспечение социальной и духовной консолидации, конкурентоспособности и безопасности нации, личности, общества и государства путем воспитания, социально-педагогической поддержки становления и развития высоконравственного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России, независимо от их организационно-правового статуса. Инновационная направленность современных экономических процессов в образовательной сфере предъявляет особые требования к содержанию, организации, формам и методам управления развитием российского образовательного комплекса, учитывающие возрастающее значение невещественных форм и

качественных нетрадиционных факторов экономического роста.

Целью исследования является разработка теоретико-методологических и практических подходов к управлению инновационным развитием российского образования в условиях информационного общества, ориентированных на наиболее полную реализацию возможностей, открывающихся перед гражданами и организациями в связи с развитием информационно-коммуникационных технологий.

В научных трудах, учебной литературе, публицистических произведениях в последнее время все чаще можно встретить термин "пространство": пространство геополитическое, постсоветское, языковое, эстетическое, культурное, воспитательное, образовательное и др.

Философы считают пространство формой существования материи. Физики, исходя из особенностей своей науки, называют пространством "место действия", где реализуются те или иные физические явления и процессы, математики – множество схожих между собой в чем-либо объектов, культурологи – спиритуальный континуум и т.д.

Социологи изучают социальное пространство – такое пространство, которое формируется социальными явлениями, процессами и взаимодействиями и в котором эти явления, процессы и взаимодействия реализуются. Социальное пространство есть форма существования социального бытия: "общественные отношения, образующие форму социального бытия, образуют также и социальное пространство, которое, в свою очередь, является не чем иным, как формой этого бытия" [5]. Сущность социального пространства составляют общественные связи. Сложность системности общественного бытия, структурируемого на качественно различные типы и формы общественных отношений, обуславливает необходимость выделения конкретных типов социальных пространств.

Понятие "пространство" коренным образом отличается от нередко отождествляемого с ним понятия "среда". Ключевым моментом в определении среды как окружающих человека социально-бытовых условий, обстановки, а также совокупности людей, связанных общностью этих условий, является выполнение средой контекстной функции по отношению к любому существующему в ней объекту, происходящему в ней явлению или процессу, тогда как под пространством понимается место, где эти объекты существуют, эти явления и процессы реализуются. В информационно-коммуникационном пространстве (ИКП) происходит взаимодействие входящих в него элементов, а информационно-коммуникационная среда (ИКС) либо оказывает на них свое воздействие, либо сама подвергается воздействию с их стороны. ИКП формируется и развивается в результате созидательной деятельности его субъектов, а ИКС приобретает свои специфические характеристики в результате управления объективно существующими обстоятельствами. В процессе формирования и развития информационно-коммуникационного пространства в результате конструктивной деятельности его субъектов возникают качественно новые ресурсы, в то время как управление информационно-коммуникационной средой позволяет лишь актуализировать потенциально существующие в ней ресурсы.

Согласно определению, сформулированному Л.М.Мартыновым, информационно-коммуникационная среда – это "информационно-компьютерно-телекоммуникационная с соответствующим программным обеспечением среда, которая формируется и развивается на основе, обусловленной использованием результатов научно-технического, системно-сетевых, аппаратно-технологического, аппаратно-программного инфокоммуникационного прогресса в человеческой практике" [6].

В основу предложенного Л.Н.Кечиевым, Г.П.Путиловым, С.Р.Тумковским концептуального подхода к построению информационно-образовательной среды (ИОС) технического вуза положено определение ИОС как информационной системы, объединяющей посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов [7].

Г.А.Фасхутдинова [8] определяет информационно-коммуникационное пространство как исторически сформировавшуюся количественно-качественная реальность, обеспеченную правовыми гарантиями и средствами связи; характеризующую наибольшую меру доступности не только для личности, но и для общества в целом, А.В.Захаров [9] – как вид пространства, выделенный на основе признания эндогенности информационного фактора производства, включающий отношения хозяйствующих субъектов по поводу как этого фактора, так и соответствующих условий (коммуникаций), ресурсов и продуктов их деятельности.

В конце 1990-х годов В.А.Извозчиков, В.В.Лаптев, М.Н.Потёмкин ввели в научный оборот понятие информационного образовательного пространства как пространства осуществления личностных изменений людей в образовательных целях на основе использования современных информационных технологий, пространства для совместной учебной деятельности на основе электронно-коммуникационных систем и средств обучения [10].

Конкретизируя определение проблемно-ориентированного информационно-коммуникационного социального пространства применительно к сфере образования, авторы предлагают рассматривать информационно-коммуникационное образовательное пространство (ИКОП) как форму существования отношений, складывающихся в процессе осуществления субъектами РОК образовательной деятельности с использованием передовых информационно-коммуникационных технологий. В ИКОП должны быть представлены все виды образовательных организаций, преподаватели всех специальностей, производители и продавцы товаров образовательного назначения, научно-исследовательские институты (разработчики образовательных технологий, учебно-практического и учебно-лабораторного оборудования, другой продукции образовательного назначения), профессиональные ассоциации преподавателей, студенческие общественные

объединения, редакции и издательства (научная, научно-популярная и учебная литература), банки, предоставляющие гражданам образовательные кредиты, адвокаты, специализирующиеся на защите прав учащихся и работников РОК и др. Темпы роста ИКОП и сила его влияния на ситуацию в российском образовании определяются уровнем развития его информационно-коммуникационной инфраструктуры и количеством и качеством представленных в нем образовательных ресурсов.

С расширением присутствия субъектов образовательной деятельности в Интернете ускоряется процесс социальной институционализации информационно-коммуникационного образовательного пространства – организации и координации социального взаимодействия россиян в ИКОП, появления его стандартизированных и регулярно воспроизводимых элементов. Социальная институционализация ИКОП возникает и развивается на основе следующих четырех основных предпосылок:

- формирования в условиях глобализации и демократизации общественных потребностей в свободном доступе к информации, имеющей отношение к обеспечению социальной и духовной консолидации, конкурентоспособности и безопасности нации, личности, общества и государства во всех аспектах образовательной деятельности;
- формирования и развития необходимых организационных структур, а также связанных с ними ценностных стандартов и социальных норм, регуляторов поведения человека и социальных групп в ИКОП;
- возникновения социальных условий и возможностей, соответствующих социализации человека, интернационализации новых ценностей и норм, способных формировать необходимую систему потребностей личности, ценностных ориентаций и ожиданий в области образования;
- интеграции ИКОП в структуру российского образования, нуждающегося в связи с необходимостью активизации человеческого и квалификационного потенциала как основы инновационного развития экономики и геополитической конкуренции России в выполнении новых социально-значимых функций в качестве условия своего дальнейшего развития.

Активизируется процесс формирования образовательного Интернет-сообщества – объединения людей, имеющих общие интересы, общую цель – становление и развитие высоконравственного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России. С возникновением и развитием в образовательном Интернет-сообществе обменных процессов возникают и развиваются социальная общность участников образовательных процессов и их ценностная ориентация. Обменные процессы, стимулирующие совершенствование способов общения членов сообщества через Интернет, становятся основой его стабильности.

С совершенствованием способов общения членов образовательного сообщества через Интернет растет социальный капитал сообщества. В условиях глобализации роль социального единства как одного из ключевых факторов экономического процветания и устойчивого развития общества резко возрастает.

При всем многообразии функционирующих сегодня российских образовательных Интернет-порталов и сайтов по-прежнему актуальной остается задача создания единого общероссийского информационно-аналитического Интернет-портала РОК – основанной на последних достижениях Интернет-технологий глобальной саморазвивающейся проблемно-ориентированной информационно-коммуникационной системы, виртуальной организации, предоставляющей пользователям возможность рассредоточенной и децентрализованной работы, высокоэффективного средства массовой информации, инструмента общественного и административного контроля за деятельностью органов государственной власти и местного самоуправления, других хозяйствующих субъектов в сфере образования, социальной сети потребителей и производителей образовательных услуг и товаров образовательного назначения, ключевого системообразующего элемента инновационной инфраструктуры ИКОП.

Важнейшей общественно-политической задачей портала РОК является содействие реализации государственной образовательной политики. Главная научно-практическая задача портала заключается в содействии формированию и развитию ИКОП, накоплению, хранению и актуализации информации по вопросам обеспечения социальной и духовной консолидации, конкурентоспособности и безопасности нации, личности, общества и государства путем воспитания, социально-педагогической поддержки становления и развития высоконравственного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России, создании уникальной по содержанию и объему базы данных по проблемам образования. Формирование контента портала осуществляется непосредственно на местах – в организациях РОК (НИУ, НУЦ, других высших учебных заведениях, средних общеобразовательных и профессиональных учебных заведениях, коммерческих организациях, производящих товары образовательного назначения, и др.), научно-исследовательских и производственных организациях, государственных и муниципальных структурах, региональных и местных отделениях политических партий, общественных организациях и т.д.

В организационно-экономическом аспекте портал РОК представляет собой своеобразный "виртуальный бизнес-центр" с существенно расширенными и видоизмененными функциями. Взаимоотношения портала с участниками портала строятся по схеме аутсорсинга. Стратегия развития портала предполагает активизацию деятельности органов государственной власти и местного самоуправления, субъектов РОК и граждан в ИКОП. На стадиях роста и зрелости портала основной вклад в формирование контента портала будут вносить своими действиями его участники и пользователи по схеме краудсорсинга. Финансирование функционирования и развития портала в значительной мере должно осуществляться по схеме краудфандинга.

В результате развития интеграционных процессов, инициируемых порталом РОК, в ИКОП возникает мощный позитивный синергетический эффект. Реализация синергизма в ИКОП способствует повышению эффективности функционирования рынка образовательных услуг и товаров образовательного назначения.

Основными факторами синергизма в ИКОП являются:

- концентрация прежде рассредоточенных информационных ресурсов РОК в одном месте – информационно-аналитическом портале РОК;
- функциональная специализация субъектов образовательной деятельности и профессионально-специализированное разделение труда;
- расширение и углубление информационных связей между взаимодействующими группами участников рынка образовательных услуг и товаров образовательного назначения;
- активизация деятельности одних групп субъектов образовательной деятельности, обусловленная присутствием в ИКОП других групп субъектов РОК, выступающих в роли катализаторов;
- взаимодополняемость участников рынка образовательных услуг и товаров образовательного назначения;
- взаимозаменяемость участников рынка образовательных услуг и товаров образовательного назначения;
- привлечение внимания Интернет-аудитории к portalу РОК, обусловленное концентрацией в одном месте всего спектра информации по вопросам образования.

При проведении грамотной редакционной и организационно-экономической политики суммарная отдача от вложения средств в создание и обеспечение функционирования единого общероссийского информационно-аналитического Интернет-портала РОК будет заведомо выше суммы отдачи по всей стратегической зоне хозяйствования субъектов РОК, участвующих в его работе, и в сфере деятельности органов государственной власти и местного самоуправления, политических партий, общественных организаций и граждан, направляющих свои усилия на поддержку становления и развития высоконравственного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России, без учета преимуществ использования общих ресурсов и их взаимозаменяемости и взаимодополняемости.

Большое влияние на развитие российского образовательного комплекса будет оказывать организованная по схеме ноосорсинга (от греч. *noos* – разум) [11] деятельность формирующегося на базе портала РОК экспертного профессионального Интернет-сообщества.

Для выявления и изучения тенденций, оказывающие доминирующее воздействие на развитие российской системы образования, моделирования и прогнозирования инновационной деятельности в сфере образования следует использовать системные экономико-математические модели.

В связи с переходом России к рынку особо актуальными представляются сегодня системные модели гермейеровского типа [12]. В гермейеровских системах нет отношений подчиненности: в условиях рынка экономические отношения между всеми хозяйствующими субъектами, независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности на их имущество, строятся на принципах равенства, автономии воли и имущественной самостоятельности их участников.

Разные системообразующие факторы формируют разные системные модели. В сфере образования в классе систем гермейеровского типа в первую очередь следует выделить модели, предназначенные для решения следующих задач:

- оптимизация соотношения объемов средств, поступающих в сферу образования из трех источников: государство (главная цель государства – эффективные инвестиции), хозяйствующие субъекты (главные цели всех хозяйствующих субъектов – потребление и эффективные инвестиции), население (главная цель – потребление) (главная цель системы "государство – хозяйствующие субъекты – население – РОК" заключается в обеспечении социальной и духовной консолидации, конкурентоспособности и безопасности нации, личности, общества и государства путем воспитания, социально-педагогической поддержки становления и развития высоконравственного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России);
- оптимизация распределения бюджетных средств между федеральным центром и регионами (главная цель системы – повышение качества образования в регионах);
- финансирование укрепления и развития материально-технической базы субъектов РОК (независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности на их имущество) из бюджетов всех уровней и средств, выделяемых хозяйствующими субъектами, осуществляющими предпринимательскую деятельность на рынке образовательных услуг и товаров образовательного назначения (главная цель системы – повышение качества образования в стране в целом);
- усиление роли объединений образовательных организаций, ассоциаций и общественных организаций в управлении образованием (главная цель системы – улучшение ситуации в сфере образования).

Там, где есть отношения подчиненности (прежде всего, в бюджетном секторе образования), РОК и его подсистемы можно рассматривать как активные системы [13]. В активных системах один или несколько управляемых субъектов – активных элементов (АЭ) могут целенаправленно выбирать свое состояние,

руководствуясь личными интересами и предпочтениями. Предполагается, что активные элементы выбирают такие состояния, которые являются для них наилучшими при заданных управляющих воздействиях. Управляющие воздействия органа управления, в свою очередь, зависят от состояний АЭ.

В терминах теории активных систем могут быть сформулированы, в частности, следующие задачи:

- повышение эффективности управления по схеме: территориальный орган управления образованием → подотчетные ему организации;
- повышение эффективности управления по схеме: хозяйствующие субъекты → связанные с ними договорными отношениями субъекты РОК;
- повышение эффективности управления по схеме: руководитель НИУ (НУЦ) → персонал НИУ (НУЦ);
- разработка методов комплексной оценки результатов деятельности служб, звеньев и подразделений НУЦ;
- совершенствование системы организации поставок товаров, выполнения работ, оказания услуг для нужд субъектов РОК;
- совершенствование процедур лицензирования и аккредитации субъектов образовательной деятельности;
- повышение достоверности результатов экспертизы качества образовательных услуг;
- разработка методов оценки качества образовательных услуг;
- совершенствование процедур сертификации образовательных услуг;
- повышение качества подготовки педагогических кадров;
- повышение эффективности управления развитием приоритетных направлений науки и техники;
- повышение эффективности функционирования системы мониторинга уровня образования населения РФ.

Для качественного анализа инновационных процессов, происходящих в социально-экономической сфере, целесообразно использовать методы и средства теории самоорганизации – синергетики [14]. Информационно-коммуникационное образовательное пространство представляет собой некую виртуальную площадку, на которой происходит обмен одних ценностных факторов, имеющих отношение к уровню образования человека, на другие. С возникновением и развитием обменных процессов в ИКОП возникает и развивается социальная общность участников образовательных процессов, определяется их ценностная ориентация, совершенствуются способы их общения через Интернет [15].

Авторами построены и исследованы системные синергетические модели важнейших составляющих процесса инновационного развития РОК в ИКОП:

- информационного развития ИКОП;
- экономического развития ИКОП;
- предпринимательской активности субъектов РОК в ИКОП;
- развития науки в ИКОП;
- профессиональной подготовки организаторов образовательного процесса и преподавателей;
- выработки коллективных решений, направленных на повышение социально-экономической эффективности функционирования НУЦ.

Для управления инновационным развитием сложных социально-экономических систем в условиях информационного общества целесообразно использовать интеллектуальные технологии управления, включающие или основанные на теории функциональных систем П.К.Анохина [16]. Реализуя возможности, предоставляемые информационным обществом, можно создать интеллектуальную систему управления инновационным развитием российского образовательного комплекса – объединенную единым информационно-коммуникационным процессом совокупность технических и программных средств, работающую во взаимодействии с человеком (коллективом людей), способную на основе информации о состоянии внешней среды и собственном состоянии системы, а также прогноза этих состояний при наличии мотивации и постоянно обновляемых знаний синтезировать цель управления и находить рациональные способы ее достижения. Построение интеллектуальной системы управления инновационным развитием РОК предполагает реализацию механизма синтеза цели управления, динамической экспертной системы, методов самоорганизации, принятия решений и прогнозирования, объединенных в рамках функциональной структуры П.К.Анохина.

Интеллектуальная система управления инновационным развитием РОК может быть построена на основе портала РОК. В ней портал РОК будет выполнять следующие функции:

- сбор, накопление и хранение информации о состоянии внешней среды и собственном состоянии РОК;
- синтез цели управления на основе активного оценивания информации о состоянии внешней среды и собственном состоянии РОК, а также прогноза этих состояний при наличии мотивации и специальных знаний;

- формирование и развитие базы знаний, касающихся самых разных аспектов образовательной деятельности;
- выработка оценки, необходимой для принятия решения, а также прогноза для акцептора действия;
- принятие решения;
- проверка акцептором действия соответствия результата действия (при реализации выбранного управления) прогнозу.

По аналогичной методике могут быть построены интеллектуальные системы управления инновационным развитием создаваемых сегодня в России национальных исследовательских университетов и других крупных научно-учебных центров.

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать следующие обобщающие выводы:

- эффективная модернизация российского образования невозможна без глубокого осмысления проблем инновационного развития российского образовательного комплекса как множества взаимосвязанных и взаимодействующих между собой хозяйствующих субъектов, реализующих в процессе своего согласованного функционирования одну общую цель – обеспечение социальной и духовной консолидации, конкурентоспособности и безопасности нации, личности, общества и государства путем воспитания, социально-педагогической поддержки становления и развития высококонравного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России, независимо от их организационно-правового статуса;

- в условиях движения страны к информационному обществу открываются новые возможности инновационного развития российского образования, повышения эффективности и качества образовательного процесса, связанные с формированием и развитием информационно-коммуникационного образовательного пространства как формы существования отношений, складывающихся в процессе осуществления субъектами РОК образовательной деятельности с использованием передовых информационно-коммуникационных технологий;

- при всем многообразии функционирующих сегодня российских образовательных Интернет-порталов и сайтов по-прежнему актуальной остается задача создания единого общероссийского информационно-аналитического Интернет-портала РОК – основанной на последних достижениях Интернет-технологий глобальной саморазвивающейся проблемно-ориентированной информационно-коммуникационной системы, виртуальной организации, предоставляющей пользователям возможность рассредоточенной и децентрализованной работы, высокоэффективного средства массовой информации, инструмента общественного и административного контроля за деятельностью органов государственной власти и местного самоуправления, других хозяйствующих субъектов в сфере образования, социальной сети потребителей и производителей образовательных услуг и товаров образовательного назначения, ключевого системообразующего элемента инновационной инфраструктуры информационно-коммуникационного образовательного пространства;

- важнейшей общественно-политической задачей портала РОК является содействие реализации государственной образовательной политики, главная его научно-практическая задача заключается в содействии формированию и развитию ИКОП, накоплению, хранению и актуализации информации по вопросам обеспечения социальной и духовной консолидации, конкурентоспособности и безопасности нации, личности, общества и государства путем воспитания, социально-педагогической поддержки становления и развития высококонравного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России, создании уникальной по содержанию и объему базы данных по проблемам образования;

- большое влияние на развитие российского образовательного комплекса будет оказывать организованная по схеме ноосорсинга деятельность формирующегося на базе портала РОК экспертного профессионального Интернет-сообщества;

- для выявления и изучения тенденций, оказывающие доминирующее воздействие на развитие российской системы образования, моделирования и прогнозирования инновационной деятельности в сфере образования предлагается использовать системные экономико-математические модели, учитывающую специфику рынка образовательных услуг и товаров образовательного назначения, наличие отношений подчиненности между органами управления образованием и национальными исследовательскими университетами, научно-учебными центрами и другими субъектами РОК в бюджетном секторе образования, а также специфику процессов самоорганизации РОК;

- для качественного анализа инновационных процессов, происходящих в сфере образования, целесообразно использовать методы и средства теории самоорганизации – синергетики;

- для управления инновационным развитием РОК в условиях информационного общества предлагается использовать интеллектуальные технологии управления, включающие или основанные на теории функциональных систем П.К.Анохина;

- построение интеллектуальной системы управления инновационным развитием РОК предполагает реализацию механизма синтеза цели управления, динамической экспертной системы, методов самоорганизации, принятия решений и прогнозирования, объединенных в рамках функциональной структуры

П.К.Анохина;

- интеллектуальная система управления инновационным развитием РОК может быть построена на основе информационно-аналитического Интернет-портала РОК;
- рассмотренная методика может быть использована при построении интеллектуальных систем управления инновационным развитием создаваемых сегодня в России национальных исследовательских университетов и других крупных научно-учебных центров.

Литература

1. Мешков Н.А. Сущность и генезис проблемно-ориентированных информационно-коммуникационных социальных пространств // Качество. Инновации. Образование. – 2011. – № 3. – С. 72-76.
2. Тихонов А.Н., Абрамешин А.Е., Воронина Т.П., Иванников А.Д., Молчанова О.П. Управление современным образованием: социальные и экономические аспекты / Под ред. А.Н.Тихонова. – М.: Вита-Пресс, 1998. – 256 с.
3. Абрамешин А.Е., Стерликов Ф.Ф. О системе интенсивного информатизированного обучения // Экономические науки. – 2010. – № 11(72). – С. 321-324.
4. Мешков Н.А., Цибизова Т.Ю. Реализация инновационных форм обучения в информационно-коммуникационном образовательном пространстве // Качество. Инновации. Образование. – 2011. – № 12. – С. 16-20.
5. Потемкин В.К., Симанов А.Л. Пространство в структуре мира. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1990. – 176 с.
6. Мартынов Л.М. Инфокомный менеджмент: теоретико-методологические и методические аспекты управления организациями в информационно-коммуникационной среде. – М.: Информационно-технический центр "Мобильные коммуникации", 2004. – 264 с.
7. Кечиев Л.Н., Путилов Г.П., Тумковский С.Р. Информационно-образовательная среда технического вуза // www.cnews.ru/reviews/free/edu/it_russia/institute.shtml
8. Фасхутдинова Г.А. Информационно-коммуникационные взаимодействия как атрибут развития современного общества. – Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. филос. наук. – Уфа: 2009.
9. Захаров А.В. Методологические принципы и методы системного анализа информационно-коммуникационного пространства // Вестник ОрелГИЭТ. – 2011. – № 1(15). – С. 35-39.
10. Извозчиков В.А., Лаптев В.В., Потёмкин М.Н. Концепция педагогики информационного общества // Наука и школа. – 1999. – № 1. – С.12-15.
11. Славин Б.Б. Сорсинг и "Наука 2.0" // orel.i-business.ru/blogs/5149 (28 октября 2011).
12. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. – М.: Наука, 1976. – 327 с.
13. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. – М.: СИНТЕГ, 1999. – 128 с.
14. Милованов В.П. Неравновесные социально-экономические системы: синергетика и самоорганизация. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 264 с.
15. Мешков Н.А. Качественный анализ явлений и процессов, происходящих в проблемно-ориентированном информационно-коммуникационном социально-экономическом пространстве // Вестник МГОУ. Серия "Экономика". – М.: МГОУ, 2006. – № 4. – С. 97-101.
16. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. – М.: Медицина, 1968. – 547 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В МУНИЦИПАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Воеводина С. Г.
г. Протвино

Conceptual evolution's foundations of tourism industry in municipal education. Voevodina S. G.

Под концептуальными основами развития туристической отрасли понимается логически связанное объединение идей, принципов, стратегий направленных на достижение конкурентоспособности городского округа на региональном уровне.

В основе концепции лежит благоприятный бизнес-климат для туристической и сопряженных с ней отраслей (обширная база туристско - рекреационных ресурсов. Для достижения эффективного административного управления необходимо создать благоприятные рыночные условия и сформировать привлекательный имидж города.

Основные положения Концепции включают в себя:

- стратегический анализ развития городской туристической отрасли
- социально-экономическое развитие городской структуры туризма

-перечень основных программ и документов

В основных положениях Концепции отражены механизмы для реализации программы в том числе среднесрочное и оперативное планирование, создание основ для организации и взаимодействия развивающихся туристических структур, внесены коррективы в ранее принятые решения о создании совокупных программ.

Принятые решения включают определённые этапы реализации: определение задач, проведение организационных мероприятий, формирование и осуществление контрольных функций, оценка качества исполнения решений.

Для выполнения поставленных стратегических задач создания, развития и продвижения туристической отрасли необходимы действия по следующим направлениям:

- развитие городской инфраструктуры (строительство новых, современных гостиничных комплексов, музеев, спортивных сооружений)
- улучшение качества окружающей среды (выполнение необходимых мер по очистке города, реконструкция внутридворовых и центральных улиц)
- развитие экономической составляющей деятельности предприятий туристической отрасли
- развитие внешних междугородних и международных связей (развитие сотрудничества с городами-побратимами, проведение научных конференций, организация международных конкурсов и фестивалей, проведение соревнований)
- совершенствование административной системы управления (применение информационно-коммуникационных технологий на каждом уровне управляющей структуры)

Центральные места в реализации стратегических задач занимают этапы распределения функциональных обязанностей и возложения ответственности. Для административной системы управления принципиальным вопросом является создание подразделения (управления или отдела) на который будут возложены функции контроля над поставленными задачами по определению курса, выбранными стратегиями развития, а так же функции ответственности за совершенствование имиджа города и координации сотрудничества исполнительных органов власти и предприятий города. Создание подобной организации позволит развиваемой туристической отрасли развиваться предметно-ориентированно, целенаправленно с минимальными отклонениями от Концепции создания, развития и продвижения.

Сложность и многогранность концептуальных основ создания развития и продвижения городской туристической отрасли требует проведения маркетинговых исследований. Следует развивать систему научного обеспечения, а так же систему управления развитием и продвижением отрасли. Основные задачи этой системы: мониторинг, анализ, разработка предложений по концептуальным основам

Для выполнения поставленных стратегических задач развития и продвижения региональной туристической отрасли необходимы действия по следующим направлениям:

- развитие человеческого потенциала;
- развитие городской среды;
- улучшение качества окружающей среды;
- развитие экономической составляющей деятельности предприятий туристической отрасли;
- совершенствование системы управления и развитие внешних связей.

Выбранные направления развития туризма должны обеспечивать выравнивание сезонности. Специализированные виды туризма необходимо использовать для создания отдельных туристических продуктов. При разработке стратегии выхода и продвижения следует использовать эмоциональные аспекты позиционирования региона. Система продвижения должна отвечать выбранным направлениям развития. Конкретные мероприятия в рамках стратегии следует разграничить на уровни приоритетности в зависимости от их влияния на результаты реализации Концепции.

Концептуальные основы развития туристической отрасли в муниципальном образовании помогут развить международные связи, реализовать деловой потенциал общественности города, участвовать в региональных программах по развитию туризма и повысить социально - экономический уровень города в регионе.

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОННЫМИ ИЗДАНИЯМИ И ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫХ СИСТЕМ В ВУЗАХ РОССИИ

Иванов С. Г.

Электронно-библиотечная система IPRbooks

Questions of the educational process by electronic publications and experience of using electronic library systems in Russian Universities. Ivanov S. G.

Нормативы по наличию учебной литературы в электронном виде и закрепление обязательства для вузов наличия электронно-библиотечной системы, соответствующей определенным критериям, оформлены Приказом

Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 5 сентября 2011 г. №1953 (далее – Приказ).

Документ внес существенные коррективы в принцип комплектования библиотечных фондов в вузах. Приказ принят, нормативы установлены. Вуз должен просчитывать собственную книгообеспеченность по каждой дисциплине в электронном виде, и если с печатными изданиями все традиционно и понятно, то с электронными книгами и иными ресурсам все не так однозначно. Поэтому одними из самых актуальных проблем и вопросов для вузов по прежнему остаются:

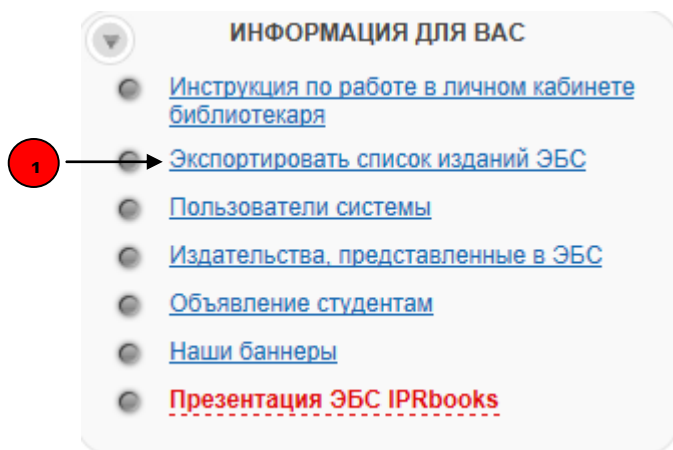
1. Проверка соответствия ЭБС требованиям Приказа.

Первое и основное, что вуз спрашивает у любой ЭБС при принятии решения о приобретении доступа к ресурсу, – удовлетворяет ли ЭБС требованиям? Но, получив утвердительный ответ от ЭБС относительно соответствия приказу, для вуза проблема проверки соответствия ЭБС не решается. Зачастую соответствие ЭБС подтверждается представителями компаний-поставщиков лишь на словах. Возможность проверить, посчитать, увидеть наглядно вузу, зачастую, не предоставляется.

Поэтому задача разработчиков ЭБС - предоставить инструменты для вузов, позволяющие самостоятельно оценивать систему. На наш взгляд, одним из возможных вариантов таких инструментов является экспорт каталога с сайта в режиме онлайн. При этом каталог должен содержать поля, с помощью которых любой пользователь сможет получить искомые результаты – количество изданий, в том числе по ОКСО, года изданий, типы изданий (учебные пособия, монографии, научные издания и т.п.).

Для библиотек, имеющих доступ к ЭБС IPRbooks, в личном кабинете библиотеки реализован механизм экспорта каталога. Данный каталог формируется в режиме онлайн и актуален на текущее время и дату. Сервис очень простой и не требует каких-либо специальных навыков при работе со списком.

Выглядит это так:



В каталоге по каждому изданию есть следующая информация:

Наименование издания	Ссылка на издание	Издательство	Автор	Год издания	ISBN	Тип издания	ОКСО	Гриф	Место издания
----------------------	-------------------	--------------	-------	-------------	------	-------------	------	------	---------------

Отфильтровав издания по определенному параметру, Вы сможете получить информацию о количестве таких изданий.

Пример: фильтр ОКСО – 030000 гуманитарные науки

1	Наименование издания	Ссылка на издание	Издательство	Автор	Год издания	ISBN	Тип издания	ОКСО	Гриф	Место издания
104	Адвокатура в России. Учебное пособие для студентов в вузов, обучающихся по специальности «Юриспруденция»	http://www.iprbookshop.ru/7025	ЮНИТИ-ДАНА	под ред. Мирзоева Г.Б., Эриашвили Н.Д.	2011	978-5-238-01912-3	учебное пособие	030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	гриф МО, МВД, УМЦ	Москва
105	Адвокатура и нотариат. Учебное пособие	http://www.iprbookshop.ru/8172	Научная книга	Невская М.А., Шалагина М.А.	2012		учебное пособие	030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ		Саратов
106	Адвокатура. Учебное пособие	http://www.iprbookshop.ru/1165	Экзамен	Самсонов В.В., Ефимова В.В.	2006	978-5-472-01820-3	учебное пособие	030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ		Москва
	Адвокатура	http://www.iprbookshop.ru/1165						030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ		

allbooks /
но записей: 2291 из 5089

Указывается количество изданий по данному параметру.

Пример фильтрации по параметру «тип издания» - учебное пособие

Наименование издания	Ссылка на издание	Издательство	Автор	Год издания	ISBN	Тип издания	ОКСО	Гриф	Место издания
Английский язык для студентов в юридических вузов. Учебник	http://www.iprbookshop.ru/1124	Ай Пи Эр Медиа	Хижняк С.П., Ильичева Е.Г.	2009	978-5-904000-17-2	учебное пособие	030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	гриф УМО	Саратов
Английский язык для студентов юристов. Учебное пособие	http://www.iprbookshop.ru/1864	Российская академия правосудия	Ванина Т.О.	2009	978-5-93916-203-6	учебное пособие	030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ		Москва
Английский язык. Начальный этап обучения. Часть 1. Учебник	http://www.iprbookshop.ru/3753	Владос	Лысенко А.Н.	2008	978-5-691-01622-6	учебное пособие	030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ		Москва

allbooks /
записей: 2677 из 5089

Количество найденных записей по данному параметру.

Пример фильтрации по параметру тип издания - монография

	А	В	С	Д	Е	Г	У	П	Т	У
223	Адепт Бурдые на Кавказе. Эскизы к биографии в миросистемной перспективе. Монография	http://www.iprbooks.ru/7301	ИД Территория будущего	Дерлугьян Георгий	2010	978-5-91129-063-4	монография	030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ		Москва
225	Административная ответственность за нарушения антимонопольного законодательства. Монография	http://www.iprbooks.ru/8570	Саратовский университет, Электронно-библиотечная система IPRbooks	Соколов А.Ю.	2010	2227-8397	монография	030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ		Саратов
254	Академик Д.С. Лихачев и его концепция теоретической истории литературы. Монография	http://www.iprbooks.ru/8603	Московский гуманитарный университет	Луков Вл.А.	2011	978-5-94237-040-4	монография	030000 ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ		Москва
256	Акмеология профессиональной деятельности педагогов дошкольного и начального общего образования. Монография	http://www.iprbooks.ru/7112	Флинта	Виноградова Н.И.	2012	978-5-9765-1324-2	монография	050000 ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИКА		Москва
	Активный прогноз	http://www.iprbooks.ru/7112	Ай Пи Эр	Новиков Д.А., Чхартиш				080000 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ		

Количество найденных записей по данному параметру.

2. Обеспечение студентов электронными изданиями в соответствии с Приказом

Согласно тому же Приказу, для обеспечения студентов электронными изданиями по каждой дисциплине, преподаваемой в вузе, в ЭБС должно содержаться не менее трех учебных или научных изданий. Вот как звучит это требование «доступность для обучающихся высшего учебного заведения не менее трех учебных и (или) научных электронных изданий по изучаемым дисциплинам, в том числе входящих в электронно-библиотечную систему, доступ к которой обеспечивается для обучающихся высшим учебным заведением».

Это требование вуз и ЭБС должны выполнять сообща. Учитывая, что кроме дисциплин, установленных федеральными стандартами, в каждом вузе очень много «узких» специализаций по выбору, вопрос обеспечения электронными изданиями для них более сложен, так как коммерческими издательствами такая литература выпускается крайне редко, а, значит, и возможность ее включения в ЭБС затрудняется.

Одним из решений данной проблемы является включение вузовских изданий в ЭБС, но для этого сама ЭБС должна предоставлять такую возможность и должна быть технически гибкой.

Практика работы с вузами ЭБС IPRbooks в этом направлении показала, что это эффективно и удобно. Кроме того, что вузовские материалы систематизируются в ЭБС и студенту проще их найти, это также и возможность без затрат привести эти издания в соответствующий вид. Очень часто оформление, редакционная подготовка внутривузовских изданий не высокая, перед тем как включить издание в систему IPRbooks, издания проверяются и при необходимости редактируются. Каждому изданию присваивается статус электронной публикации с присвоением ISSN. При желании вуз (авторы) могут получать вознаграждения от просмотров изданий всеми пользователями ЭБС. Также немаловажным фактором такого взаимодействия является отсутствие у вуза каких-либо затрат, вся работа проводится специалистами ЭБС.

Кроме этого, с вузами проводится работа по доукомплектованию дополнительной литературой из практики книгообеспечения библиотеки. На основе списков литературы ЭБС IPRbooks закупает лицензии, включает новые издания без взимания с вузов дополнительной платы.

Все это позволяет достичь желаемых результатов и обеспечить студентов литературой, необходимой для обучения.

3. Подсчет общей книгообеспеченности электронными и книжными изданиями, снижение затрат на печатные издания за счет пополнений электронных фондов.

Согласно Приказу от 27 апреля 2000 г. N 1246 «Об утверждении примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения»:

«2.2. Единый библиотечный фонд состоит из различных видов отечественных и зарубежных изданий (научной, учебной, художественной литературы и др.), неопубликованных, аудиовизуальных и **электронных документов**, микроформ.

2.4. Учебный фонд - специализированный подсобный фонд, включающий в свой состав издания **независимо от вида** и экзemplярности, рекомендованные кафедрами вуза для обеспечения учебного процесса. Учебный фонд формируется в соответствии с учебными планами и программами вуза и нормами книгообеспеченности.

3.2. Порядок формирования учебного фонда определяется картотекой книгообеспеченности учебного процесса. Картотека книгообеспеченности содержит информацию об учебных дисциплинах, читаемых в вузе, контингенте студентов и формах их обучения, изданиях, рекомендуемых к использованию в учебном процессе **независимо от вида документа**; коэффициенте книгообеспеченности и др.

«Очевидно, что при наличии в доступной для каждого обучающегося электронно-библиотечной системе изданий основной учебной литературы по какой-либо дисциплине (дисциплинам) требования о наличии в библиотечном фонде высшего учебного заведения экземпляров печатных и (или) электронных изданий по такой дисциплине (дисциплинам) не предъявляются»¹.

Теоретически данные положения просты, но на практике у вузов часто возникает проблема использования всех возможностей ЭБС. А именно, учет электронных изданий в ЭБС при подсчете книгообеспеченности, учет новых поступлений и включение их в отчеты, составление на основе этих данных тематических планов и т.д.

К сожалению, очень часто вузами ЭБС покупается формально, тогда как их использование выгодно, прежде всего вузу, новые поступления электронных книг в ЭБС в разы превосходят возможности закупки печатных книг. С помощью ресурса ЭБС у вуза появляется инструмент, позволяющий обеспечить студентов литературой, сэкономить бюджет, составить отчетность о приобретенной литературе за период.

Однако процесс работы с инновационными формами обучения требует и перестройки работы самой библиотеки, повышения компьютерной грамотности специалистов, проведения целевой работы со студентами в виде занятий по обучению работе с ресурсом ЭБС.

Однако есть и сложности со точки зрения формы предоставления информации о содержании и обновлении ЭБС.

В настоящее время при работе с ЭБС кроме каталога вузу зачастую не предоставляется никаких специальных сервисов, позволяющих библиотеке вести работу по учету электронных изданий. Вузам сложно отследить, как пополняется ресурс, какие книги стали доступны студентам.

Для решения этих задач разработчики ЭБС IPRbooks предлагают библиотекам воспользоваться удобным и очень простым **модулем получения информации об обновлениях** – это незаменимый инструмент для получения информации о том, какие книги добавлены за выбранный период.

Данные позволяют не только отслеживать, как расширяется ресурс, но и использовать полученные результаты при подсчете книгообеспеченности, подготовке отчетности по приобретенным изданиям и т.п.

¹ Электронно-библиотечные системы России: Отраслевой доклад/ А.Н. Воропаев, К.Б. Леонтьев – М.: Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям, 2011

НОВЫЕ ПОСТУПЛЕНИЯ

Начало периода Конец периода [ПОКАЗАТЬ ИЗДАНИЯ](#)

	Заголовок издания	Издательство	Автор	Год издания	ISBN	Дата публикации		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17								
8792	Ювенальное уголовное судопроизводство. Модели, функции, принципы. Монография	ЮНИТИ-ДАНА	Марковичева Е.В.	2010	978-5-238-01932-1	24.07.2012 10:02		
8779	Прокуратура в системе национальной безопасности России. Учебное пособие	ЮНИТИ-ДАНА	Капинус О.С., Кардашова И.Б., Рябцев В.П.	2012	978-5-238-02245-1	24.07.2012 10:02		
8780	Реабилитация и возмещение вреда пострадавшим от действий должностных лиц в ходе уголовного судопроизводства. Проблемы теории, права и правоприменения. Монография	ЮНИТИ-ДАНА	Орлова А.А.	2011	978-5-238-02202-4	24.07.2012 10:02		
8778	Преступность и социальные сословия. Криминологические рассуждения. Монография	ЮНИТИ-ДАНА	Аванесов Г.А.	2010	978-5-238-01919-2	24.07.2012 10:02		
8777	Предупреждение организованной экономической преступности, сопряженной с коррупцией. Вопросы теории и практики. Монография	ЮНИТИ-ДАНА	Шегабудинов Р.Ш.	2011	978-5-238-02201-7	24.07.2012 10:02		

Результат запроса может быть **выгружен в Excel (формат CSV)**

[СКАЧАТЬ В ФОРМАТЕ CSV](#)

Результат:

номер кни	Наименование книги	Издательство	Автор	Год изда	ISBN	Дата публикации или обно	Ссылка на издание
5791	Энергетическая полиция Энергия			2010	0235-7968	31.01.2012 9:32	http://iprbookshop.ru/5791.htm
5643	Монтаж, техническое о ЭНАС		Костенко Е.М.	2003	5-93196-24	14.02.2012 11:15	http://iprbookshop.ru/5643.htm
5054	Организация и технол Высшая школе Сердюк В.А.			2011	978-5-7596	23.01.2012 9:24	http://iprbookshop.ru/5054.htm
5052	Венчурный менеджмен Высшая школе Рогова Е.М., Ткачен			2011	978-5-7596	23.01.2012 9:40	http://iprbookshop.ru/5052.htm
5267	Малый бизнес. Стратег ДМК Пресс Маслов Д.В., Белок			2008	5-94074-38	23.01.2012 11:37	http://iprbookshop.ru/5267.htm
4155	Общая и молекулярна Сибирское уни Жимулев И.Ф.			2007	978-5-379-	23.01.2012 10:51	http://iprbookshop.ru/4155.htm
4157	Органическая химия. У Сибирское уни Ким А.М.			2004	5-94087-15	23.01.2012 11:13	http://iprbookshop.ru/4157.htm
4758	Применение результ Казанский гос. Рыжаков А.П.			2006		24.01.2012 10:40	http://iprbookshop.ru/4758.htm
4757	Законодательство о гр Консультант П Рыжаков А.П.			2007		24.01.2012 10:40	http://iprbookshop.ru/4757.htm
4756	Выдача судом исполн Консультант П Рыжаков А.П.			2007		24.01.2012 10:40	http://iprbookshop.ru/4756.htm
4755	Подача заявления об о Консультант П Рыжаков А.П.			2007		24.01.2012 10:40	http://iprbookshop.ru/4755.htm
4754	Фактические основани Консультант П Рыжаков А.П.			2009		24.01.2012 10:40	http://iprbookshop.ru/4754.htm
4753	Приостанавливается ли Советник юрис Рыжаков А.П.			2010		24.01.2012 10:35	http://iprbookshop.ru/4753.htm
4752	Образцы документов в НОРМА Рыжаков А.П.			2008	5-89123-67	24.01.2012 10:35	http://iprbookshop.ru/4752.htm
4751	Правоохранительные о Контракт Рыжаков А.П.			2009	5-900785-4	24.01.2012 11:01	http://iprbookshop.ru/4751.htm
4750	Постатейный коммента Московская фи Рыжаков А.П.			2011	978-5-4257	24.01.2012 10:33	http://iprbookshop.ru/4750.htm
4749	Комментарий к Закону Экзамен Рыжаков А.П.			2008	978-5-377-	24.01.2012 10:33	http://iprbookshop.ru/4749.htm
4748	Результаты сравнителя Советник юрис Рыжаков А.П.			2011		24.01.2012 10:33	http://iprbookshop.ru/4748.htm
4759	Изменение круга повод Горюнов Рыжаков А.П.			2010		24.01.2012 10:39	http://iprbookshop.ru/4759.htm
4760	Какой судья в граждан Советник юрис Рыжаков А.П.			2010		24.01.2012 10:39	http://iprbookshop.ru/4760.htm
4771	Новый взгляд на отмен Российская пр Рыжаков А.П.			2008		24.01.2012 10:36	http://iprbookshop.ru/4771.htm
4770	Неверное толкование с Консультант П Рыжаков А.П.			2007		24.01.2012 10:36	http://iprbookshop.ru/4770.htm
4769	Комментарий к Постан Консультант П Рыжаков А.П.			2008		24.01.2012 10:37	http://iprbookshop.ru/4769.htm
4768	Комментарий к Постан Консультант П Рыжаков А.П.			2008		24.01.2012 10:37	http://iprbookshop.ru/4768.htm
4767	Комментарий к Постан Консультант П Рыжаков А.П.			2008		24.01.2012 10:37	http://iprbookshop.ru/4767.htm
4766	Комментарий к постано Консультант П Рыжаков А.П.			2008		24.01.2012 10:37	http://iprbookshop.ru/4766.htm
4765	Свидетель в арбитражи Советник юрис Рыжаков А.П.			2010		24.01.2012 10:38	http://iprbookshop.ru/4765.htm
4764	Комментарий к Арбитраж Дело и сервис Рыжаков А.П.			2011	978-5-8016	24.01.2012 10:38	http://iprbookshop.ru/4764.htm
4763	Повторное участие лиц Консультант П Рыжаков А.П.			2008		24.01.2012 10:38	http://iprbookshop.ru/4763.htm

При использовании сторонних ресурсов и каталогов, полученные данные можно интегрировать с другими каталогами, а также с электронной библиотекой вуза, для этого специально даны ссылки на издания.

Практика показывает, что крупные вузы (в среднем более 10 тыс студентов) для обеспечения количественных и содержательных требований к ЭБС, используют несколько ресурсов — оцифрованные внутренние фонды, подключенные на коммерческих условиях ЭБС (одну или несколько). Нужно помнить, что аккредитационная комиссия проверяет именно содержимое ЭБС вуза (всего комплекса ресурсов, доступных студентам), а не состав конкретной ЭБС в отдельно. Поэтому при подготовке отчетных и прочих итоговых документов специалистам библиотеки необходимо обладать полной информацией и привести эти в соответствие с требуемыми консолидированными показателями. В этом случае нужно помнить о том, что в общий показатель включают только ресурсы, доступные всем студентам.

Подводя итог всем описанным выше вопросам, нельзя забывать, что работа высших учебных заведений с электронными изданиями и специализированными электронно-библиотечными системами началась с законодательной инициативы, а не с заинтересованности самой системы образования. Однако практика показывает, что ЭБС уже внедрены во многие вузы и их использование не должно затормозиться на этапе подключения и предоставления необходимых документов. Поэтому грамотное, активное и эффективное использование всех видов доступных пользователям вуза ресурсов улучшает как сам образовательный процесс через доступность большого количества тематической литературы по профилю без дополнительных личных

затрат ресурсов, так и обеспечивает стремительное увеличение фондов библиотек, экономии средств, эффективную модернизацию ее фондов. И результативность этого процесса во многом зависит от позиции вуза и стремления развивать процесс обучения.

Взаимодействие, совместная работа ЭБС и вузов, включая преподавателей и библиотечных работников – залог успеха.

РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ

**Дородников Н.А., Дородникова И.М.*

Волгоград, Волгоградский государственный технический университет,

**Санкт-Петербург, НИУ ИТМО*

Разработан лабораторный практикум для дополнительной подготовки студентов к профессиональной деятельности в области современного системного проектирования.

Role professional the focused laboratory practical work at training of specialists. Dorodnikov N., Dorodnikova I.

The laboratory practical work is developed for additional preparation of students for professional activity in the field of modern system design.

Встраиваемые системы с каждым днем получают все более широкое распространение. Сегодня микроконтроллеры можно встретить даже в большинстве домашней техники, начиная с мобильных телефонов, и кончая «умными» холодильниками и пылесосами. Также, есть еще и устройства для промышленных или исследовательских нужд, где без операционных систем реального времени просто не обойтись. Начинающие программисты, имеющие опыт в разработке только для настольных систем, не задумываются о нюансах алгоритмов планирования, о многопоточности и ограниченности ресурсов. А значит, нужна специальная подготовка. Поэтому актуальна разработка лабораторного практикума с использованием современного оборудования, аналогичного применяемого в промышленных целях, для получения студентами опыта актуальных разработок высокого уровня.

Как правило, для обучения сегодня используются стенды SDK 1.1. Они хорошо зарекомендовали себя как простые и удобные для обучения. Программы для них пишутся на языках низкого уровня (C, Assembler). Однако часто возникают недовольства, связанные с практической значимостью такого проектирования. Ведь более или менее крупные проекты используют более высокие уровни абстракции и на производстве часто используются платы с предустановленными операционными системами. На производстве важна скорость и гарантия реакции платы, а значит операционные системы, используемые в них, в большинстве своем являются операционными системами реального времени. Такие системы, в отличие от настольных, требуют иных подходов к программированию.

Для успешного составления профессионально-ориентированных заданий для практических и курсовых работ, выбран следующий алгоритм:

1. Выбор целевой операционной системы;
2. Изучение особенностей проектирования под выбранную ОСРВ;
3. Установка данной системы на плату с проверкой работоспособности и протоколированием процесса;
4. Настройка программной среды установленной системы и подготовка платы для выполнения лабораторных работ;
5. Написание системного приложения, чтобы выявить на практике все особенности и способы разработки;
6. Формулирование заданий для студентов, от простых к сложным.

Целью работы является разработка программного обеспечения для контроллера Atmel AT91SAM9263-EK и подготовка лабораторного практикума и его методического обеспечения, включающего в себя:

- ^ описание платы и ее особенностей;
- ^ сравнение доступных для нее операционных систем;
- ^ описание ОСРВ QNX;
- ^ руководство по подготовке платы;
- ^ описание всех этапов разработки;
- ^ темы лабораторных работ, позволяющих изучить основные особенности ОСРВ и встраиваемых систем, а также перечень тем курсовых работ для учащихся, с использованием выбранной ими методологии проектирования.

В качестве задач для разрабатываемой программной системы была выбрана актуальная на сегодняшний день тема: “Разработка сервера сетевого управления и контроля состояния платы на основе промышленного протокола обмена данными”

В качестве требований к разрабатываемой системе были выдвинуты:

- ▲ независимость;
- ▲ интерактивность;
- ▲ возможности по расширению и наращиванию;
- ▲ одновременная работа нескольких серверных устройств;
- ▲ надежность;
- ▲ работа в режиме реального времени.

Параметры, которые обуславливают выбор именно этой платы для учебных целей:

- ▲ разрядность (32 бита);
- ▲ высокая производительность;
- ▲ распространенность/популярность;
- ▲ невысокая стоимость;
- ▲ достаточно высокий объем памяти;
- ▲ наличие различных сетевых интерфейсов;
- ▲ наличие usb (USB-device и USB-host);
- ▲ расширяемость.

Такие параметры, как производительность, разрядность, объем памяти и наличие различных интерфейсов — важны для работы с платой, ведь на нее должна устанавливаться функциональная операционная система.

Дополнительным критерием выбора является наличие плат в магазинах города, а значит, заинтересовавшиеся студенты легко смогут приобрести такую домой. Также это гарантирует наличие дополнительной документации и обсуждений на форумах, комплекта драйверов для различных операционных систем.

Под расширяемостью понимается наличие различных интерфейсов ввода-вывода, что дает возможность расширять при необходимости функционал. Плата изобилует различными интерфейсами, что дает нам широкие возможности по расширению. Это и ISI для видеокамеры, и аудиовыход для выдачи аудиоинформации через плату, и наличие USB-host и USB-device, что позволит подключать различные устройства ввода-вывода, сенсорный экран — для возможности интерактивного прямого управления платой, и интерфейса IDE для подключения жесткого диска. Помимо всего перечисленного мы можем также подключить еще и gps и получим очень универсальное устройство, выполненное на одной плате, современное и производительное. А наличие различных сетевых интерфейсов упростит сопряжение платы с клиентским устройством и другими платами.

Выбор ОСРВ основывался на требованиях к целевой системе. Система должна быть производительной, работать с различным аппаратным обеспечением, быть достаточно популярной, с интуитивно понятной структурой, клиент-серверной архитектурой, конфигурируемой, надежной и простой, без лишних сервисов. Также, она должна иметь возможность работать в виртуальной машине и иметь удобные средства разработки, а также иметь бесплатную лицензию для некоммерческого использования.

В работе проведено сравнение таких систем и обоснован выбор ОСРВ QNX версии QNX-Neutrino 6.4.0.

Далее, ставится целью написание сложного приложения, при написании которого студенту придется разобраться во всех особенностях платы и операционной системы. Более того, приложение должно иметь и практическую значимость. Выбранное и разработанное целевое системное приложение представляет собой реализацию промышленного протокола Modbus, работающего через TCP.

Был произведен обзор протокола, и на его основе написан сервер для данного микроконтроллера. Программа поддерживает работу с регистрами. Использовалась работа с потоками и сокетами. Сервер работает в режиме мультитреда.

Программа поддерживает режимы работы демоном, режим дебага, дампы можно подавать в отдельный файл, конфигурация производится через параметры запуска.

Этапы создания приложения использовались для создания методической части лабораторного практикума.

В качестве тем для лабораторных работ выбраны те, которые связаны с особенностями операционной системы. Это программирование сокетов, тредов, форки, работа с графикой (photon) мультимедиа, работа с устройствами ввода-вывода, системными таймерами, многопоточность, асинхронное взаимодействие.

В рамках курсовых проектов предлагается возможность выбирать себе задание, актуальное на данный момент и выполнять его группами по несколько человек, получая опыт групповой разработки и улучшая навыки работы в команде.

Студентам предлагается также выбрать себе методологию разработки, систему управления версиями и показать на практике, как они могут параллельно писать различные программные модули. Актуальность решаемых проблем исключит списывание и увеличит пользу от решения задачи. Для курсовых проектов желательно выбирать сложные задания, включающие в себя сопряжение устройств, работу с внешними устройствами, синхронизацию, реализацию каких-либо протоколов передачи.

Лабораторный практикум предлагается для использования преподавателями курсов “Информационно-управляющие системы” и “Интерфейсы периферийных устройств” для дополнительной подготовки студентов к профессиональной деятельности в области современного системного проектирования.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Бочаров М. И., Козлов О.А., *Симонова И.В.
Москва, ФГНУ ИИО РАО; *Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена

В статье представлен системный подход, реализующий методологические, организационные, содержательные, дидактические и технологические аспекты для решения в системе профессионального образования педагогических проблем, связанных с обучением основам информационной безопасности как инвариантной составляющей информационной подготовки, направленной на формирование информационной культуры личности.

The analysis of modern educational of pedagogical shots in the field of information security. Bocharov M.I., Kozlov O.A., Simonova I.V.

The article submits the system approach realizing methodological, organizational, substantial and didactic technological aspects for the decision in the system of vocational training of pedagogical problems, connected with training to the bases of information safety as the invariant making information preparation, directed to the formation of information culture of the person.

Глубокое понимание проблематики информационной безопасности подготавливаемыми в системе высшего профессионального образования специалистами в области образования может быть достигнуто образовательной деятельностью по направлению совершенствования информационной подготовки специалистов в области информационной безопасности за счет введения в соответствующие Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования дидактических единиц, объективно отражающих значимость и научный уровень решения этой проблемы, создания и укрепления внутродисциплинарных связей дисциплин информационного цикла и междисциплинарных связей с дисциплинами других разделов в рамках единой методической системы, обеспечивающей формирование уровня информационной культуры специалиста с обязательной составляющей – компетентностью в области информационной безопасности.

Для самой широкой категории специалистов, являющихся конечными пользователями современных информационных и коммуникационных технологий, в том числе и для будущих бакалавров и магистров педагогического образования, весь спектр вопросов по информационной безопасности в настоящее время сконцентрирован в курсе информатики и информационных технологий, что существенно сужает рассмотрение проблемы и нуждается в корректировке.

Вопросы информационной безопасности с той или иной степенью полноты и детализации нашли отражение в учебных планах и программах подготовки специалистов прикладной информатики (по областям) в том числе и в области образования и других категорий ИТ-специалистов. Помимо изучения проблематики информационной безопасности и защиты информации в рамках дисциплин информационного цикла их знания в этой области развиваются и систематизируются в рамках общепрофессиональных и специальных дисциплин соответствующей направленности [1].

Подготовка в области информационной безопасности носит ярко выраженный мультидисциплинарный характер: помимо знания информатики, информационных технологий и математики необходимо учебное соприкосновение с такими областями знаний, как философия, социология, культурология, правоведение[2].

В настоящее время развитие и совершенствование информационной подготовки студентов по направлению педагогического образования и прикладной информатики (образование) связано с изучением информатики, информационных и коммуникационных технологий, информационных систем, а также получением умений и навыков их использования (офисные приложения, информационные системы в сферах специализаций и т.п.) в предметной области по предназначению[3].

Применительно к разделу «Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата» в «Федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования» по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (квалификация (степень) «бакалавр») указано, что выпускник должен обладать 16 общекультурными компетенциями (ОК), в числе которых «способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-12)». В профессиональных компетенциях (ПК) выпускника в области педагогической деятельности, указана такая компетенция, которой он должен обладать «готовностью к обеспечению охраны жизни и здоровья

обучающихся в учебно-воспитательном процессе и внеурочной деятельности (ПК- 8)». Аспект информационной безопасности здесь может подразумеваться в обеспечении здоровья обучающихся, а именно, в части связанной с негативным информационным воздействием на них, поступающим из различных информационных источников и с другой стороны в отсутствии доступа к информации, доступность которой обеспечивается на законодательном уровне, а также учете эргономических особенностей организации процесса работы с информацией, представленной на электронных носителях.

Основная образовательная программа (ООП) бакалавриата по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование предусматривает изучение следующих учебных циклов: гуманитарный, социальный и экономический циклы; математический и естественнонаучный цикл; профессиональный цикл; и разделов: физическая культура; учебная и производственная практики; итоговая государственная аттестация.

В разделе ООП «Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть», можно выделить содержательные элементы обучения ИБ, которые формируются в результате изучения базовой части цикла, так обучающийся, в том числе, должен уметь: создавать педагогически целесообразную и психологически безопасную образовательную среду, владеть: способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы); способами осуществления психолого-педагогической поддержки и сопровождения; способами предупреждения девиантного поведения и правонарушений.

В «Требованиях к условиям реализации основных образовательных программ бакалавриата», в том числе указано, «Оперативный обмен информацией с отечественными и зарубежными вузами и организациями должен осуществляться с соблюдением требований законодательства Российской Федерации об интеллектуальной собственности и международных договоров Российской Федерации в области интеллектуальной собственности. Для обучающихся должен быть обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам».

В «Характеристике профессиональной деятельности магистров» по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика (образование), указано, что он должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью ООП магистратуры и видами профессиональной деятельности в том числе и производственно-технологической деятельности: «принятие решений в процессе эксплуатации ИС предприятий и организаций по обеспечению требуемого качества, надежности и информационной безопасности ее сервисов».

В «Требованиях к результатам освоения основных образовательных программ магистратуры» указано, что выпускник должен обладать в том числе такой общекультурной компетенцией (ОК): способен понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-7) и профессиональной компетенцией (ПК) в производственно-технологической деятельности: «способен использовать передовые методы оценки качества, надежности и информационной безопасности ИС в процессе эксплуатации прикладных ИС (ПК-25)».

В структуре ООП магистров» по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика (образование) в «Профессиональном цикле Базовой (общепрофессиональной) части» Учебных циклов и проектируемых результатов их освоения указано, что в результате изучения базовой части цикла, студент должен, в том числе знать: «методы оценки экономической эффективности и качества, управления надежностью и информационной безопасностью».

Как можно видеть из приведенных выдержек, что применительно к вопросам, связанным с «Информационными технологиями в образовании» содержащимися в «Математической и естественнонаучном цикле Базовой части квалификационных характеристик выпускников» по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (бакалавр) они не содержат никаких обязательных требований по вопросам информационной безопасности. При всей многовариантности дидактического содержания дисциплин «Философия», «Психология», «Естественнонаучная картина мира» «Экономика образования», «Основы математической обработки информации» и «Безопасность жизнедеятельности» лишь в малой части из них имеются дидактические единицы, относящиеся к области знаний по информационной безопасности, акцентированные на защиту информации. И только студенты, обучающиеся по специальности «Прикладная информатика (по областям)» получают необходимый минимум знаний по основам информационной безопасности в рамках соответствующей дисциплины «Информационная безопасность»[4].

Каждый учебный цикл по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (бакалавр) имеет базовую (обязательную) часть и вариативную (профильную), устанавливаемую вузом. Вариативная (профильная) часть дает возможность расширения и (или) углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет обучающемуся получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) для продолжения профессионального образования в магистратуре. За счет вариативной части, может быть восполнено формирование комплексного представления в области ИБ у будущих бакалавров Педагогического образования.

Сложность, многоаспектность и чрезвычайная важность для пользователей информационных и коммуникационных технологий проблематики информационной безопасности требуют комплексного, системного подхода к её изучению. Акцент на защиту информации при использовании информационных и коммуникационных технологий, сохранившийся «по инерции» со времён, когда собственником информации

было только государство, и оно же решало все вопросы, связанные с защитой информации, а главенствующим был аспект конфиденциальности, в настоящее время архаичен. Такой акцент правомерен и необходим, например, при подготовке специалистов в области информационной безопасности, криптографии, защиты информации в органах управления и автоматизированных системах критических приложений. Однако, применительно к сфере педагогического образования, вопросы защиты информации являются лишь частью проблемы информационной безопасности возникающих в условиях информационного общества. Участником процессов связанных с ИБ в той или иной степени является каждый член современного постиндустриального общества. Поэтому решением специфических задач защиты информации в современном киберпространстве должны заниматься соответствующие специалисты, проектирующие, создающие и эксплуатирующие комплексные системы защиты информации. А для «обычного», квалифицированного пользователя информационных и коммуникационных технологий, каковым является любой современный специалист в сфере педагогики, уровень знаний, умений и навыков по применению информационных и коммуникационных технологий должен рассматриваться в контексте триады: «безопасность личности – социальная безопасность – информационная безопасность», где собственно защита информации должна носить личностно-ориентированный, «гигиенический» характер. Особую остроту приобретает гуманитарная составляющая проблемы информационной безопасности, предполагающая при подготовке специалистов решение задач «защиты от информации», адекватного гражданского воспитания, основанного, в т.ч. на информационном праве, высокой информационной культуры [5, 6].

Информационная подготовка будущих бакалавров, магистров в области образования, закладывающая фундамент их информационной культуры с обязательной составляющей – информационной безопасностью, строится в соответствии с профессиональными требованиями, отраженными в соответствующих государственных образовательных стандартах, по которым выпускник должен обладать: «владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения», «готовностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, готовностью работать с компьютером как средством управления информацией», «выпускные квалификационные работы предполагают: анализ и обработку информации, полученной в результате изучения широкого круга источников (документов, статистических данных) и научной литературы по профилю ООП магистратуры; анализ, обработку, систематизацию данных, полученных в ходе наблюдений и экспериментального изучения объектов сферы профессиональной деятельности; разработку проекта, имеющего практическую значимость». Эти основы информационной культуры, в первую очередь, учитывают технологическую и секьюритологическую составляющие сферы информационной безопасности.

Анализ содержания стандартов магистров по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование показал, что применительно к вопросам, связанным с информатикой в целом и информационной безопасностью в частности, квалификационные характеристики выпускников не содержат никаких обязательных требований. Вопросы, связанные с информатикой, включены в требования к профессиональной подготовленности выпускников по дисциплинам «Инновационные процессы в образовании», «Информационные технологии в профессиональной деятельности», однако вопросы информационной безопасности в явном виде не находят своего отражения в текстах соответствующих разделов стандартов.

В государственных образовательных стандартах по специальностям, 050100 Педагогическое образование (квалификация (степень) «бакалавр», «магистр»), для изучения проблематики информационной безопасности в дисциплину Математического и естественнонаучного цикла Базовой части «Информационные технологии в образовании» для бакалавров и в дисциплину ««Информационные технологии в профессиональной деятельности»» для магистров педагогического образования необходимо включить дидактическую единицу «Основы и методы информационной безопасности», а для магистров по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика (образование) необходимо включить дидактические единицы, отражающие особенности обеспечения ИБ в образовательном учреждении и объединить полученный комплекс дисциплин по ИБ в целостную систему.

Приведенный анализ стандартов, подтверждает ограниченность выбора дидактических единиц по информационной безопасности в дисциплинах информационного цикла. Конечно же, внимание, уделяемое проблеме информационной безопасности в дисциплинах информационного цикла, несоразмерно ее важности и актуальности.

Поэтому системное разрешение вышеуказанного противоречия, обеспечивающее эффективный рост уровня информационной подготовки и компетентности студентов педагогических специальностей в области информационной безопасности в соответствии с требованиями современной информационной среды и социальных отношений возможно путём разработки и реализации методической системы обучения основам информационной безопасности, что является актуальной и многоаспектной научной проблемой.

Подготовка студентов педагогических специальностей в области информационной безопасности может рассматриваться и как процесс, и как педагогическая система, которая должна проектироваться и реализовываться с учётом принципов изоморфизма, выражающего свойства одинаковости и аналогичности, гомоморфизма, выражающего подобие, и толерантности, выражающего восприимчивость к учёту разноректорных требований.

Концепция обучения информационной безопасности студентов педагогических специальностей должна основываться на понимании назначения, роли и целей этих знаний в современной системе образования,

трактовке способов их отражения в качестве обязательной составляющей информационной подготовки, и представлять собой систему взглядов на основные задачи, принципы формирования и направления развития методической системы обучения информационной безопасности студентов вуза [7].

Построение такой концепции, в общем плане [8], включает следующие этапы: обоснование необходимости создания; формирование целей обучения с учётом прогностики; выявление межпредметных связей; определение принципов отбора содержания и его структуры [9]; разработку структуры подготовки по основам информационной безопасности; разработку предложений по корректировке законодательной базы в части Государственных образовательных стандартов по педагогическому образованию, требований к уровню [10] и качеству подготовки обучаемых в области информационной безопасности; выбор основных подходов к организации учебного процесса; изложение требований к разработке учебных программ и планов, дидактических материалов, технологической поддержке обучения; планирование мероприятий по реализации концепции; выявление долгосрочных перспектив развития подготовки в области информационной безопасности как составной части информационной подготовки.

Литература

1. Сухомлин В.А. ИТ-образование: концепция, образовательные стандарты, процесс стандартизации. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 175 с.
2. Бочаров М. И., Симонова И.В. Преемственность содержания обучения информационной безопасности в новых федеральных государственных образовательных стандартах общего образования // Информатика и образование/ – М., 2011, № 6. – С. 14-17.
3. Симонова И.В., Бочаров М. И. Концептуальные основы методической системы непрерывного обучения информационной безопасности школьников / Вестник Российского университета дружбы народов /Серия Информатизация образования/- М., 2011, № 4. – С. 15-20.
4. Заболотский В. П., Степанов А. Г. Информационная безопасность как составляющая системы обучения информатике в высших учебных заведениях по экономическим специальностям / III Санкт-Петербургская межрегиональная конференция «Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2003). – СПб., 2003. – С.170.
5. Поляков В.П. Аспекты информационной безопасности в подготовке специалистов в системе ВПО // Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сборник докладов НПК. – М.: МАКС Пресс, 2005. С. 652
6. Горбатов В.С., Малюк А.А., Толстой А.И. Концепция развития межведомственной системы подготовки специалистов в области обеспечения информационной безопасности / Безопасность информационных технологий. 2005, №2. – С.18-20
7. Ракинина Е.А. Теоретические основы построения концепции непрерывного курса информатики. – М.: Информатика и образование, 2002. – 88с.
8. Козлов, О.А., Поляков, В.П. Обучение информационной безопасности студентов вузов: Концепция / О.А. Козлов, В.П. Поляков. – М.: ИИО РАО, 2007. – 164 с.
9. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). 2-е издание, дополненное. – М.: ИИО РАО, 2008. –274 с.
10. Бочаров М.И. Уровни обучения информационной безопасности в высшем профессиональном образовании педагогов / Ученые записки. Вып. 29. Часть 1. — М.: ИИО РАО, 2009. 245 с. — С. 228-230.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА, АНАЛИЗА И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ О ФУНКЦИОНИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Абрамов А.Г., Булакина М.Б., Иванников А.Д.

Москва, Федеральное государственное автономное учреждение "Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций" (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика")

В докладе представляются результаты выполнения проекта по созданию и развитию автоматизированной системы сбора, анализа и представления информации о функционировании системы дополнительного профессионального образования (ДПО) в субъектах Российской Федерации. Обсуждаются основные функции и возможности автоматизированной системы, приводятся некоторые статистические показатели обучения по программам ДПО в РФ по итогам 2011 года, рассчитанные на основе занесенных в нее сведений.

Automatization of collection, analysis and representation of data on efficiency of functioning of additional professional education structure in Russia. Abramov A., Bulakina M., Ivannikov A.

The contribution sets out the results of the project on creation and development of the automatized system on the collection, analysis and representation of the information on functioning of the structure of the additional professional education (APE) in the Federal subjects of Russia. The kernel functionality and capabilities of the automatized system

are discussed, some statistical indicators of education on the APE programs in Russian Federation in 2011 year, calculated on the base of the data loaded, are presented.

Приведение содержания и структуры профессионального образования в соответствие современным реалиям рынка труда в России происходит в период перехода к новым образовательным стандартам и в условиях повышенной потребности в оценке эффективности их внедрения в масштабах всей страны. Весьма важная роль в этом отводится комплексной оценке эффективности функционирования системы дополнительного профессионального образования (ДПО) - ключевой компоненты системы непрерывного профессионального образования, предоставляющей специалистам широкие возможности для повышения квалификации и профессиональной переподготовки.

Начиная с 2005 года, статистические сведения об обучении по программам ДПО от образовательных учреждений запрашивались и собирались ответственными подразделениями Минобрнауки России в бумажном виде в соответствии с утвержденной Росстатом (постановление №65 от 29.08.2005 г.) формой федерального государственного статистического наблюдения №1-ПК, а обработка данных происходила в ручном режиме. Повышение оперативности, эффективности и качества сбора, многопараметрической обработки и наглядного представления статистической информации о функционировании системы ДПО может быть достигнуто за счет использования современных информационно-коммуникационных технологий.

В течение 2011 года по заданию Минобрнауки России в рамках выполнения Государственного контракта (№12.P20.11.0002 от 24.08.2011 г.) был разработан и внедрен в эксплуатацию специализированный программный инструмент для распределенной работы со статистической информацией по программам ДПО в автоматизированном режиме [1, 2]. Автоматизированная система (далее - АС ДПО) доступна в сети Интернет по адресу <http://as-dpe.mon.gov.ru>.

Система представляет собой веб-ориентированное приложение с доступом через Интернет, реализованное на базе свободно распространяемого программного обеспечения. Удаленная работа с системой осуществляется с помощью стандартного веб-браузера и не требует установки дополнительных программ на компьютере пользователя.

В настоящее время АС ДПО обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- автоматизация сбора, обработки и анализа показателей статистической информации о функционировании системы ДПО на базе учреждений профессионального образования (ДПО, СПО и ВПО) в субъектах РФ;
- автоматизация контроля статистических показателей;
- консолидация статистических данных и формирование статистической отчетности на уровне Минобрнауки России;
- формирование аналитических отчетов, в том числе диаграмм, графиков, корреляционных схем с возможностью их последующего анализа;
- регистрация и аутентификация различных категорий (ролей) пользователей;
- обеспечение (настройка) ролевого профиля пользователя и предоставление сервисов в соответствии с установленным профилем.

АС ДПО предоставляет удобные и интуитивно понятные интерфейсы для добавления и редактирования статистических сведений авторизованными представителями образовательных учреждений, а также для просмотра занесенных данных ответственными представителями федеральных органов управления образованием. Система имеет встроенные механизмы визуального построения аналитических выборок и статистических отчетов по различным критериям, представления отчетных форм в табличном и графическом виде, функции экспорта заполненных форм и статистических отчетов в файлы различных форматов (рис. 1).

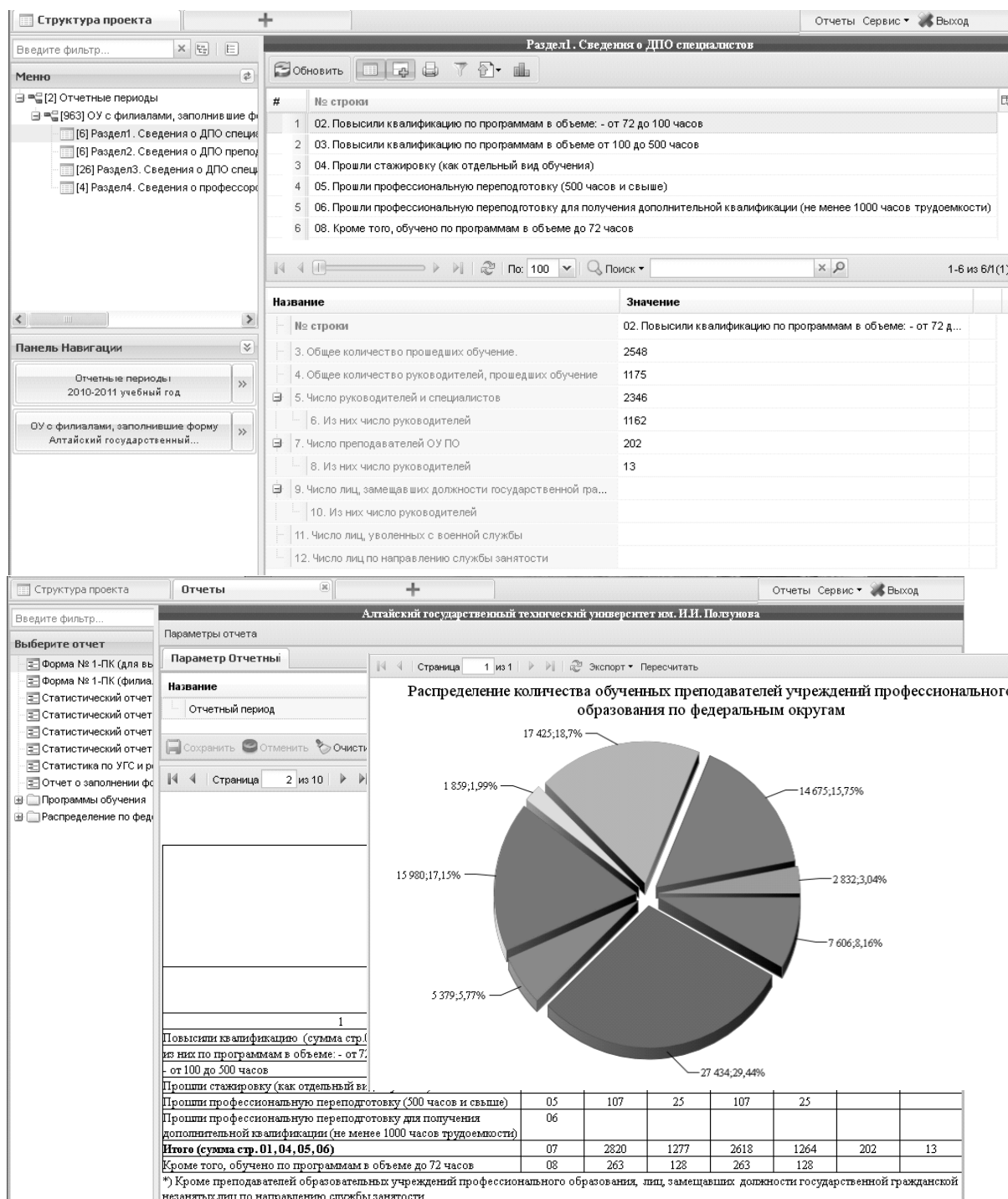


Рис. 1. Рабочее пространство АС ДПО: примеры просмотра отчетных форм и вывода статистических данных в табличном и графическом виде.

Развитые функциональные возможности системы в совокупности с трудозатратной деятельностью организационно-методического характера позволили в течение нескольких месяцев 2011 года собрать в автоматизированном режиме сведения от образовательных учреждений ДПО, ВПО и СПО из 83 субъектов России, осуществлявших в 2010-2011 учебном году программы обучения по различным направлениям дополнительного профессионального образования:

- сведения о ДПО специалистов;
- сведения о ДПО преподавательского состава образовательных учреждений профессионального образования;
- сведения о ДПО специалистов по видам обучения, укрупненным группам специальностей и направлений подготовки;
- сведения о профессорско-преподавательском составе учреждений.

На данный момент в системе зарегистрировано уже больше тысячи ответственных представителей образовательных учреждений из всех субъектов РФ, среди которых:

- от образовательных учреждений ДПО - 79;
- от образовательных учреждений ВПО - 606 (в том числе 199 филиалов), среди них - представители ведущих вузов - МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГУ, 8 федеральных университетов, 29 национальных исследовательских университетов;
- от образовательных учреждений СПО - 341.

Количество заполненных в режиме онлайн статистических отчетных форм, соответствующих форме федерального государственного статистического наблюдения №1-ПК, составило более 800 единиц.

На основе собранной в базе данных АС ДПО статистической информации был подготовлен и издан в печатном виде аналитический доклад [3] о функционировании системы ДПО в РФ в 2011 году, в котором представлены и проанализированы данные по следующим направлениям:

- распределение обученных слушателей по программам ДПО (повышение квалификации, профессиональная переподготовка, стажировка);
- показатели, характеризующие обучение по программам ДПО разных категорий учащихся - преподавателей учреждений профессионального образования, слушателей, направленных службами занятости, лиц, уволенных с военной службы;
- показатели, характеризующие профессорско-преподавательский состав;
- распределение обученных слушателей по федеральным округам;
- общие тенденции обучения слушателей по разным программам ДПО и УГС в образовательных учреждениях ВПО, ДПО и СПО;
- ДПО по укрупненным группам специальностей (УГС) в федеральных и национальных исследовательских университетах;
- распределение обученных слушателей по источнику финансирования (бюджет, внебюджет).

Согласно представленным сведениям, суммарное число обученных по программам ДПО в РФ в 2010-2011 учебном году составило более 920 тыс. человек (рис. 2). При этом наибольшее количество специалистов было обучено по программам повышения квалификации (почти 843 тыс. чел. или более 80% от общего числа обученных). Существенно меньше специалистов прошли профессиональную переподготовку (примерно 71 тыс. чел.), при этом около 55 тыс. чел. было обучено по программе 500 часов и свыше и только 16 тыс. чел. - в объеме более 1000 часов. По программам стажировки прошли обучение всего около 3 тыс. чел.

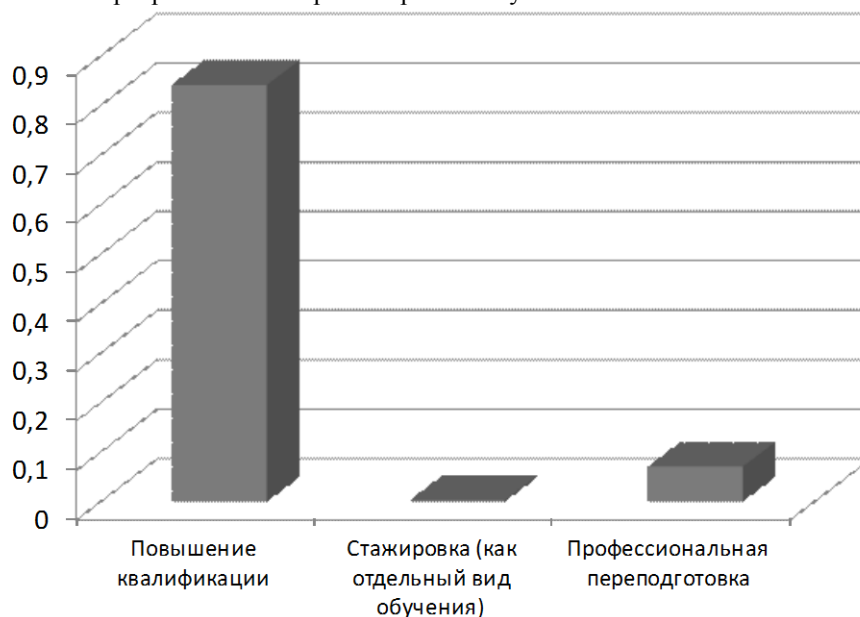


Рис. 2. Соотношение количества обученных слушателей по программам повышения квалификации, профессиональной переподготовки и стажировки (в млн. чел.).

Отмеченная тенденция имеет место и для соотношения программ обучения преподавателей учреждений профессионального образования, а также слушателей, направленных службами занятости. Вместе с тем, у лиц, уволенных с военной службы, преобладает обучение по программам профессиональной переподготовки (более 80%).

На рис. 3 представлено распределение слушателей, прошедших обучение по программам ДПО в течение отчетного периода, по федеральным округам России (абсолютные цифры), а также распределение количества обученных слушателей по укрупненным группам специальностей (УГС) и направлениям подготовки (нормированные данные).

Видно, что наибольшее количество специалистов было обучено в Центральном ФО (356,2 тыс. чел. или 38,6% от общего числа). Далее в порядке убывания следуют Приволжский (17,8%), Сибирский (14,0%) и Северо-Западный (11,6%) округа. Среди УГС наибольшим спросом пользуются направления педагогики и

психологии, а также здравоохранение. Следующая группа специальностей, характеризующаяся меньшим количеством обученных (но превышающим планку в 5% от общего числа), включает в себя направления: информационные технологии и информационная безопасность, государственное и муниципальное управление, техника и технологии, менеджмент. Можно заметить, что подобная тенденция распределения обученных специалистов по УГС и направлениям подготовки типична для большинства федеральных округов.

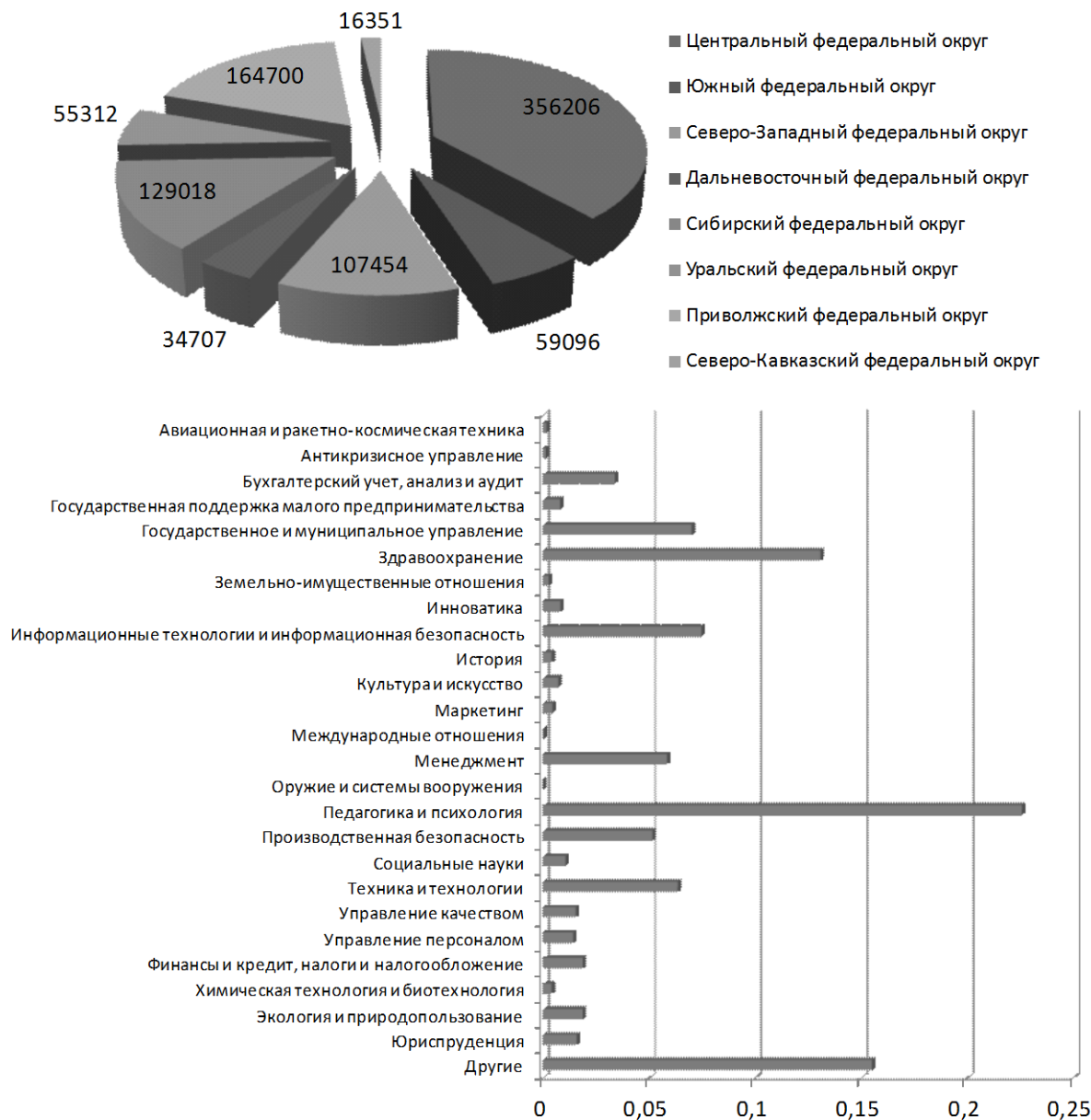


Рис. 3. Распределение количества слушателей по федеральным округам РФ (список округов соответствует движению по диаграмме в направлении по часовой стрелке); распределение количества слушателей по УГС и направлениям подготовки.

Более подробно статистические сведения представлены в тексте упомянутого аналитического доклада, электронная версия которого свободно доступна на сайте АС ДПО. Также в докладе на основе результатов сбора, анализа и систематизации собранных данных от учреждений профессионального образования производится комплексная оценка эффективности функционирования системы ДПО. Кроме того, сформулирован ряд предложений по модернизации формы федерального государственного статистического наблюдения №1-ПК.

В текущем году выполнение работ по проекту продолжается. Начат сбор статистических данных от образовательных учреждений по реализованным программам ДПО за следующий отчетный период (2011-2012 г.). На основе собранных данных и согласно разработанной в рамках проекта методике предполагается выполнить интегральную оценку эффективности функционирования системы ДПО в субъектах РФ по разным направлениям, а также выработать конкретные предложения и рекомендации по повышению ее эффективности.

Литература

1. Абрамов А.Г., Булакина М.Б., Иванников А.Д., Кривошеев А.О. Система дополнительного профессионального образования РФ: некоторые статистические показатели по результатам сбора данных в автоматизированном режиме / Труды XIX Всероссийской научно-методической конференции "Телематика-2012", Санкт-Петербург, 25-28 июня 2012 г. Т. 1. С. 55-57.
2. Абрамов А.Г., Булакина М.Б., Иванников А.Д., Кривошеев А.О., Мосичева И.А. Автоматизация сбора статистических данных и интегральный подход к анализу и оценке эффективности функционирования системы дополнительного профессионального образования в РФ // Информатизация образования и науки. 2012 (принято к публикации).
3. Абрамов А.Г., Булакина М.Б., Иванников А.Д., Кикнадзе Е.С., Кривошеев А.О., Плосковитов А.Б., Симонов А.В. Аналитический доклад по функционированию системы дополнительного профессионального образования в Российской Федерации в 2011 году. - М.: ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика", 2011. - 79 с.
4. Отчет по исполнению I этапа Государственного контракта №12.P20.11.0002 от 24 августа 2011 г. "Создание и внедрение системы сбора, анализа и представления информации о функционировании системы дополнительного профессионального образования на базе учреждений профессионального образования (ДПО, СПО и ВПО) в субъектах Российской Федерации" (Москва, ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика", 2011 г.).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПРИ ОБУЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЯМ ORACLE

Егоркина Е.Б., Иванов М.Н.
Москва, ФГБОУ ВПО «МГИУ»

В статье рассмотрена задача построения специализированной LMS для обучения студентов технологиям Oracle. Описаны причины необходимости разработки данной системы. Приводятся основные проблемы и пути их решения.

Automation of practice classes in learning Oracle technologies. Egorkina E.B., Ivanov M.N.

The problem of building specialized LMS for training students at Oracle technologies is discussed. The reasons of necessity of developing this system are described. The main issues and ways to solve them are presented.

В настоящее время построение учебного процесса претерпевает значительные изменения. Уровень развития информационных технологий, а вместе с ними и технологий дистанционного обучения предоставляет множество средств, позволяющих сделать процесс обучения более эффективным. Это расширяет границы аудитории и делает обучение более мобильным. Сейчас образование стало доступным более широкой массе населения. Оно стирает территориальные и физические ограничения.

Дистанционное обучение, электронные курсы, вебинары все прочнее входят в образовательную среду. Новые инструменты требуют пересмотра подходов к организации занятий и всего учебного процесса, создания новых образовательных стандартов, а также повышения квалификации преподавателей. За прошедшее время появился набор разнообразных LMS, как свободно распространяемых, так и коммерческих, обладающих своими особенностями, но имеющих схожую основу организации. Такие системы стали наиболее распространенным инструментом для планирования и организации учебного процесса. Следующей задачей стал вопрос о том, что такое электронный курс? Как и какими средствами должен быть организован электронный контент? На самом деле это серьезная задача, требующая участия педагогов, психологов, IT-специалистов. При этом решение задачи индивидуально для каждой группы дисциплин. Как правило, наибольшее распространение получают курсы по экономике, менеджменту, юриспруденции. Их построение несколько проще и не требует сложной организации «он-лайн» занятий, в то время как, например, для полноценного изучения иностранного языка (вариант «читаю/пишу со словарем» не рассматривается) просто необходима регулярная организация вебинаров. Аналогичная ситуация с преподаванием творческих дисциплин, где необходим постоянный визуальный контакт и т.д.

Одной из особенностей построения курса для технических дисциплин стал вопрос организации лабораторных работ. Как провести занятие на расстоянии? Где взять лабораторную установку? Как оценивать результаты? Ответы на данные запросы зависят от тематики и содержания каждой работы. Например, для проведения опыта по химии можно смоделировать процесс в виртуальной лабораторной работе с использованием технологии flash. Результаты могут быть зафиксированы автоматически или же могут быть оформлены в виде отчета, в т.ч. для персональной проверки вручную. Сложность построения виртуальной работы – проработка детализированного сценария, предусматривающего множество возможных результатов опыта, в т.ч. ошибочных. При обучении работе на сложных станках необходимы навыки работы с реальным оборудованием. В этом случае предпочтительное решение – разработка системы дистанционного управления физическими устройствами. Здесь присутствуют свои ограничения, такие как фиксированное время работы, пропускная способность (одновременное управление невозможно) и т.д.

Обучение технологиям Oracle также имеет свою специфику и особенности организации. Корпорация Oracle является одним из лидеров на рынке систем управления базами данных. Кроме того, она является разработчиком связующего программного обеспечения и бизнес-приложений (ERP- и CRM-систем, специализированных отраслевых приложений), а также аппаратно-программных комплексов и серверного оборудования. Благодаря проводимой корпорацией академической инициативе Oracle Academy, вузы имеют возможность получения теоретических материалов и практических заданий, что существенно облегчает подготовку электронного курса, но недостаточно для проведения занятий дистанционно. Конечно, каждую группу продуктов следует рассматривать индивидуально. Остановимся на самой широко распространенной у нас базовой группе – средствах СУБД.

Построение теоретической составляющей курса хорошо проходит именно в виде электронных материалов. Для знакомства с общей информацией о продуктах и технологиях наилучшим образом подходит формат презентаций и интерактивных схем. Предметное изложение зависит от содержания рассматриваемой технологии, но в большинстве случаев также лучше всего представляется в виде интерактивных презентаций и видеороликов. Как видим, теоретический материал не содержит особых трудностей в подготовке и адаптации, в то время как проведение практических занятий и оценка приобретенных навыков требует специального решения.

Организация практических занятий аналогична проведению лабораторной работы – требуется специальное оборудование, где функционируют изучаемые продукты Oracle, а также средства для организации и выполнения работы. Ограничений по времени работы и пропускной способности в данном случае нет, т.е. количество одновременных подключений достаточно велико, но необходимо специальное программное обеспечение, позволяющее взаимодействовать с оборудованием и решать поставленные задачи. Если занятие проходит в аудитории, то подготовка рабочих мест не вызывает сложностей. Если же работа ведется дистанционно, то начинающему слушателю будет непросто настроить необходимые средства.

Далее, слушатель выполнил лабораторную работу, но как проверить и оценить результат? Ведь известно, что задача построения алгоритма может быть решена множеством способов. При этом можно оценивать такие параметры как корректность результата, эффективность решения, универсальность, расширяемость и т.д. При большом количестве слушателей для оценки перечисленных параметров работы требуется большое количество преподавателей или ассистентов. Но оценку некоторых параметров, например, корректность и эффективность, можно автоматизировать.

Построение специализированной LMS решает все поставленные задачи. Эта система является полнофункциональной средой работы слушателя и преподавателя. Для слушателя это в первую очередь личный кабинет, где собрана вся информация по изучаемому курсу – план работ, учебные материалы, задачи лабораторных работ и результаты с комментариями преподавателя по каждому выполненному заданию. Встроенный в систему модуль, позволяющий взаимодействовать с необходимым оборудованием, исключает необходимость подготовки рабочего места. Слушателю уже не требуется заниматься специальной настройкой своего оборудования для занятий. Все, что необходимо – это доступ в систему, где специальная среда для выполнения работы выступает в роли связующего ПО.

Для преподавателя система предоставляет возможность подготовки и изменения содержания курса, статистику по работе слушателей, а также средства проверки заданий. Как упоминалось выше, ряд параметров оценки решения можно автоматизировать. Такая возможность значительно сокращает количество преподавателей, необходимых для проведения занятий.

1. Параметр корректности можно вычислить путем сравнения результатов выполненной работы с результатами эталонного решения. Для этого в специальной среде воспроизводится ход выполнения работы слушателем и параллельно воспроизводится эталонное решение. Далее анализируются сходства и различия состояний, полученных после завершения обоих процессов.

2. Параметр эффективности может быть вычислен с помощью встроенных средств Oracle, предназначенных для оценки производительности заданных операций.

Другие параметры решения, такие как масштабируемость, универсальность и пр., носят индивидуальный характер и плохо поддаются автоматизации. Оценка таких показателей должна анализироваться вручную по каждому решению в отдельности.

Кроме перечисленных возможностей, необходимых для проведения занятий, система обладает и дополнительными преимуществами. Например, построение индивидуальной траектории обучения слушателя. Задачи курса достаточно разнообразны и обладают разным уровнем сложности. Следовательно, их можно условно поделить на несколько групп. Первая группа – базовая, является необходимым минимумом, который должен освоить пользователь. Далее, группы дополнительных задач, обладающих повышенной сложностью, могут выполняться слушателем в зависимости от его успехов на предыдущих этапах. Таким образом, каждым участником приобретаются навыки такого объема и сложности, которые он способен воспринять, от чего впоследствии будет зависеть полученная квалификация.

Описанная система является эффективным инструментом для проведения очных занятий со студентами, а для обучения по заочной форме становится необходимым инструментом, снимающим ряд трудностей, связанных с кадровым составом, а также с услугами администрирования и технической поддержкой слушателей. При этом, ряд дополнительных возможностей позволяет сделать учебный процесс более гибким и контролируемым.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В СФЕРЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ

Елисеева Е.В., Злобина С.Н.

г. Брянск, ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет им.акад. И.Г.Петровского» (БГУ)

В статье рассматриваются подходы к организации образовательного процесса с использованием Интернет-технологий, обосновывается необходимость разумного сочетания образовательных onsite/ online стратегий, дополненных фазами тесного общения студентов с преподавателями и самостоятельной работой с Интернет-ресурсами.

Innovative approaches to use internet technology for training of personnel in IT-technology.

Eliseeva, EV, Zlobiba S.N.

This article discusses approaches to the educational process with the use of Internet technology, the necessity of a reasonable combination of education onsite / online strategies, complete with phases close contact with teachers and students' independent work with Internet resources.

В современной России информатизация общества становится катализатором системных изменений в образовании по всем направлениям информационного инновирования: совершенствование содержания и технологий образования, развитие системы качества образовательных услуг, формирование экономических механизмов в сфере образования [1], [3], [5].

В этих условиях разработка и использование новых информационно-образовательных сред является одним из ведущих направлений совершенствования современной системы профессиональной подготовки и переподготовки кадров в сфере ИТ-технологий. Однако, в теории и практике вузовского образования эта проблема только начинает разрабатываться.

Профессиональная подготовка должна рассматриваться в современном обществе как:

- динамический процесс, конечной целью которого является формирование комплекса профессиональных качеств личности;
- целенаправленный процесс непосредственного овладения профессией через возможности использования потенциала информационных технологий в образовании, результатом которого является высокий уровень готовности ИТ-специалиста к профессиональной деятельности.

Важнейшим направлением в развитии образовательного процесса в вузе является переход к электронному образованию, позволяющему преодолевать недостатки традиционного образования. В современном вузе существуют разнообразные возможности использования Интернет-технологий, комплекс которых рассмотрен ниже.

Важную роль в системе вузовского образования играет организация самостоятельного обучения с использованием Интернет-технологий. Самостоятельная работа в этом случае может реализовываться с использованием учебных материалов из Сети с обязательным обучением пользованию этими структурированными Web-материалами, уже организованными как полноценные образовательные курсы в текстовой или мультимедийной форме. В результате у студентов появляется возможность удовлетворять свои индивидуальные образовательные потребности и запросы за счет развитых умений самостоятельного поиска необходимых сетевых образовательных ресурсов и принятия решения о доверии/недоверии к используемым источниками [2].

Рассматриваемые подходы базируются на индивидуальном обучении, при котором все чаще возникает необходимость дистанционной поддержки. Обычно такую поддержку оказывает тьютор, который руководит самостоятельной работой студента и помогает ему выбрать собственную образовательную траекторию.

Образовательная деятельность в режиме on-line структурирована таким образом, что взаимодействие между участниками является необходимым условием для коллективного роста академической группы в целом. В этом случае задача преподавателя состоит в разработке, компоновке и управлении развитием самой образовательной среды. Спектр возможного применения сетевых технологий в процессе обучения представлен довольно широко. Корпоративная компьютерная сеть вуза в этом плане может быть представлена как:

- среда, поддерживающая развитие учебной деятельности (on-line -образование);
- инструмент, который способствует развитию так называемого сетевого образовательного сообщества.

Через взаимодействие на равной основе среди всех участников сообщества и социализацию знания такие сообщества смогут создать новую образовательную основу для самоуправляемых совместных процессов обучения. Участники on-line -курсов объединены в учебные группы, которые помогают преодолеть не только индивидуальную изоляцию, но, что более важно, используют имеющиеся знания каждого студента для усиления всего потенциала группы. Коммуникация внутри виртуальной учебной группы в основном осуществляется посредством компьютерной конференции, которая представляет собой обмен сообщениями в предварительно структурированной тематической среде. Там, где это возможно, такой вид технологии комбинируется с видеоконференцией – в форме вебинара[7].

Стратегия, принятая в совместном обучении, базируется на поддержке со стороны группы тьюторов, которые исполняют роль модератора дискуссии, помощника в выполнении упражнений и организатора групповой работы.

Online-образование сочетает в себе аспекты традиционного дистанционного образования в плане присутствия индивидуального обучения с элементами удаленной связи с тьютором, с возможным взаимодействием между участниками образовательного процесса (преподавателями, студентами, экспертами).

Практика показывает, что on-line обучение в чистом виде довольно сложно реализовать в вузе по ряду причин. Во-первых, есть предметы не вполне подходящие для сетевой коммуникации. Во-вторых, некоторые участники могут быть внутренне не готовы поддерживать определенную коммуникационную динамику, построенную преимущественно на письменном взаимодействии.

Следовательно, необходимо разумное сочетание onsite/ online стратегий, дополненное фазами тесного общения студентов с преподавателями и самостоятельной сетевой работой.

Термин «смешанное» или «online/onsite» образование используется нами для обозначения такой формы образовательного процесса, в которой традиционные занятия в аудитории дополняются элементами on-line обучения— дискуссиями, дистанционными упражнениями, проектной работой нескольких участников.

Мы рассматриваем смешанное обучение как циклический процесс, объединяющий три фазы: непосредственное общение с преподавателем, самообразование, основанное на изучении рекомендованных статей и книг и on-line фазу, основанную на дискуссиях, упражнениях и совместной работе.

Один из ключевых моментов прохождения смешанного курса состоит в учете оптимального сочетания непосредственного общения с преподавателем и сугубо дистанционной деятельности. С этой точки зрения, разработчик учебного курса должен обеспечить правильный баланс между этими двумя фазами, в котором каждая из частей свободно интегрируется с другой. Другими словами, непосредственное общение с преподавателем не должно ограничиваться семинарами и лекциями, а подготавливать базу для дистанционных учебных мероприятий [7].

Для организации on-line обучения необходимо уметь планировать образовательную деятельность; определять вид поддержки, которая будет оказываться студентам; определять средства и методы оценки; внедрять программное обеспечение курса; осуществлять выбор наиболее подходящего сетевого сервиса.

Необходимо отметить, что в рамках информатизации и инновационной модернизации вузовского образования на примере Брянского государственного университета при подготовке будущих IT- специалистов нами проводятся разнообразные виды обучения с использованием Интернет-технологий.

Так, например, в рамках изучения дисциплин «Информатика», «Информационные технологии», «Мировые информационные ресурсы», «Социальная информатика», «Использование Интернет-технологий в социально-экономической сфере» предусмотрены циклы on-line лекций, которые проводятся как в рамках аудиторной работы, так и вне ее.

Для активизации и эффективного контроля усвоения материалов таких лекций предполагается цикл специальных заданий, которые позволяют при выполнении их студентами отразить общую структуру предлагаемого материала, осознать его проблемность и актуальность, необходимость в будущей профессии. Выполняя данные задания, студенты не просто запоминают и воспроизводят лекционный материал, но и системно включают его в другие модули дисциплины, устанавливают взаимосвязь учебного материала с другими предметами, строят целостный образ будущей профессии.

Важную роль занимает и роль преподавателя, который перед началом демонстрации лекции определяет для студентов задания, выдает макет лекции, делает по ходу лекции необходимые комментарии и замечания, активизирует внимание студентов, следит за технической стороной демонстрации, делает выводы по результатам работы.

Практика показывает, что за занятие студенты могут просмотреть 20-25 учебных мини-роликов и соответственно выполнить аналогичное количество заданий, что по сравнению с традиционным обучением и объяснением преподавателя сокращает временные затраты в 2 и более раз, позволяя в единицу учебного времени осваивать значительные объемы информации.

Студенты отмечают высокую наглядность и иллюстративность предлагаемых Интернет-материалов, доступность объяснения, быструю обновляемость материалов на сайтах. Обучающимся также предоставляется возможность неоднократного просмотра мини-лекций в условиях самостоятельного обучения и отработки навыков использования современных Интернет-технологий.

Теоретический анализ исследований и практический опыт включения Интернет-технологий в систему обучения, показывает, что использование разнообразных форм полноценного электронного обучения, должно стать одним из центральных направлений использования информационных технологий в образовательных процессах, что позволит добиться, наряду с другими преобразованиями, кардинальных результатов на пути трансформации традиционного обучения в инновационное, сформировать в стенах каждого вуза новую инновационную культуру учебного труда, отличающуюся приоритетом творческих задач развития конкурентных преимуществ, инициативой и коллективными формами совместного труда, доминирующей ролью знаний и творчеством в системе высшего образования.

Литература

1. Информатизация образования: направления, средства, технологии / Под общей редакцией С.И. Маслова. – М.: Издательство МЭИ, 2006.
2. Лобачев С.Л. Информационно-образовательная среда системы образования // Интернет. Общество. Личность. (тезисы докладов второй международной конференции) – Институт «Открытое общество», Санкт Петербург, 2000.
3. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под редакцией Е.С. Полат. – М., 2000.
4. Персианов В.В. Электронное образовательное пространство педагогического университета: формирование, применение, проблемы / В. В. Персианов, Н. Н. Хабаров // Информатика и образование. – 2009. – №10. – С.111-113.
5. Полонский В.М. Инновации в образовании (методологический анализ) // Инновации в образовании. – 2007. – № 2.
6. Сообщество практиков. – Режим доступа: <http://e-college.ru/elearning/analytics/a0001/>
7. Феклистов И.Ф. Инновационное управление качеством вузовских ресурсов: методологии и методы. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004.

МОНИТОРИНГ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ

Кузнецов С.М., Демиденко И.С., Шелепов А.М., Матёров И.Н., Гашкова А.В.
Новосибирский Государственный Технический Университет

В докладе приведены результаты анализа устройств защиты и автоматики тяговой сети. Предложена система мониторинга тока и напряжения фидера контактной сети способствующая повышению надёжности и селективности устройства.

Monitoring as a means of improving reliability of power supply traction network. Kuznetsov S.M., Demidenko I.S., Shelepov A.M., Materov I.N., Gashkova A.V.

The report covers the types of protection devices for traction network. The analysis of the traction network performance and its protection from short-circuit currents was done. A system for monitoring current and voltage feeder catenary was worked out.

Электрифицированная железная дорога является потребителем I категории, нарушение электроснабжения которого может привести к значительным ущербам. Поэтому, установленное на тяговых подстанциях оборудование должно обеспечивать высокую надёжность и бесперебойное электроснабжение.

Схемы подстанций и системы электроснабжения тяговой сети выполняют таким образом, чтобы выход из строя любого оборудования не повлек за собой нарушения электроснабжения. Надёжное электроснабжение системы обеспечивают специальные устройства защиты (УЗ) от токов короткого замыкания и от перегрузок сети. Устройства автоматики (функции управления, диагностики, сбора статистических данных и т.д.), устанавливаемые на каждом объекте повышают надёжность электроснабжения, локализуя ложные срабатывания защиты.

До недавнего времени основным типом УЗ была релейная защита, которая выполнялась на релейно-контактных элементах. В последнее десятилетие начали применять электронные устройства на основе микропроцессоров, что позволяет в одном устройстве совместить функции защиты и автоматики (ранее называемые РЗ и А) в виде единого комплекса, расширив функциональные возможности РЗ и А и дополнив рядом новых функций (диагностика, контроль срабатывания ресурса, статистика отключений и другие). Это позволяет повысить надёжность защит, а также реализовывать совершенно новые функциональные зависимости, используя возможности микропроцессора.

Принцип цифровых УЗ основан на измерении контролируемых параметров тяговой сети (ток, напряжение, сопротивление) и срабатывании при достижении ими заданных величин – уставок. Фиксирование параметров (запись их в память, рис.1) осуществляется только в моменты выдачи сигнала на отключение коммутирующего аппарата.

Каждый вид защиты (ток, скорость нарастания, приращение, изменение напряжения) работает по записанному в память алгоритму.

Устройства имеют интерфейс, совместимый с системами удалённого доступа. Устройство цифровой автоматики совместимо так же с системой телемеханики и может включаться в автоматизированную систему управления (АСУ) тяговой подстанции в качестве подсистемы нижнего уровня.

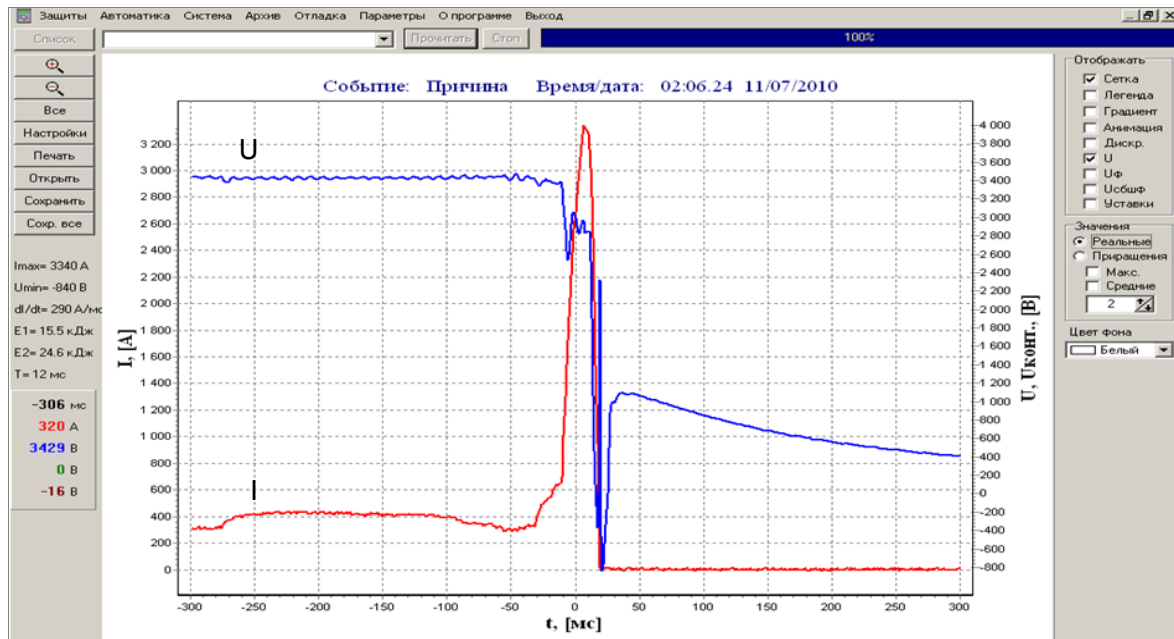


Рисунок 1 – Осциллограмма процессов в тяговой сети при отключении фидера.

Осциллограмма на рисунке 1 затрудняет определение причины отключения (короткое замыкание, перегруз и т.д.), так как аппаратура записывает предшествующий процесс только в течение 300 мс. Необходимо иметь информацию процессов, протекающих на фидере непрерывно, то есть осуществлять мониторинг параметров, необходимый для корректировки уставок защиты.

В настоящее время защита обладает достаточно низкой селективностью, что приводит к большому числу ложных срабатываний,

которые непосредственно связаны с особенностями режимов работы тяговой сети:

- перемещение нагрузок по отношению к источникам питания (по фидерной зоне) и резкие быстроменяющиеся по времени колебания нагрузок;
- соизмеримость токов нагрузок с токами коротких замыканий в наиболее удаленной точке контактной сети, а иногда превышение ими токов КЗ;
- в отдельных случаях переход с фидера на фидер с кратковременным отрывом токоприемника вызывает появление резких бросков тока с крутым фронтом;
- неоднородность тяговой сети по длине по активным и полным сопротивлениям (станции, сопряжения, перемещающиеся ЭПС и т.д.); наличие обратной цепи, в которую входят рельсы, являющиеся нелинейным ферромагнитным элементом электрической цепи, и параллельно присоединенная земля с изменяющимся в зависимости от погоды сопротивлением;
- значительное число коротких замыканий на ЭПС, которые либо самоустраиваются, либо достаточно быстро ликвидируются локомотивными бригадами.

Все перечисленные режимы работы подтверждает статистический анализ работы защит тяговых подстанций и постов секционирования. Для исследований были выбраны две тяговые подстанции Западно-Сибирской железной дороги: Инская и Гусинобродская, которые осуществляют двухстороннее питание контактной сети грузонапряженного двухпутного участка. Расстояние между подстанциями 20 км. На каждом фидерном участке установлены быстродействующие выключатели (БВ) марки ВАБ-49 с РДШ (токово-импульсная защита). К распределительному устройству РУ-3,3 кВ подстанции подключены фидеры КС, которые питают распределительные посты и пути на станциях, посты секционирования, парки станции, депо и главные пути.

Из рисунка 2 видно, что количество срабатываний устройств РЗиА, питающих главные пути межподстанционной зоны достаточно велико и находится в пределах 50-70 раз в год.

При этом количество аварийных режимов, связанных с короткими замыканиями лежит в пределах 15-25 отключений в год. Остальное 35-45 срабатываний устройств РЗиА, условно связывают с повторным пуском, проходом его через секционный изолятор, срабатыванием защиты на электровазозе или электропоезде (ложные срабатывания). Следует отметить, что системы защиты от токов коротких замыканий на ЭПС и подстанциях работают не селективно.

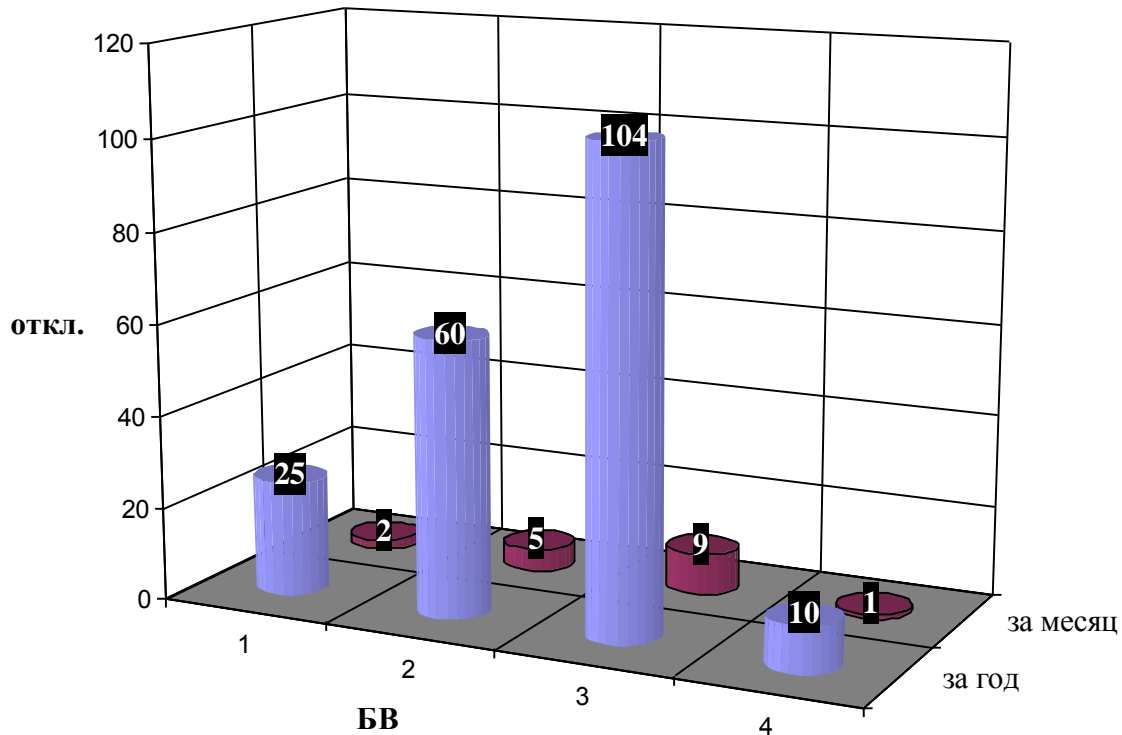


Рисунок 2 – Гистограмма срабатываний РЗиА с отключением БВ, за год и среднее за месяц, на наблюдаемой тяговой подстанции

Количественные показатели, приведенные на рисунке 2, не позволяют определить характер и признаки процессов протекающих в аварийных режимах и исправить их выбором уставок.

Для устранения не селективной работы устройств РЗиА, была разработана «Инструкция о порядке расчета и выбора уставок защиты тяговой сети постоянного тока в ОАО «РЖД» [3]. В [3] приведены приблизительные методики выбора уставок защит. Например, уставку МТЗ рекомендовано определять по

$$I_y = K_3 I_{н\max} \quad (1)$$

а уставку защиты по скорости нарастания тока выбирать по условию:

$$K_3 \left(\frac{dI}{dt} \right)_{н,\max} \leq \left(\frac{dI}{dt} \right)_y \leq \frac{1}{\hat{E}_2} \left(\frac{dI}{dt} \right)_{к,\min} \quad (2)$$

где, $I_{н,\max}$ – максимальный ток нагрузки, А; K_3 – коэффициент запаса,

$(dI/dt)_{н,\max}$ – наибольшее значение скорости нарастания тока при нормальном режиме, А/мс; $(dI/dt)_{к,\min}$ – наименьшее значение скорости при коротком замыкании, А/мс.

Наибольшее значение тока нагрузки и $(dI/dt)_{н,\max}$ определяют по токовой характеристике электровозов в зависимости от постоянной времени трогания (пуска). Приближенную оценку $(dI/dt)_{к,\min}$ определяют из основных параметров схемы замещения участка питания. Расчёт этих параметров достаточно приближенный и трудоёмкий, т.к. необходимо выполнить вычисления для нескольких точек на фидерной зоне при нескольких возможных схемах в нормальном и аварийном режимах. Поэтому [3] рекомендует скорости нарастания тока в нормальном режиме и при коротком замыкании уточнять на основании опытных данных на конкретном участке.

Скорость нарастания тока при коротком замыкании превышает, как правило 90 А/мс, но и в нормальном режиме бывают случаи, когда значение этой скорости существенно возрастает. Такое явление имеет место при проследовании секционных изоляторов или изолирующих сопряжений (от 100 до 150 А/мс) и при пуске электропоездов (от 80 до 300 А/мс) – диапазон для выбора велик.

Уставка, выбранная по выражению (1) должна корректироваться в условиях эксплуатации. Конкретных указаний по корректировке нет.

Авторами статьи разработаны принципы и устройство непрерывного мониторинга тока и напряжения фидера тяговой сети в стационарном и переходном режимах. Мониторинг осуществляется с помощью специального программного обеспечения, записанного в память контроллера каждого фидера подстанции. Для анализа процессов предлагается использовать систему удаленного доступа. Для этого необходимо подключить

все устройства цифровой защиты и автоматики фидеров контактной сети к общему компьютеру подстанции (рис.3) с помощью витой пары через интерфейс RS485.

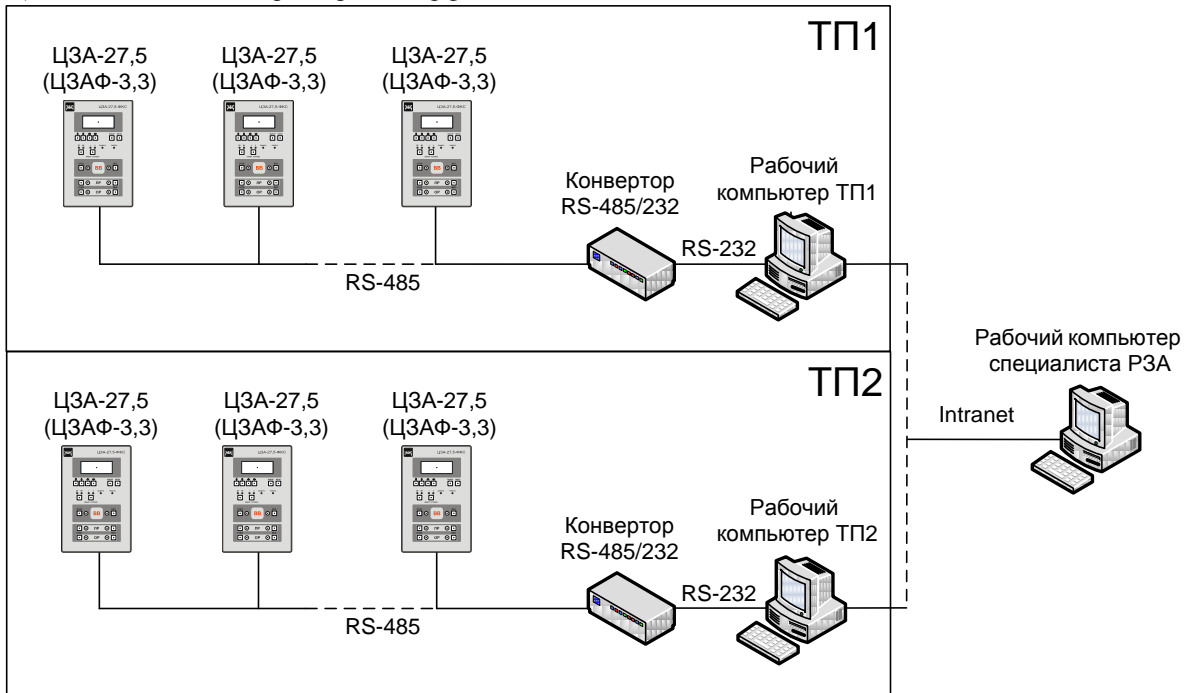


Рисунок 3 – Реализация удаленного доступа устройств цифровой защиты и автоматики фидеров тяговой сети

Далее информация преобразовывается из RS485 на RS232 и через com-порт передается в персональный компьютер (ПК) подстанции. ПК соединён с локальной сетью или интернетом. Каждому фидеру присваивается пароль и обеспечивается возможность анализа информации из центра управления, например, одной из подстанций района, техотдела энергоучастка (пока органолептическими методами).

Образец записи непрерывного мониторинга одного из фидеров приведён на рисунке 4. В память компьютера записывается информация о токе и его изменениях и напряжении непрерывно с интервалом сканирования 2 мс. На осциллограмме можно проследить параметры нагрузки фидера тяговой сети за любой отрезок времени, предшествующий событию «отключение» до его наступления (предистория) и после (послеистория), в отличие от рисунка 2 по осциллограммам двух соседних фидеров можно оценить момент перехода поездом с одной секции на другую, качество регулировки секционного изолятора (выявить причины ложных срабатываний УЗ по скачкам тока и напряжения), а связав с поездной ситуацией (через АСУ управления движением) можно выявить наложения пусковых и иных режимов и откорректировать уставки защит. Программным путём можно выделить и увеличить масштаб отдельного скачка (на рис.3 показано в рамке), вычислить скорость приращения и величину скачка тока и после анализа мониторинга выдать рекомендации по изменению уставок. Методом итераций можно добиться хорошей селективности без снижения надёжности.

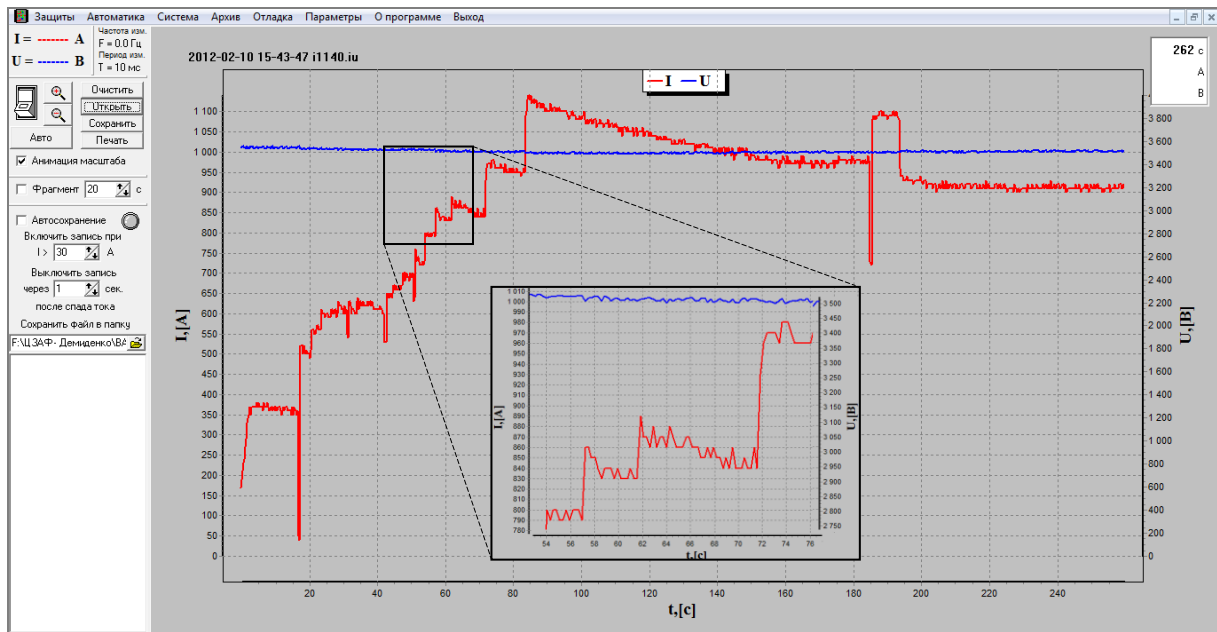


Рисунок 4 – Мониторинг тока и напряжения фидера тяговой сети.

Таким образом, применение микроэлектроники и микропроцессорных систем повышает эффективность релейной защиты и автоматики тяговых подстанций, открывает перспективы для автоматизации процесса выбора уставок индивидуально для каждой фидерной зоны и коррекции их не только при первой настройке, но и в ситуациях, связанных с технологическим процессом работы железной дороги.

Литература

1. Кузнецов, С.М. Защита тяговой сети от токов короткого замыкания: учеб. пособие/С.М. Кузнецов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005.– 352 с.
2. Кузнецов С.М. Проблемы внедрения мониторинга состояния ТС и повышения селективности и надежности ее защиты /С.М. Кузнецов С.М., И.С. Демиденко, А.М. Шелепов, А.В.Гашкова. – Новосибирск : Изд-во НГАВТ, 2011. – с. 15 – 17.
3. Департамент электрификации и электроснабжения ОАО «Российские железные дороги». Руководящие указания по релейной защите систем тягового электроснабжения.–М. : Трансиздат, 2005. – 216 с.
4. Демиденко, И.С. Исследование влияния режимов работы подвижного состава на работу электронной защиты контактной сети/И.С. Демиденко, А.М. Шелепов, А.В.Гашкова – Новосибирск : изд-во Сибстрин, 2011. – с. 99.
5. Кузнецов С.М. Выбор уставок электронных защит с коррекцией на имитационной модели / С.М. Кузнецов, А.М. Шелепов, И.С. Демиденко, А.В.Гашкова. – М.: Транспорт-наука, техника, управление №10, 2011. – с. 40 – 42.

ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ РАМЫ АВТОМОБИЛЯ-ВНЕДОРОЖНИКА

Савкин А.Н., Андроник А.В., Седов А.А.

Волгоград, Волгоградский государственный технический университет

Проведен анализ лонжеронной периферийной рамы автомобиля- внедорожника с использованием современных программных комплексов моделирования и инженерного анализа SolidWorks, Abaqus, ФРУНД. В процессе моделирования были предложены и применены новые расчетные схемы ее конечно-элементного анализа, позволившие выявить недостатки конструкции. На основании произведенных расчетов выдвинуты предложения усовершенствования конструкции, а также сделаны некоторые выводы касательно дальнейшего развития техники моделирования несущих систем наземных транспортных средств.

Strength analysis of offroad-vehicle frame. Savkin A.N., Andronik A.V., Sedov A.A.

Analysis of the longeron peripheral offroad-vehicle frame was completed with using modern simulation and analysis programs SolidWorks, Abaqus, FRUND. New calculation schemes were proposed and employed in finite-element analysis during the simulation, which used to compute constructive defects. Offers to modernize construction were propounded based on these calculations, and some conclusions were done regarding to further development of simulation technics for ground vehicle carrier systems.

Современные методы компьютерного моделирования позволяют облегчить решение большинства проблем, связанных с исследованием и совершенствованием конструкции автомобилей. Одна из особенностей эксплуатации автомобилей состоит в том, что внешние нагрузки, действующие на конструкцию, переменны во времени и прилегают с частотой, зависящей от скорости движения, фактической нагрузки, состояния дороги и других факторов, учет которых сложен, а потому традиционно используются упрощенные схемы расчета. При движении автомобилей возможны резонансные явления, могущие привести к высоким напряжениям и другим нежелательным явлениям, способствующим возникновению усталостных трещин, рост и развитие которых вызывает усталостное разрушение [1, 2]. Отсюда вытекает вывод о необходимости проведения нескольких типов анализов при проектировании ответственных конструкций автомобилей, таких как рама.

На сегодняшний день существует большое количество литературы, посвященной проектированию, доводке, анализу автомобильных рам. Традиционно при расчете конструкции рам рассматриваются два нагрузочных режима в рамках статической задачи, соответствующие ее изгибу и кручению [3, 4]. Несмотря на многообразие применяемых расчетных схем, при изгибе нагружение происходит исключительно от веса систем, агрегатов, узлов и деталей, закрепленных на раме, при этом инерционными и динамическими нагрузками пренебрегают. Такой режим характерен для прямолинейного равномерного движения автомобиля по ровной дороге. Напряжения в расчете невелики, но возрастают при вводе динамического коэффициента (3,0-4,0 для внедорожников) для учета динамического воздействия [5]. Расчет был проведен для нескольких моделей анализируемой рамы, созданных в SolidWorks. На рис. 1 показана карта напряжений для оболочечной конечно-элементной модели. Наибольшее напряжение выявлено в средней части рамы в области верхней полки лонжерона и составило 99,7 МПа (для балочной модели 101,6 МПа, для сплошнотельной - 111,7 МПа). Несмотря на малость напряжений, в случае ввода динамического коэффициента более 3,5, прочность не будет обеспечена, хотя рама изготовлена из стали 15ГЮТ с $\sigma_{\text{ж}} = 390$ МПа. На рис. 1 не следует обращать внимание на красные области на крайних частях рамы, т.к. их появление связано с излишней жесткостью в зонах приложения статических граничных условий.

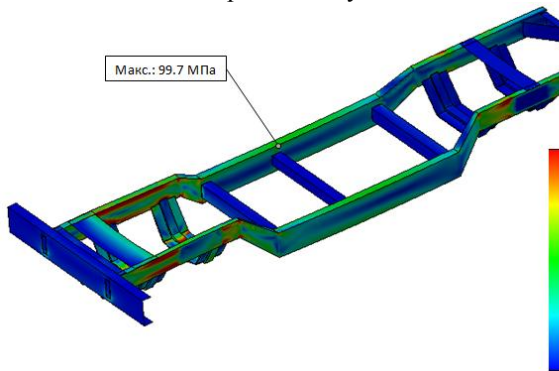


Рис. 1 – Карта напряжений при расчете изгиба

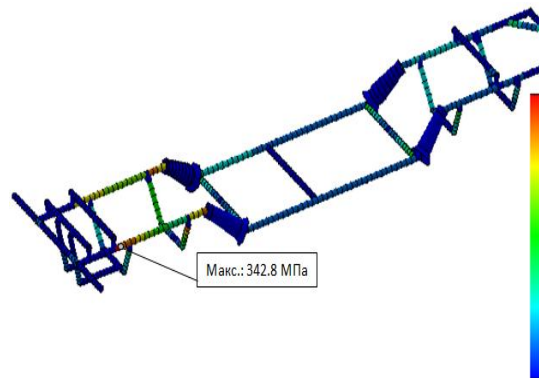


Рис. 2 – Карта напряжений при расчете кручения

Выбор расчетной схемы для режима кручения обычно плохо обоснован, связан с заданием определенного угла закручивания лонжеронов вокруг продольной оси, смещения, либо крутящего момента, вычисленного по упрощенной схеме [3, 6, 7]. Однако в трудах [8, 9] предложено рассматривать случай вывешивания колеса над дорогой как режим, при котором деформации кручения наиболее высоки. Вывешивание колеса может иметь место при движении по бездорожью, обычно на низкой скорости, что позволяет считать задачу статической.

Тогда для автомобиля с $l \geq 0,5L$ при условии вывешивания заднего левого колеса, имеем [8]:

$$\begin{cases} R_1 = -0,5G_a; \\ R_2 = -\left(0,5 - \frac{l}{L}\right) G_a; \\ R_3 = 0; \\ R_4 = -G_a \frac{l}{L}; \end{cases} \quad (1)$$

где l – расстояние от центра масс до передней оси; L – база; G_a – вес автомобиля; R_i – вертикальная реакция на i -м колесе соответственно. Так как жесткость рам на изгиб гораздо больше крутильной жесткости, то при кручении уровень напряжений выше. На рис. 2 изображена карта напряжения при расчете балочной модели, соответствующая вывешиванию колеса. Наибольшее напряжение при кручении было выявлено на передней части одного из лонжеронов и составило 342,8 МПа. Прочность можно считать обеспеченной при движении на малых скоростях – при быстром перемещении возможно появление пластических деформаций. В некоторых работах описывается случай кососимметричного нагружения. Предлагаемые расчетные схемы весьма различны, так, например, в [10] предложено реверсировать направление нагрузок, приложенных вертикально вниз в расчетной схеме обычного изгиба рамы, приходящиеся на один из лонжеронов. Такое нагружение рама может претерпеть, если дорожные условия под колесами разных бортов различны [5]. В

настоящей работе был выполнен расчет по схеме, предложенной в [10]. На рис. 3 и рис. 4 показаны карты напряжений кососимметричного нагружения соответственно балочной и оболочечной моделей. В балочной модели при кососимметричном нагружении наибольшее напряжение определено в передней части одного из лонжеронов и составило 75,3 МПа, но в оболочечной модели наибольшее напряжение 94,3 МПа выявлено на IV лонжероне, к которому крепится двигатель. Это расхождение подтверждает необходимость рассмотрения нескольких моделей. В результате расчета кососимметричного нагружения оказалось, что уровень напряжений не высок и прочность рамы обеспечена. Нагрузочный режим, характеризующий переезд препятствия определенной высоты, описан во многих источниках, например, в [11]. При преодолении препятствия рама претерпевает вертикальное и продольное нагружение. Вертикальное нагружение, закручивающее раму вокруг продольной оси, вызывает меньшие напряжения, чем при вывешивании колеса, а продольное нагружение вызывает меньшие напряжения, чем при изгибе, поэтому этот режим не рассматривался. Зная критический угол подъема автомобиля $\alpha = 45^\circ$, можно описать режим продольного нагружения рамы при форсировании подъемов или спусков.

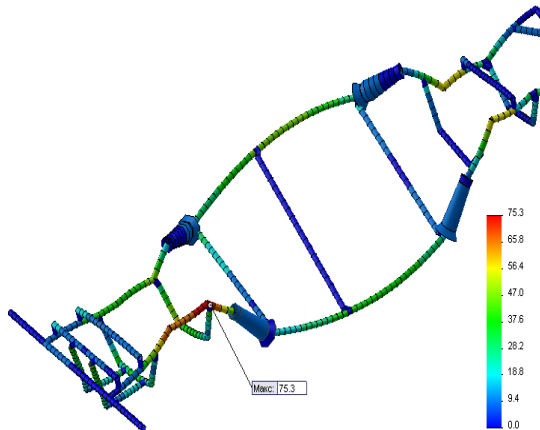


Рис. 3 – Карта напряжений кососимметричного нагружения балочной модели

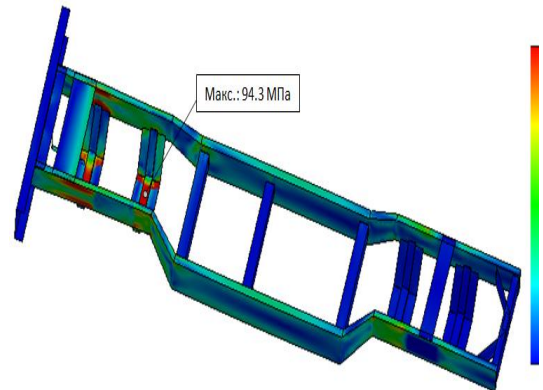


Рис. 4 – Карта напряжений при кососимметричном нагружении оболочечной модели

Для случая подъема имеем:

$$R_x = \frac{1}{L} (G_a (L - l) \cos \alpha + G_a h_G \sin \alpha), \quad (2)$$

$$R_z = \frac{G_a (L - l) \cos \alpha}{L}, \quad (3)$$

где R_x и R_z - продольная и вертикальная реакции на задних колесах соответственно; G_a - вес автомобиля; L - база; l - расстояние от передней оси до центра масс автомобиля; h_G - высота центра масс; α - угол подъема.

На рис. 5 приведена карта напряжений оболочечной модели, соответствующая продольному нагружению при подъеме. Наибольшее напряжение выявлено на лонжероне в области креплений V поперечины и составило 172,8 МПа.

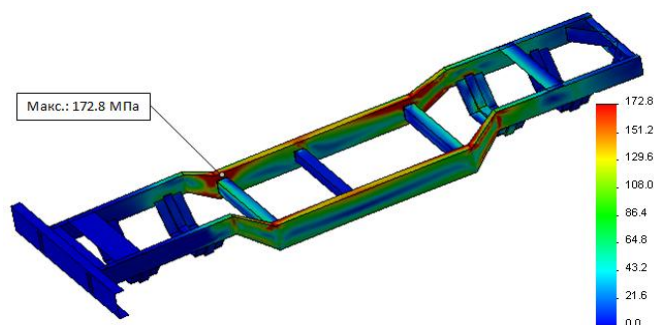


Рис. 5 – Карта напряжений при продольном нагружении

В результате анализа следует сделать вывод, что одно из важнейших направлений развития современного моделирования несущих систем – увеличение подробности моделирования соединений и креплений элементов. Если предположить, что в случае подробного моделирования соединений V и VII поперечин напряжения такого уровня распространятся на эти поперечины, то вследствие небольшого предела текучести материала поперечин – стали 25 кп с $\sigma_{тл} = 190$ МПа, запас прочности окажется невелик. Поэтому прочность не следует считать обеспеченной при продольном нагружении. В работе [8] рекомендуется рассматривать боковое нагружение рамы. Боковое нагружение рамы происходит в случае несимметричных тяговых или тормозных условий на разных колесах, при движении по криволинейной траектории, но в большей степени – в случае бокового удара колесом при повороте или заносе. Причем боковую нагрузку считают

составляющей до 80 % от веса, приходящегося на ось [5]. В соответствии с этими рекомендациями был выполнен расчет бокового удара колеса переднего и заднего колес. Соответствующие карты напряжений приведены на рис. 6 и рис. 7 для переднего и заднего колес соответственно. Напряжения составили 138,4 МПа для удара передним колесом и 212,6 МПа для удара задним колесом и были выявлены на верхней полке переднего лонжерона, подверженного удару, и в области крепления X поперечины к лонжерону соответственно. Таким образом, в случае бокового удара прочность следует считать обеспеченной, однако следует учесть грубость моделирования соединений в моделях рамы.

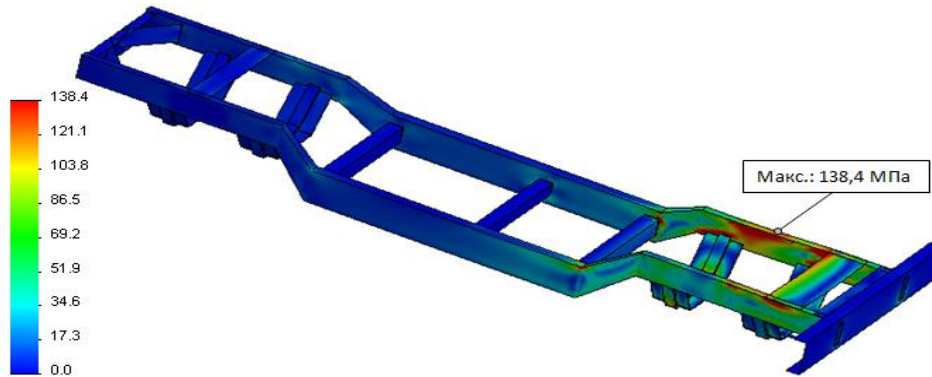


Рис. 6 – Карта напряжений при боковом ударе передним колесом

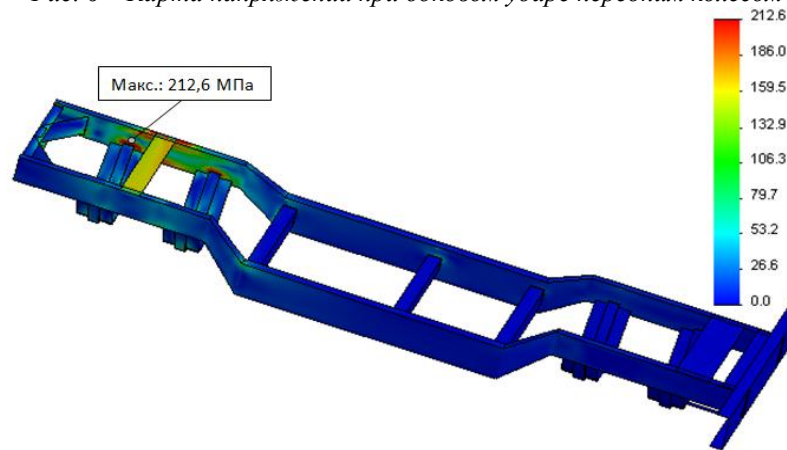


Рис. 7 – Карта напряжений при боковом ударе задним колесом

Для учета возможности возникновения резонансных явлений в раме в процессе эксплуатации автомобиля выполнен расчет собственных форм и частот рамы. В настоящем анализе оказалось возможным использовать оригинальную сплошнотельную модель рамы. В результате расчета в SolidWorks были рассчитаны 12 собственных форм и частот колебаний. Первые 6 форм соответствуют перемещению и повороту рамы в пространстве, поэтому их не учитывают. Для остальных собственных форм частоты имеют следующие значения: $f_7 = 20,3$ Гц, $f_8 = 31,7$ Гц, $f_9 = 35,1$ Гц, $f_{10} = 48,3$ Гц, $f_{11} = 53,3$ Гц, $f_{12} = 69,2$ Гц. Оказалось, что седьмая собственная форма (рис. 8) имеет собственную частоту, лежащую в опасном для рам внедорожников диапазоне колебаний при действительных условиях эксплуатации 0,7-22,4 Гц. А т.к. эта форма колебаний соответствует кручению рамы вокруг продольной оси, и в этот процесс вовлечена большая часть массы, то исключить или пренебречь таким результатом нельзя. Поэтому рекомендуется увеличить крутильную жесткость рамы, особенно в крайних ее частях. Кроме того, при расчете балочной модели была выявлена возможность колебания II и IX поперечин в вертикальном направлении в диапазоне частот 7-12 Гц, в связи с чем рекомендуется повысить жесткость этих поперечин в вертикальном направлении. При виртуальном моделировании модели автомобилей часто подвергают воздействию ударной нагрузки. А т.к. жесткость несущей рамы автомобиля-внедорожника на лобовой удар составляет 60-80 % от суммарной жесткости автомобиля, то возникает интерес расчета лобового столкновения рамы с препятствием [7]. Было проведено два вида расчетов лобового столкновения – об абсолютно жесткое препятствие и о податливое. Скорость удара и жесткость податливого препятствия были заимствованы из ГОСТ 41.94-99, описывающим проведение испытаний на лобовое столкновение автомобилей [12]. Карта напряжений при лобовом ударе о препятствие упрощенной сплошнотельной модели рамы на скорости 64 км/ч при полном перекрытии приведена на рис. 9. Наибольшее напряжение составило 485 МПа и выявлено в области перехода от передней к центральной части рамы. Далее была теоретически рассчитана безопасная скорость 14 м/с столкновения рамы с податливым препятствием. Расчет в Abaqus, в котором препятствие моделировалось подробно, подтвердил, что при столкновении на скорости 14 м/с в раме не возникает пластических деформаций. Карта напряжений в момент наибольшего нагружения рамы при лобовом столкновении приведена на рис. 10. Наибольшее напряжение

составило 387,3 МПа и было выявлено на лонжероне в области крепления IV поперечины к лонжерону. Согласно силовому подходу усталостный срок службы зависит от нагрузок, циклических свойств материала, геометрии и особенностей окружающей среды, которые учитываются кривой выносливости. Соотношение между номинальной амплитудой напряжения и усталостным сроком службы сводится к уравнению [16]:

$$\sigma_a = \sigma'_f (2N_f)^b, \quad (4)$$

где σ_a – амплитуда напряжения; σ'_f – коэффициент усталости; $2N_f$ – число циклов до разрушения; b – показатель степени, определяемый по кривой выносливости в координатах $\lg S - \lg N$. В элементах реальных конструкций обычно возникает многоосное напряженное состояние. Экспериментальные данные, лежащие в основе расчета усталостной долговечности, получены для одноосного симметричного нагружения. Для описания внешнего воздействия зависимостью компонентов тензора напряжений в опасной точке от времени следует перейти к многоосному асимметричному нагружению посредством алгоритма: 1) переход от многоосного к одноосному напряженному состоянию; 2) схематизация истории нагружения, сводящая случайное нагружение к блочному регулярному; 3) переход от асимметричного к симметричному нагружению [14].

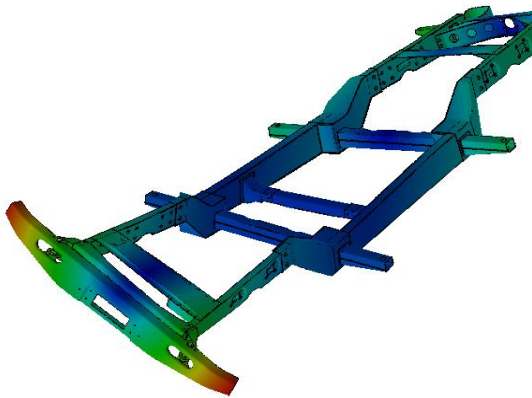


Рис. 8 – Седьмая собственная форма колебаний рамы

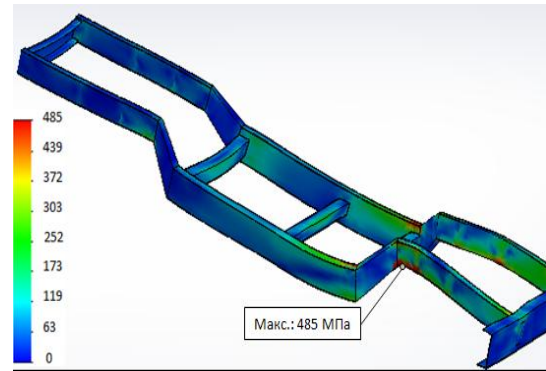


Рис. 9 – Карта напряжений при лобовом ударе о податливое препятствие в SolidWorks

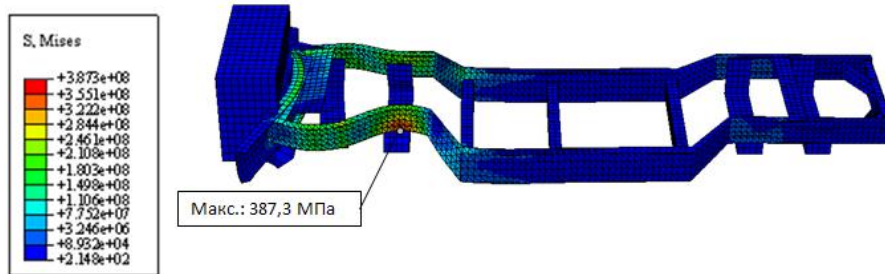


Рис. 10 – Карта напряжений при лобовом ударе о податливое препятствие в Abaqus

Переход от многоосного к одноосному напряжению происходит по одной из модификаций критерия Брауна-Миллера и гипотезе Мизеса. Определение главных напряжений согласно критерию Брауна-Миллера происходит следующим образом [14]: 1) в каждом узле конечно-элементной модели строится базис; 2) базис поворачивается вокруг каждой оси на 5° , определяя в каждом из своих положений напряжения, соответствующие его текущей ориентации; 3) после рассмотрения всех положений базиса избирается то, в котором одно из напряжений максимально среди всех определенных, а другое – минимально, что позволяет вычислить ориентацию базиса, исключая касательные напряжения даже при сложном напряженном состоянии. Главные напряжения используются для определения эквивалентного напряжения (по гипотезе Мизеса) [15]:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}{2}}, \quad (5)$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – главные напряжения. Схематизация случайного нагружения осуществляется по методу дождя [16]. Смысл его заключается в преобразовании последовательности пиков нагрузки в набор из определенного количества циклов, для которых легко определить среднее и амплитудное значения напряжений. Учет влияния среднего напряжения заключается в приведении набора циклов с различными амплитудными и средними значениями напряжений к набору циклов с нулевым значением средних напряжений. Для пластичных материалов применяется коррекция по Герберу [15]:

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_a}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_s}\right)^2}}, \quad (6)$$

где σ_{ca} – скорректированное напряжение; σ_a – амплитудное напряжение; σ_m – среднее напряжение; σ_s – предел прочности. При прогнозировании срока службы с кривой выносливости в SolidWorks используется правило линейного суммирования повреждений Палмгрена-Майнера [17]:

$$D = \sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N_i}, \quad (7)$$

где D – накопленное повреждение; n_i – количество циклов данной амплитуды напряжения; N_i – число циклов до разрушения при нагружении с постоянной амплитудой. По Палмгрену, разрушение происходит в случае, если $D = 1$. В настоящей работе для получения спектров нагружения рамы использовалась динамическая модель автомобиля (рис. 10) [2], выполненная в программном комплексе многотельной динамики ФРУНД [13]. Модель состоит из 27 тел, соответствующих основным агрегатам, и узлам автомобиля, соединенных между собой упругими и податливыми элементами, а также кинематическими парами. Было определено 74 спектра, приложенных в 26 точках крепления рамы с кузовом, кабиной, подвеской, двигателем. Рассматривалось непрерывное движение автомобиля со скоростью 45 км/ч по дорожному покрытию, образованному ординатами профиля бульжниковой дороги с выбоинами и буграми автополигона НАМИ. В результате использования динамической модели автомобиля совместно с конечно-элементной моделью рамы была определена карта усталостного срока службы (рис. 11). Наиболее подверженные усталостному трещинообразованию и разрушению участки рамы – области крепления передней подвески к лонжеронам, а также крепления IV, VIII, IX поперечин к лонжеронам. Усталостный срок службы составил 3,2 года непрерывной эксплуатации, что соответствует $1,47 \cdot 10^6$ км пробега. Ресурс современных автомобильных рам обычно меньше, потому что рама мало подвержена усталостному разрушению.

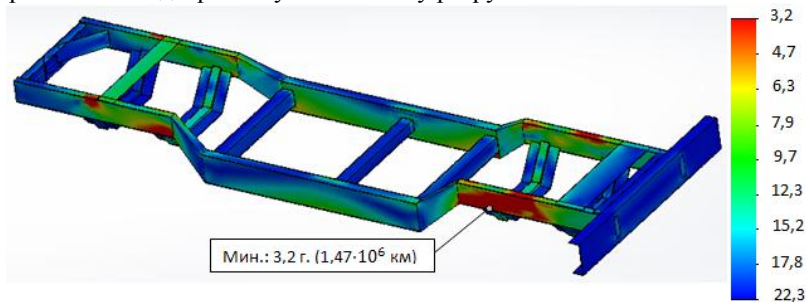


Рис. 11 – Карта усталостного срока службы рамы

Итак, в результате проведенного анализа можно сделать выводы:

1) Необходимо увеличить прочность лонжеронов рамы в крайних ее частях; 2) Необходимо увеличить крутильную жесткость рамы вокруг продольной оси; 3) Следует уделить внимание прочности креплений поперечин к лонжеронам, поскольку моделирование в настоящей работе не позволило ее оценить; 4) Необходимо заменить II и IX поперечины на более жесткие; 5) Движение по бездорожью на высоких скоростях, не рекомендуется, так как может привести к пластическому деформированию рамы; 6) Настоящая рама мало подвержена усталостному разрушению, а места наиболее вероятного усталостного трещинообразования – области крепления передней подвески к лонжеронам, пробег соответствующий усталостному разрушению составляет $1,47 \cdot 10^6$ км; 7) К перспективам моделирования несущих систем наземных транспортных средств следует отнести подробное моделирование соединений и креплений составляющих элементов, разработка специальных конечных элементов, разработка современной единой методики проектирования и расчета рам и кузовов, интеграция и усиление взаимодействия различных программных комплексов, применение сплошнотельных моделей помимо оболочечных.

Литература

1. Березин, И.Я. Концепция и методы имитационных ресурсных испытаний мобильной техники (сообщение второе) / И.Я. Березин И.Я., А.А. Абызов // Динамика, прочность и износостойкость машин. – 1997. - №3. – С. 73-84.
2. Андроник, А.В. Оценка прочности и усталостной долговечности конструктивных элементов автомобиля [Электронный ресурс] / А.В. Андроник, А.Н. Савкин, А.С. Горобцов // XXIII международная инновационно-ориентированная конференция молодых учёных и студ. МИКМУС-2011, Москва, 14-17 декабря 2011 г. / Ин-т машиноведения им. А.А. Благодирова РАН. - М., 2011. - С. 219. – Режим доступа: <http://www.imash.ru/conf/mega/2011/Prec2011.pdf>.
3. Черников, С.К. Расчетные исследования прочности и жесткости автомобильных рам семейства “КамАЗ” / С.К. Черников, А.Н. Ашихмин // 3-я Международная конференция “Автомобиль и техносфера”. - Казань: Физтехпресс, 2003. - С. 261-268.

4. Галимянов, И.Д. Расчетный метод оценки усталостной долговечности несущих элементов конструкции грузовых автомобилей / Галимянов И.Д. // 65-я Международная научно-техническая конференция Ассоциации автомобильных инженеров Международного научного симпозиума “Автотракторостроение-2009”. Кн.1. Москва.: МГТУ “МАМИ”. - 2009. – С. 93-98.
5. Зузов, В.Н. Расчет рам грузовых автомобилей / В.Н. Зузов, Д.В. Постников // М.: МГТУ им. Баумана. - 1997. – 42 с.
6. Гаспарянц, Г.А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля / Г.А. Гаспарянц; - М.: Машиностроение, 1978. – 351 с.
7. Запрягаев, М.М. Армейские автомобили. Конструирование и расчет / М.М. Запрягаев, Л.К. Крылов, Е.И. Магидович и др. Ч. 2. - М.: Воениздат, 1970. – 480 с.
8. Фентон, Дж. Несущий каркас кузова автомобиля и его расчет / Дж. Фентон; – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с.
9. Гельфгат, Д.Б. Рамы грузовых автомобилей / Д.Б. Гельфгат, В.А. Оشناков // М.: Машгиз. - 1959. - 232с.
10. Горелов, С. Компьютерное моделирование и изучение поведения под нагрузкой несущей конструкции автомобиля УАЗ / С.Горелов, А.Казак / САПР и графика. №1. - 2004. - С. 14-20.
11. Железнов, Е.И. Автомобили. Теория / Е.И. Железнов / ВолгГТУ. – Ч.2. - Волгоград, 2008. – 96 с.
12. ГОСТ Р 41.94-99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении защиты водителя и пассажиров в случае лобового столкновения. - М.: Издательство стандартов, 2001. - 42 с.
13. Горобцов, А.С. Компьютерные методы построения и исследования математических моделей динамики конструкций автомобилей: монография / А.С. Горобцов, С.К. Карцов, А.Е. Плетнев, Ю.А. Поляков. – М.: Машиностроение, 2011. – 463 с.
14. Crescimanno, M. On duty simulation of a trimmed body under dynamic loads: modal superposition approach to evaluate fatigue life / M. Crescimanno, P. Cavallo, F. Pasetti // SAE Technical paper 1999-01-3150, 1999. International Body Engineering Conference and Exposition, Detroit, MI, USA, Session: Life Prediction. September 1999.
15. Трощенко, В.Т. Механическое поведение материалов при различных видах нагружения / В.Т. Трощенко, А.А. Лебедев, В.А. Стрижало и др. // К.: Логос. - 2000. – 571 с.
16. Downing S.D. Simple rainflow counting algorithms / S.D. Downing, D.F. Socie // International Journal of Fatigue. Publisher: Elsevier. Vol. 4. - 1982. - P. 31-40.
17. Miner, A. Cumulative damage in fatigue / A. Miner // Journal of applied mechanics. - №12. - 1945. – P. 159-164.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В MATHCAD

Капалин В.И., Шاپовалова Н.Е.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Mathcad, первоначально предназначенный только для инженерных расчётов, после четверти века эволюции, превратился в полноценную систему компьютерной математики. Его удобно использовать в учебном процессе при преподавании курса теории управления.

Simulation of control systems in Mathcad. Kapalin V.I., Shapovalova N.E.

Mathcad, which was conceived as a package for engineering computations after a quarter of century evaluation, turned into a full-coded system of computer mathematics. It is handy for use in control system courses in education.

Теория автоматического управления радикально изменилась за последние два десятилетия. Суть этого изменения заключается, прежде всего, в появлении удобного программного обеспечения – систем компьютерной математики. Те задачи, которые раньше требовали разработки специальных программ, оказались решаемыми на стандартных персональных компьютерах с помощью встроенных команд. Как следствие, методы теории управления стало легко демонстрировать студентам в процессе обучения: проводить семинары и лабораторные работы, разрабатывать задачи для курсовых работ.

Всё выше сказанное относится к системе Mathcad. Эта система обладает интерфейсом, который можно назвать «дружественным интерфейсом», в полном смысле этого слова. Система Mathcad обладает всеми средствами, необходимыми для моделирования систем управления, однако в отличие от системы MATLAB специально не приспособлена для решения задач управления. Следствием этого обстоятельства является то, что для реализации того или иного метода теории управления необходимо знать формулы метода. Это позволяет легко проверить знания студентов и является существенным достоинством Mathcad с педагогической точки зрения. В Mathcad при наличии преобразований Лапласа, Фурье и Z-преобразования, двумерной графики и графики в полярных координатах, легко реализуются классические методы теории линейных непрерывных и

дискретных систем. Сюда относится анализ переходных процессов, анализ точности, исследование устойчивости, частотные и корневые методы анализа и синтеза и метод интегральных оценок. Удобство Mathcad заключается также в том, что результаты моделирования получаются в одном окне, в виде одного документа, который легко форматировать и куда легко можно вставить таблицы и элементы управления.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕПРЕРЫВНОМ ОБРАЗОВАНИИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Г.В. Ившина

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Проанализированы общие положения о применении информационных технологий в непрерывном образовании. Выделены особенности применения информационных технологий в обучении. На примере системы непрерывного образования Казанского федерального университета приведены решения некоторых проблем развития системы дистанционного обучения.

Informational technologies in the continuous education: problems and solution suggestions. Ivshina G.

In this report the main statements of informational technologies in the continuous education usage are analysed. The particularities of informational technologies usage in education are outlined. Some existing problems are analysed and possible solutions are suggested, based on the experience of continuous education system usage in the Kazan Federal University.

Под непрерывным образованием понимается формальное дополнительное образование и неформальное дополнительное образование, а также спонтанное обучение работников и учащихся, обеспечивающее оперативное обновление востребованных рынком труда компетенций (КОНЦЕПЦИЯ развития системы непрерывного образования в Российской Федерации до 2012 года). Сегодня концепция непрерывного образования позволяет реализовать парадигму «образование через всю жизнь». Особое место при этом приобретают образовательные информационные и коммуникационные технологии.

Образовательная технология - это способ реализации содержания обучения, предусмотренного учебными программами, представляющий систему целей, форм, методов и средств обучения. Наряду с этим можно говорить о новых образовательных технологиях, где новизна технологий обусловлена не применением вычислительной техники, а психолого-педагогическими закономерностями, методами, приемами, на которые они опираются. Специфическую среду, в которой осуществляются образовательные информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) определяют связанные с ней компоненты: техническая (вид используемой компьютерной техники и средств связи); программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения), организационно-методическая (инструкции студентам и преподавателям, организация учебного процесса). В образовательных ИКТ компьютер выступает как: средство автоматизации работы студентов и преподавателей с информацией различного назначения (подготовка и хранение информации с предоставлением гибких и удобных средств накопления, доступа и поиска); средство обработки информации и получения результатов в удобной форме; средство решения профессиональных задач; средство управления учебной деятельностью.

Мы изучили вопрос применения ИКТ в инновационной деятельности преподавателя вуза. Под педагогической инноватикой понимается учение о создании педагогических новшеств, их оценке и освоении педагогическим сообществом, использовании и применении на практике (Хуторской А.В.)

Обобщая отечественный и зарубежный опыт применения ИКТ в образовании мы заметили, что важно на каждом этапе выделить инвариантную и вариативную часть обучения, разработки и применения ИКТ. Отметим при этом, что как объект обучения, так и сами ИКТ, применяемые в процессе обучения, являются динамическими объектами, взаимосвязанными между собой. Здесь особая роль отводится информационным технологиям как средству реализации междисциплинарных связей, позволяющим создавать вариативные методики, реализующие психолого-педагогическое воздействие лонгирующего характера.

Вместе с тем системный анализ задач и перспектив развития образования в России показывает, что основными тенденциями в его совершенствовании будут: системная интеграция ИКТ в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления; построение и развитие единого образовательного информационного пространства, то есть задача качественного изменения в состоянии всей информационной среды, окружающей систему образования, представление новых возможностей как для ускоренного, прогрессивного развития каждой личности, так и для роста совокупного общественного интеллекта; общедоступность и гарантия качества образования для всех, а также многообразие, создание условий качественного образования для каждого; фундаментальность и глубина общеобразовательных (инвариантных) основ начального, основного, общего среднего и профессионального образования с учетом практической направленности образования для полноценной, конкурентоспособной

подготовки подрастающего поколения к жизни и труду; адекватность образования, его соответствие потребностям и задачам развития экономики, культуры, науки и технологий, как в общероссийском, так и в международном контексте.

Информатизация образования инициирует, во-первых, совершенствование механизмов управления системой образования на основе использования автоматизированных банков данных научно-педагогической информации, информационно-методических материалов, а также коммуникационных сетей; во-вторых, совершенствование методологии и стратегии отбора содержания, методов и организационных форм обучения, воспитания, соответствующих задачам развития личности обучаемого в условиях информатизации общества; в-третьих, создание методических систем обучения, ориентированных на развитие интеллектуального потенциала обучаемого, на формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять информационно-учебную, экспериментально-исследовательскую деятельность, разнообразные виды самостоятельной деятельности по обработке информации; в-четвертых, создание и использование компьютерных тестирующих, диагностирующих методик контроля и оценки уровня компетентности обучаемых. Мы полагаем, что преподавателю вуза сегодня необходимо научиться проектировать учебный процесс и вести его мониторинг, используя ИКТ.

Основная цель проектирования по обеспечению эффективности учебного процесса достигается за счет реализации следующих функций: 1)определение предполагаемого результата и основных направлений деятельности педагога по его достижению; 2) определение границ, качественных и количественных параметров информационной модели; 3)определение структуры и содержания учебной деятельности; 4)определение оптимальной системы и последовательности действий педагога и адекватного им дидактического инструментария; 5)определение условий, способов и средств осуществления обратной связи в учебном процессе и получения информации о степени достижения цели. При определении алгоритмов, реализующих эти функции, необходимо ввести особые процессуальные образования, которые охватывали бы определенный логически заверченный компонент проектирования технологии обучения. В.М.Монахов считает, что любая педагогическая технология выражает определенный концептуальный подход к образованию, поэтому желательно для сравнения разных технологий иметь по возможности универсальный методологический подход к проектированию и экспертизе педагогических технологий. В качестве такой методологии он рассматривает аксиоматический подход, предлагая три группы аксиом: включения, моделирования и нормализации проекта. Соблюдение этих аксиом, как справедливо отмечает В.М.Монахов, делает проектирование и внедрение педагогических технологий в образовательное пространство России цивилизованным, корректным, методологически подготовленным и обоснованным. Мы полностью разделяем точку зрения В.М. Монахова, что педагогическая технология - это радикальное обновление инструментальных и методических средств педагогики и методики.

Роль компьютера, как средства управления действиями обучаемых, проявляется наглядно в так называемых системах дистанционного обучения, характеристика направлений и состояния развития которых сегодня достаточно широко представлена в литературе. В этих программных продуктах методическая часть интегрирована непосредственно в саму программу. В других способах применения компьютера в обучении методические материалы дополняют программные комплексы. Мы изучили вопрос применения ИКТ в инновационной деятельности преподавателя вуза.

Сфера образования представляет собой одну из наиболее инновационных отраслей, во многом определяющих создание инновационного климата и конкурентоспособность экономики в целом. В ходе осуществления и распространения инноваций в сфере образования формулируется и развивается современная образовательная система - глобальная система открытого, гибкого, индивидуализированного, создающего знания, непрерывного образования человека в течение всей его жизни.

Под педагогической инноватикой понимается учение о создании педагогических новшеств, их оценке и освоении педагогическим сообществом, использовании и применении на практике (Хуторской А.В.)

На примере развития непрерывного образования в Казанском федеральном университете (КФУ) можно отследить не только историю развития и применения ИКТ в обучении, но и проблемы непрерывного образования. Начиная с применения отдельных программ в обучении до создания единой системы дистанционного обучения, прошло не более 20 лет. За это время произошел не только технический, но и технологический прорыв в применении ИКТ в обучении. Сегодня каждый студент и преподаватель имеет возможность применить систему дистанционного обучения в своей образовательной деятельности. Наиболее часто используется система LMS MOODLE. В учебном процессе используется более 500 курсов, разработанных преподавателями КФУ. В ходе нашего исследования выявлено, что для повышения качества дополнительных образовательных услуг с применением ИКТ необходимо повысить информационную культуру преподавателей и студентов.

Для этого, например, на факультете повышения квалификации преподавателей разработали и внедрили программы "Электронные образовательные ресурсы: теория и практика", "Комплексное Интернет-обучение: цифровые технологии и английский язык", «Инновационные технологии в образовательном процессе (дистанционное обучение на базе LMS MOODLE)», которые направлены на формирование и развитие компетенций инновационной педагогической деятельности преподавателей КФУ. В этих программах преподаватели не только знакомятся с теорией создания и применения электронных образовательных ресурсов (ЭОР), но и сами в качестве выпускной работы создают ЭОР по преподаваемым дисциплинам и реализуют их в

среде MOODLE. Как обучаемые преподаватели видят все плюсы и минусы применения дистанционных технологий обучения, поэтому сами в дальнейшем избегают многих ошибок начинающих тьюторов.

В основе развития новой образовательной системы лежат современные технологии обучения: Интернет-технологии, виртуальные миры (3Д), Web-технологии (вебинары, online-конференции), «кейс-стади» (обучение с использованием конкретных ситуаций), рефлексия как метод самопознания и самооценки, тренинговые технологии, технология обучения с применением метода проектов и т.д.

Преподаватель вуза - личность, которая по содержанию профессиональной деятельности должна обладать совокупностью качеств, доступной не многим: он должен уметь проектировать учебный процесс, сочетать различные подходы к технологии обучения, использовать инновационные системы обучения, осуществлять педагогическую рефлексию, т.е. решать творческие, проблемные задачи профессионально-педагогической деятельности, уметь общаться со «взрослыми» учениками. Повышение квалификации преподавателей вузов, в первую очередь, должно быть ориентировано на развитие новых межпредметных компетенций и качеств конкурентоспособной личности в лице преподавателя.

Вся система непрерывного образования КФУ предлагает свои образовательные услуги, начиная с детей и школьников (Детский университет - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=10707, Малый университет - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=6112), довузовское образование (http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=9630), повышение квалификации (http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=6073), до программ для пенсионеров (Университет третьего возраста). База более чем 600 программ по разным направлениям подготовки позволяет каждый год обучать свыше 10000 человек. Точками роста сегодня являются новые программы для обучения рабочим специальностям, востребованным современной экономикой Татарстана и ПФО, подготовки конкурентоспособных учителей для школ, преподавателей вузов, владеющих инновационными образовательными технологиями. А также использование мультимедийных технологий, спектр которых заметно расширился: от создания обучающих программ до разработки целостной концепции построения образовательных программ в области мультимедиа, подготовки кадров университетского уровня по данному направлению, формирования новых средств обучения. Перспективность мультимедийных технологий для образования была оценена международным сообществом, на 28-й сессии Генеральной конференции Юнеско в рамках программы «Образование» был учрежден исследовательский проект «Технологии мультимедиа и развитие личности», который сегодня реализуется.

Литература

1. Кларин, М.В. Инновации в обучении: Метафоры и модели: Анализ зарубежного опыта / М.В.Кларин. – М.: Наука, 1997. – 223с.
2. Беспалько, В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П.Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 190с.
3. Гершунский, Б.С. Компьютеризация в сфере образования: проблемы и перспективы / Б.С.Гершунский. – М.: Педагогика, 1987. – 263с.
4. Шолохович, В.Ф. Дидактические основы информационных технологий обучения в образовательных учреждениях. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. пед. наук / В.Ф.Шолохович. – Екатеринбург, 1995. – 48с.
5. Ившина, Г.В. Педагогические технологии: научные основы, опыт, перспективы. Учебно-методическое пособие./ Г.В.Ившина. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2003. – 64с.

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ В СЕТЕВОМ ВУЗЕ

Егоркина Е.Б., Иванова Н.Н.
Москва, ФГБОУ ВПО «МГИУ»

Рассмотрены некоторые особенности организации управления учебным процессом в сетевом вузе, использующем дистанционные образовательные технологии в полном объеме. Внимание уделено вопросам планирования нагрузки преподавательского состава и учебно-методическому обеспечению учебного процесса.

Learning process's management organization in network university. Egorkina E.B., Ivanova N.N.

Some features of learning process's management organization in network university are described. Special attention is given as to the teachers' capacity planning as to learning materials management.

Основной задачей любого вуза является оказание высококачественных образовательных услуг. Вопросы качества особенно остро встают в сетевом вузе, использующем заочную форму обучения с преобладающим использованием дистанционных образовательных технологий.

Информационно-образовательная среда такого учебного заведения должна включать в себя помимо единой информационно-аналитической системы, объединяющей в себе ряд информационных подсистем,

охватывающих деятельность всех подразделений вуза, электронную систему дистанционного обучения, позволяющую обучать студентов посредством дистанционных технологий.

В качестве основного инструмента управления в Институте дистанционного образования Московского государственного индустриального университета выступает Информационно-аналитическая система (ИС). Она позволяет вести подробный учет деятельности вуза и содержит всю необходимую аналитическую информацию. ИС позволяет автоматизировать деятельность приемной комиссии, финансовых и кадровых служб, деканата, библиотеки, учебного отдела, кафедр, территориально-обособленных и других подразделений. Ее функциями является не только учет студентов, преподавателей, сотрудников, финансово-хозяйственных операций, составление расписания, ведение управленческой документации и т.д, но и выявление сильных и слабых сторон в деятельности вуза. С ее помощью осуществляется прогнозирование и планирование всей деятельности вуза от распределения нагрузки преподавателей до финансирования новых проектов, что позволяет своевременно реагировать на изменения состояния учебного заведения на рынке образовательных услуг.

Электронная система дистанционного обучения является основным инструментом учебного процесса сетевого вуза и позволяет перенести занятия со студентами в виртуальную среду. Следовательно, увеличиваются потоки студентов, с которыми способен работать преподаватель без ущерба качеству образовательной услуги, что, в свою очередь, требует разработки новых алгоритмов расчета нагрузки и оплаты профессорско-преподавательского состава. Принципиальное отличие организации учебного процесса в сетевом вузе от классической схемы состоит в том, что большинство студентов не имеют возможность лично присутствовать на занятиях в головном вузе в силу территориальной распределенности. Поэтому, единственным способом проведения занятий является использование дистанционных технологий в процессе обучения.

Бурное развитие информационных технологий привело к появлению различных наборов инструментов, позволяющих виртуально проводить не только лекции, но и практические занятия, лабораторные практикумы, осуществлять разнообразные виды контрольных мероприятий. В связи с этим, нагрузка на преподавателя значительно возросла и стала складываться из различных составляющих, характеризующих сложность и трудоемкость их использования, а также зависеть от размера аудитории, которую позволяет охватить выбранная технология. Каждая дисциплина имеет свою общую трудоемкость, оценка которой позволяет объединять учебные группы в межрегиональные потоки, на основе которых вычисляется суммарная нагрузка каждого преподавателя. Такой подход позволяет анализировать состояние текущей загруженности профессорско-преподавательского состава и проводить планирование загрузки ППС на будущие периоды, после чего можно формировать контракты на оплату ППС за оказание образовательных услуг.

Данная задача усложняется тем, что потоки групп межрегиональные, следовательно, оплата распределяется между бюджетами территориально-обособленных подразделений, что возможно благодаря интеграции механизма планирования и расчета оплаты нагрузки ППС с подсистемой бюджетирования сетевого вуза.

Отправной точкой организации учебного процесса вуза в ИС являются учебные планы. На их основе формируются учебные отрезки, проводится расчет общей нагрузки ППС, ведется контроль равномерного распределения нагрузки для каждого преподавателя в соответствии с установленными нормативами, проводится учет обеспечения студентов учебно-методическими материалами.

Одним из важнейших показателей государственной аккредитации вуза является качество методического обеспечения образовательных услуг. Даже в условиях наличия электронной системы обучения нельзя оставлять студенту только мультимедийный вид учебных материалов – каждое наименование должно подкрепляться классическим вариантом. Иными словами, студент должен уметь приехать в библиотеку и взять экземпляр на руки. За актуальную информацию в данном случае отвечает подсистема учета учебно-методических материалов, одной из основных задач которой является управление библиотечными фондами.

Сложность процесса качественного формирования и рационального использования фонда учебной литературы состоит в значительных, постоянно меняющихся объемах информации, связанных с изменениями в обеспечении библиотечного фонда, и самом учебном процессе. Обеспечение библиотек территориально-обособленных подразделений также имеет свои особенности, связанные, прежде всего с тем, что вся литература состоит на балансе головного вуза, поэтому закупка и списание проходит через него. Комплектование библиотеки подразделения происходит на основе расчета контингента этого подразделения и условий наличия требуемой литературы. В случае необходимости, формируется заявка, в которой рассчитывается недостающее количество наименований литературы, создается акт передачи и учебники отправляются в библиотеку подразделения.

Через данную подсистему также проводится весь учет, связанный с выдачей литературы на руки студентам, строится различная отчетность, выявляющая должников, как на уровне отдельного подразделения, так и на уровне головного вуза.

Твердые копии учебно-методических материалов дублируются электронными вариантами. Наличие электронной системы обучения позволяет студенту получить доступ к библиотечным фондам вуза, соответствующим полному перечню дисциплин образовательной программы. По каждой дисциплине студент должен быть обеспечен учебными пособиями, лекциями, методическими указаниями, а также рекомендациями ко всем видам занятий, будь то практикум, курсовой или дипломный проект.

Упорядочить и систематизировать электронные учебные материалы позволяет электронная библиотека, являющаяся составляющей информационно-аналитической системы управления вузом. Подсистема электронной библиотеки позволяет систематизировать как сами учебные материалы, так и информацию об их состоянии. Мультимедийные учебные материалы выгружаются в дисциплины электронной системы обучения в соответствии с учебными планами и отрезками на текущий семестр. В данном случае, учебный материал далеко выходит за рамки понятия книги или учебного пособия. Происходит его трансформация в некий стержень, на котором строятся занятия и электронный курс.

Применение описанных подходов к организации учебного процесса позволяет Московскому государственному индустриальному университету оказывать качественные образовательные услуги по всей территории России, ближнему и дальнему зарубежью. Применение дистанционных образовательных технологий под управлением единой информационно-аналитической системы дает возможность студентам получить доступное образование, а руководству вуза удобные инструменты контроля за всеми сторонами учебного процесса.

Литература

1. Егоркина Е.Б., Иванов М.Н., Иванова Н.Н. Учет требований к учебному процессу сетевого вуза при проектировании его системы управления. // Информационные и телекоммуникационные технологии – МАН ИПТ, 2011, №13 – С. 65-68.
2. Долгов С.В., Егоркин В.А., Егоркина Е.Б., Иванов М.Н., Иванова Н.Н., Кузнецов Н.А., Митинский С.А., Удовиченко К.В. Автоматизация управления контентом в сетевом вузе // XIII Международн. науч.-практич. конф. «Качество дистанционного образования: концепции, проблемы решения» (DEQ-2011): Материалы. – М.: МГИУ, 2011 –С. 87-90.
3. Валявский А.Ю., Демин Ю.Н., Иванов М.Н. Использование современных информационных технологий в системе образования для студентов всех форм обучения // III Международн. науч.-практич. конф. «Электронная Казань 2011»: Материалы. – Казань: ЮНИВЕРСУМ, 2011 – С. 169-172.
4. Иванова Н.Н., Иванов М.Н., Валявский А.Ю. Взаимодействие информационно-аналитической системы управления сетевым ВУЗом с системой дистанционного обучения. // XVI Всероссийск. науч.-методич. конф. «Телематика'2009»: Труды. – Спб: Университетские коммуникации, 2009 –С. 112-113.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ И ИГРОВОЙ ПОДХОД КАК ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОГО ОБУЧАЮЩЕГО ПРОСТРАНСТВА

Зеленко Л.С.

*Самарский государственный аэрокосмический
университет имени акад. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)*

В докладе рассматриваются вопросы создания виртуальной обучающей системы в дистанционной образовательной среде с использованием технологии виртуальной реальности и игрового подхода. Приводятся особенности реализации трехмерного обучающего пространства с применением современных информационных технологий.

Virtual reality and game approach as a basis of construction of three-dimensional space training.

Zelenko L.S.

The report deals with the creation of a virtual learning system in distance learning environment using virtual reality and game approach. We present an implementation of three-dimensional learning space with the use of modern information technology.

Интернет-революция 90-х годов и разработка Web 2.0 внесли в нашу жизнь понятие «виртуальное пространство», которое постоянно расширяется и занимает просторы WWW. Социальные исследования все больше указывают на то, что граница между виртуальным и реальным мирами стирается. Современные информационные технологии вмешивается в наш мир, улучшая или, по крайней мере, изменяя нашу повседневную жизнь и среду вокруг нас. Они открывает широкие возможности для нововведений и в образовании.

Одно из таких нововведений – это обучение, основанное на компьютерных играх. Компьютерные игры все увереннее входят в число инструментов обучения, их богатый потенциал трудно переоценить, поэтому применение игровых элементов в образовательных средах становится в наши дни все более популярным. Однако, разработчикам обучающих систем нужно помнить о том, при всем своем богатом обучающем потенциале игра не гарантирует обучения, необходимо обязательно учитывать и применять педагогические аспекты, чтобы игры приносили пользу.

Теоретические основы построения системы

В отличие от обычного электронного обучения обучение с помощью компьютерных игр может быть увлекательным, в него можно погрузиться «с головой». Если учесть, что обучение – это не просто накопление знаний, а их усвоение, включение их в сумму опыта учащегося, то обучение, основанное на играх, дает отличные возможности для обучения на опыте: оно является практическим, погруженным в конкретные реалистично смоделированные ситуации, находясь в которых обучаемый решает множество разнообразных задач. Это касается в первую очередь «серьезных игр» и симуляций, которые развиваются очень стремительными темпами и активно применяются военными (при обучении стратегии, тактике, командному бою, управлению техникой), медиками (при обучении медицинского персонала) и т.д.

В США и Великобритании игровое обучение интенсивно применяется в работе с детьми и социально неадаптированной молодежью. С помощью игр там пытаются решать самые разнообразные задачи – от обучения детей различным полезным знаниям и умениям, которые касаются как школьной программы, так и повседневной жизни, до профориентации и средне-специального обучения подростков.

На кафедре программных систем СГАУ разрабатывается виртуальная обучающая система, интегрированная в дистанционную обучающую среду кафедры и факультета информатики, которая широко использует игровой подход и возможности технологии виртуальной реальности (Virtual Reality) или виртуальных миров. Обе эти составляющие ориентированы на совершенствование подачи материала и процесса обучения.

Преимущества трехмерного пространства (виртуального мира) вытекают из особенностей человеческого восприятия информации. Согласно многочисленным исследованиям, 80% информации об окружающем мире человек получает через зрение, а зрение работает тем эффективнее, чем более образный мир оно видит. Преподаватели знают, что простой и наглядный пример зачастую оказывается эффективнее строгих теоретических выкладок. Текст требует вдумчивого прочтения и понимания, но яркая картинка или движение воспринимаются практически мгновенно. Самые популярные образовательные ресурсы в сети Интернет полагаются на видео, а не текст.

Виртуальный мир способен выступать в роли интегрированной среды, куда без особых трудностей переносятся все уже освоенные формы подачи информации (будь то текст, иллюстрации, видео или что-то еще), и в то же время открывать новые горизонты. Трехмерное пространство имитирует наш повседневный мир, а потому его возможности максимально приближены к реальности. Любая сложная визуализация, которую преподаватель использует в рамках своих курсов, может быть смоделирована в виртуальном мире. Безусловно, моделирование потребует усилий и времени – но единожды завершенное, оно может быть размножено и предоставлено через Интернет всему миру.

В обучающую систему практически в равной мере должны быть включены как современные компьютерные технологии, так и элементы игры и обучения (см. рис. 1).

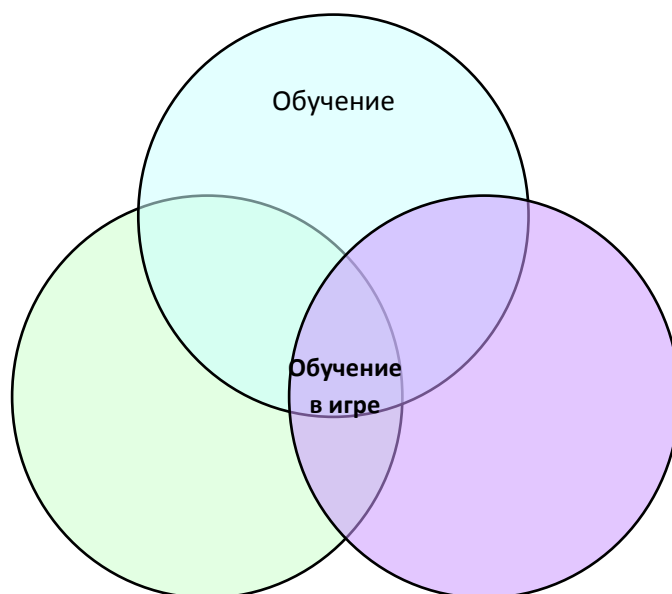


Рис. 1. Соотношение педагогики, компьютерных технологий и игр

Чтобы процесс обучения был успешным, необходимо чтобы в системе присутствовали адаптивные структуры условий и своевременное предоставление информации. Для этого в системе предусмотрен автоматизированный конструктор курсов, с помощью которого преподаватель может составить хорошо структурированный учебный курс. Соединяя между собой различные операции и устанавливая характер связи между ними, в обучающем пространстве можно создать любое развитие сюжета (ограничение состоит лишь в количестве предусмотренных системой действий и условий). Поэтому достигать поставленную перед ним цель

(или выяснять ее в процессе) обучаемый может в соответствии со своими вкусами и предпочтениями, разными путями и способами, совершая ошибки и пробуя снова, по-другому.

Чтобы процесс обучения был более интересным и эффективным, необходимо чтобы обучение обуславливалось подкреплением – наградой за правильные ответы и действия (принципы бихевиоризма). В играх любое, даже самое мелкое, достижение игрока явным образом вознаграждается, мотивируя его на новые конструктивные действия, награды могут быть небольшими и условными («микронаграды»), но они уже определяют иную модель взаимодействия – игра дарит человеку очень важное чувство постоянного прогресса, поэтому игроки всегда полны энтузиазма. Данный принцип также реализован в системе.

При разработке системы мы учитывали и когнитивную теорию. Здесь обучаемый (игрок) – в центре внимания, и может получать знания по разным модальностям – текст, изображение, звуки и т. п. Обучаемый оценивает и анализирует игровые проблемы и задачи. Обучение реализуется через действие, которое включает непосредственное обучение, наблюдение и рефлексию, выведение абстрактных понятий и связей (приобретение опыта, опирающегося на теорию), и активное экспериментирование при решении разнообразных задач и принятии решений. Система обладает высокой степенью интерактивности: обучаемый не только видит мир, но и активно с ним взаимодействует – перемещает предметы, нажимает на кнопки, решает задачи, способность к усвоению информации в таких условиях возрастает многократно.

В системе планируется реализовать и другие игровые подходы к обучению:

– обратную связь (в играх обратная связь предусмотрена самой их структурой и работает постоянно, игры нелинейны и динамичны, поскольку очень сильно зависят от действий игрока, если применять игровой подход, то ученик отчасти станет соавтором курса: будет основательно изучать самое интересное, определять, где данных недостаточно и задавать вопросы, а затем и демонстрировать свои знания преподавателю);

– соревнование (игры активно эксплуатируют классическую человеческую потребность быть лучше других – настолько активно, что некоторые из них превратились в полноценные спортивные дисциплины, грамотное сочетание поощрения и соревнования может пойти на пользу и образованию);

– командную работу (стандартные образовательные курсы во многом остаются индивидуальным делом, при этом умение взаимодействия с коллегами в современном мире незаменимо: серьезные задачи слишком объемны для одиночек и требуют грамотного распределения труда. В играх проще создать ситуацию, действительно требующую командной работы, – хотя бы потому, что мир и правила игры полностью определяются ее разработчиком).

Технологические основы построения системы

Виртуальная обучающая среда (пространство) состоит из блоков-шаблонов, представляющих собой комнаты различного типа: главный холл, котором размещена информация общего характера (стенды со сведениями о факультетах, кафедре, направлениях работы, терминал для выбора учебного курса), лекционный зал (здесь размещен теоретический учебный материал), тестовые комнаты (в системе заложены несколько различных видов тестовых заданий). Все комнаты соединены коридорами и объединяются в древовидную структуру: из холла обучаемый попадает в выбранный им курс, каждый курс начинается с выбора темы, каждая тема содержит ряд лекционных и тестовых помещений. Однако преподаватель с помощью графического редактора может проложить собственный путь на графе, тем самым задав иную последовательность соединения комнат. Таким образом, конструктор сочетает в себе возможности быстрой автоматической генерации и гибкой, интуитивно-понятной настройки курсов.

Загрузка контента в систему также автоматизирована: учебные курсы можно загружать в базу данных из документов Microsoft Word, которые будут проанализированы и автоматически разбиты на нужные логические блоки (лекции – на параграфы, тесты – на вопросы и варианты ответов). Для этого преподавателю потребуется придать загружаемому документу требуемый формат (теоретический материал и тестовые задания должны быть оформлены в соответствии с заданным шаблоном). В случае если анализатор допустит ошибку или неточность, в графическом редакторе курсов всегда доступно ручное добавление, удаление и редактирование информации.

Важной частью виртуальной среды являются аватары – трехмерные модели персонажей, с помощью которых пользователи взаимодействуют с окружающим миром. Выбор игрового персонажа – первый и очень важный шаг в процессе обучения, так как обучаемый проецирует свои личные качества на выбираемого им персонажа. По существу аватар – это сущность, при помощи которой пользователь представляет самого себя, самовыражается в виртуальном мире. В системе разработано несколько аватаров, среди них присутствуют как обычные люди (мужчина и женщина), так и фантастические герои (например, роботы или мифические существа). Внешность людей можно настроить по своему вкусу, выбрав пропорции тела, одежду и ее цвет – процесс, известный среди разработчиков игр как «кастомизация» (customization). Обучаемый также может настроить дополнительные характеристики персонажа (имя, возраст, скорость ходьбы, размер персонажа и др.), позволяющие более точно раскрыть индивидуальность обучаемого. Кроме персонажей, управляемых самими пользователями, в систему встроены неигровые персонажи (модели, управляемые компьютером), они присутствуют в обучающей системе для создания реалистичной обстановки, создают видимость присутствия учителей и обслуживающего персонала. К числу неигровых персонажей также относятся «экскурсоводы» – обучающие персонажи, которые проводят для новичков экскурсии по виртуальному миру. Это возможно за счет набора заранее записанных диалогов, воспроизводимых экскурсоводом при приближении к нему.

Дополнительным техническим нововведением системы является интеграция сгенерированного виртуального мира в HTML-страницу сайта, что позволяет обучаемым находиться внутри полноценного трехмерного пространства, не покидая браузера.

Система является клиент-серверным приложением и требует установки на стороне клиента небольшого плагина, поддерживаемого всеми основными браузерами. Серверная часть написана на платформе ASP.NET и языке C# с применением шаблона MVC (модель-представление-поведение), разбивающего код на три максимально независимых компонента в целях более удобной и свободной модификации каждого из них.

Для разработки интерфейса сайта используются язык JavaScript и графическая библиотека ExtJS. В качестве СУБД выступает Microsoft SQL Server 2008; связь с ней осуществляется с помощью технологии Entity Framework, позволяющей максимально дистанцироваться от физических тонкостей хранения данных.

Виртуальный мир создан на игровом движке Unity3D. Сложная геометрия импортируется из трехмерного редактора Blender; для анимации персонажей используются технологии скелетной анимации и захвата движения; для программирования скриптовой логики внутри мира применяются языки JavaScript и C#.

Система внедрена в учебный процесс школы информатики СГАУ и используется для обучения школьников старших классов информатике и подготовки их к сдаче ЕГЭ.

В качестве дальнейшей перспективы развития следует упомянуть добавление экспертных элементов, с помощью которых система сможет адаптироваться под успехи или неудачи конкретного пользователя и выдавать ему актуальные рекомендации, тем самым делая процесс обучения более индивидуальным и интеллектуальным.

О ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ «АКТИВНОЕ ВИДЕО» В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Касторнова В.А.

Москва, ФГНУ «Институт информатизации образования» РАО

Описывается технология «активное видео» как пример реализации технологии мультимедиа. Приводятся ее технологические характеристики. Обозначаются ее области применения, в том числе, в образовательном процессе.

The «Active video» technology using in an educational process about. Kastornova V.

The «active video» technology as a multimedia technology realization example is described. Its technological descriptions are emphasized. Its fields of using are distinguished including the educational process.

Технология «Активное Видео» представляет новые методы управления информационными потоками в области теле- и видеоинформации [3].

Во время просмотра интерактивных видеороликов, созданных на базе технологии «Активное Видео», зритель может перейти от пассивного восприятия информации на экране телевизора или монитора к активному взаимодействию с ней, чего нельзя сделать при проигрывании обычного видеоматериала. Он сможет получить по своему желанию дополнительные сведения о том или ином событии или предмете, увиденном на экране, изменить порядок просмотра, выбрать интересующую его сюжетную линию.

Просмотр фильма в формате «Активного Видео» можно сравнить с путешествием по документу в Интернете, изобилующему ссылками на другие тексты и сайты (гиперссылками). В этом случае гиперссылками служат не строчки в тексте документа, а активные объекты на экране.

Активный объект – это область на кадре, нажатие левой кнопки мышки на которой приводит к выполнению заданного сценаристом действия: демонстрации нового видеоролика, появлению текстовой или звуковой информации, переходу на страницу в Интернете и т.п.

В качестве активного объекта, к примеру, можно представить человека, дом, автомобиль, а также любые их части, у автомобиля это может быть колесо, багажник, салон и т.д.

Другими словами, получается фильм, в котором каждый видимый объект на экране становится носителем дополнительной информации, глубина вложенности и объем которой ничем не ограничены.

Преимущества технологии «Активного Видео»:

- Адресная подача информации. Традиционное видео, когда зритель смотрит ролик, никак не взаимодействуя с ним, зачастую не приносит должного эффекта. Зритель может игнорировать ролик, в котором идет неинтересная для него информация. «Активное Видео» дает зрителю возможность выбора, что и когда смотреть, в рамках, заданных сценаристом.

- Огромное количество областей применения. Например, рекламные ролики, виртуальные экскурсии, обучающие системы, видеогиды, видеоинструкции, видеопрезентации.

- Возможность оценки эффективности роликов «Активное Видео» предоставляет возможность оценивать эффективность и привлекательность рекламы и других интерактивных роликов, размещенных в Интернете. Используя нашу систему статистики, вы можете посмотреть, насколько часто просматривается ваш

ролик, какие эпизоды наиболее привлекательны для зрителя.

- Быстрое создание и изменение роликов. При помощи специального программного обеспечения можно создавать интерактивные видеофильмы быстро и просто. Например, несложную интерактивную видеовизитку о компании можно создать за один день. В случае необходимости разметки сложных объектов программное обеспечение значительно ускоряет процесс благодаря использованию специально разработанных алгоритмов ведения объектов.

- Различные виды просмотра Интерактивный видеофильм, созданный на основе технологии «Активное Видео» распространяться на CD-DVD носителях (для локального просмотра на компьютере пользователя) или размещаться в Интернете или локальных сетях (для сетевого просмотра).

- Простота и доступность для зрителя. При помощи бесплатного проигрывателя зритель просто смотрит интерактивный фильм и выбирает мышкой заинтересовавшие его объекты.

Технология «Активное видео» как элемент технологии мультимедиа предоставляет возможность создавать и демонстрировать видеофильмы на экране монитора или любого другого средства визуализации (проекционного экрана, интерактивной доски и пр.). При этом на кадрах демонстрируемого видеофильма при помощи манипулятора (например, мыши) можно выбрать любой отображаемый объект и получить любую дополнительную информацию о выбранном объекте: вызвать для просмотра новый видеоролик, получить текстовую, звуковую информацию, изменить параметры просматриваемого видеофильма и т.д. Фактически эта технология позволяет делать из любого видеофильма гипервидео-документ по аналогии с гипертекстовыми документами, в котором ссылки привязываются не к текстовым строкам, а к объектам, отображаемым на экране. Технология позволяет учитывать всю предысторию выбора и просмотра для каждого пользователя, что может быть с успехом использовано в технологии обучения [1].

Все вышеперечисленное достигается за счет использования следующих технических возможностей, предоставляемых данной технологией:

- выделение любых замкнутых областей, не обязательно цельных, с точностью до кадра;
- привязка к выделенным областям любого действия и информации;
- вставка поверх выделенной области другой видеoinформации без изменения первичного видеоконтента;
- замена или микширование звуковых дорожек без изменения первичного аудиоконтента;
- создание системы с запоминанием всех действий пользователя и принятием решения о дальнейшем предоставлении той или иной информации на основе проведенных ранее действий;
- создание доступных и легко понимаемых пользователем видеoinформационных систем, позволяющих быстро получать информацию о любом объекте, присутствующем в кадре на экране.

Видеоматериал в формате активного видео создается в специальном редакторе («Редакторе АВ»). В нем создаются активные объекты, с которыми имеет дело пользователь, а также сценарии, которые наделяют объекты определенными функциями, т.е. делают их по-настоящему активными. При этом сценарии существуют не только для объектов. Например, можно запустить эпизод видеоматериала по определенному сценарию, создать сценарий для событий (триггеров). Сценарий также управляет проигрыванием видеоматериала в специальной программе просмотра («Плеере АВ»).

Основная идея создания видеоматериала в формате активного видео заключается в том, чтобы выделить объекты в исходном видеоматериале, сделать их активными и соединить в отдельный видеопоток, называемый потоком активных объектов. Созданный поток воспроизводится в «Плеере АВ» в виде дополнительного слоя над основным видеопотоком исходного медиафайла. Способ проигрывания двух видеопотоков при помощи специальных функций «Плеера АВ» приводит к эффекту активного взаимодействия с происходящим на экране.

Основными возможностями, реализуемыми в «Редакторе АВ», являются:

- выделение визуальных образов в последовательности кадров видеофильмов;
- установка связей, т.е. привязка последовательностей выделенных областей визуальных образов к объектам;
- наделение объектов активностью в соответствии с созданными для них сценариями;
- нарезка видеофильма на эпизоды и проигрывание их в порядке, предусмотренном при создании главного сценария видеофильма;
- создание сложных сценариев просмотра видеоматериала, учитывающих предпочтения пользователя;
- замена основного звукового ряда полностью новым или наложение нового звукового ряда на основной звук;
- добавление спецэффектов.

Одним из ключевых понятий технологии активного видео являются активные объекты, т.е. объекты, наделенные возможностями вызова дополнительной информации. Они выделяются на экране с помощью

подсветки, изменения формы курсора мыши, появления всплывающего окна с подсказкой. Могут сопровождаться маркерами, акцентирующими внимание пользователя на активном объекте при просмотре видеоматериала. Выбор активного объекта на экране с помощью мыши приводит к открытию нового окна с видеороликом, появлению окна с текстовым сообщением, появлению звуковой информации, переходу к другому объекту, открытию страницы в Интернете, открытию почтовой программы и т.п. (к запуску любых приложений, установленных на компьютере пользователя).

Объекты бывают статическими и динамическими и обладают рядом общих свойств: уникальность каждого объекта, появление объекта на заданном интервале медиафайла, наличие у объекта активной области, при взаимодействии с которой происходит вывод дополнительной информации, наличие списка сценариев. Статический объект характеризуется тем, что он привязан к последовательности кадров фильма, к нему можно привязать несколько последовательностей его экранных образов, в качестве активной области объекта выступает контур изображения объекта на экране. Динамический же объект не привязан к последовательности кадров фильма. Он создается специальным сценарием, в результате выполнения которого объект появляется на экране. При этом в качестве активной области объекта может выступать как контур изображения объекта, так и произвольный контур, однако следует заметить, что к объекту может быть привязан только один контур.

Основными этапами создания видеоматериала в формате активного видео являются:

– создание активных объектов, включающее в себя выделение контура изображения объектов на кадрах видеопленки с помощью графических средств редактора и создание сценариев для объектов (наделение их активностью);

– создание дополнительного видеопотока, в котором содержится вся информация об объектах активного видео, их сценариях, маркерах, всплывающих подсказках и др.

Интерактивность при проигрывании видеоматериала в формате активного видео достигается за счет прокручивания в проигрывающем устройстве двух видеопотоков: основного потока видеопленки и созданного потока активных объектов, что создает эффект интерактивности объектов. В результате пользователь взаимодействует с активными объектами и получает дополнительную информацию.

Видеоматериалы, созданные с использованием технологии «Активное видео», могут применяться как в локальных сетях, так и в сети Интернет. Для удобства их размещения на сервере сети Интернет в «Редакторе АВ» предусмотрена специальная команда, облегчающая этот процесс.

Процесс создания интерактивного видеопроекта можно разделить на несколько этапов:

1. *Разработка сценария.* На данном этапе прорабатывается общая концепция интерактивного видеопроекта, определяются основной видеоряд, узловые точки, в которых пользователь может изменять последовательность просмотра, принимаются решения о том, какие объекты стоит снять подробнее, какую дополнительную информацию и куда нужно добавить.

2. *Подготовка информационных текстов и дополнительных материалов.* На этом этапе создаются те дополнительные видео-, аудио- и текстовые материалы, которые впоследствии будут подсоединены к основному видеоряду.

3. *Видеосъемка/подготовка видеоматериала.* На данном этапе в соответствии с разработанным сценарием и соблюдением определенных правил производятся видеосъемки.

4. *Озвучивание видеоматериала.* На полученный видеоряд накладывается звуковое сопровождение.

5. *Компьютерная обработка отснятого материала.* Полученный видеоматериал обрабатывается при помощи специализированных программных продуктов.

6. *Тестирование интерактивного видеопроекта.* На данном этапе проверяется логичность и правильность переходов от одного видеосюжета к другому, достаточность и наглядность представления дополнительной информации.

7. *Публикация интерактивного видеопроекта.* Готовый интер-активный видеопроект может быть размещен на DVD-дисках, что дает возможность посмотреть его как обычный фильм на DVD-проигрывателе или же посмотреть интерактивный видеопроект с помощью компьютера. Также можно разместить интерактивный видеопроект в Интернете.

Видеоматериалы в формате активного видео могут использоваться при создании лекций, энциклопедической информации, обучающих систем, тренажеров, наглядных советчиков, инструкций по применению чего-либо. Кроме того, рассматриваемая технология, объединяя в единую систему учебники, практические занятия, семинары, реализует такое электронное средство учебного назначения, как интерактивный электронный учебник. Во время просмотра такого учебника учащийся не просто видит обучающий фильм, но и имеет возможность тут же, непосредственно во время просмотра получить информацию о любом видимом на экране предмете, посмотреть фрагмент с объяснением того или иного термина; если надо – вернуться к нему еще раз, а по окончании просмотра пройти тест на проверку знаний. Таким образом, получается система, которую каждый ученик может адаптировать под себя, под свою скорость восприятия информации. Она является гармоничным дополнением к традиционным методам обучения.

В основе технологии «Активное видео» лежит понятие сценария. Остановимся более подробно на методических особенностях его разработки.

Данная методика призвана помочь создать интерактивный фильм, ориентированный на конечного пользователя. При просмотре фильма пользователь сможет как посмотреть обычный сюжет, так и вызвать более подробную информацию о том, что происходит на экране, уточнить то или иное событие, т.е. запросить

по своему желанию дополнительные сведения.

В качестве дополнительной информации, вызываемой пользователем по его запросу, могут быть представлены различные приложения, установленные на его компьютере. Необходимо помнить, что предъявленные пользователю сведения должны быть логически обоснованными и целесообразными.

При составлении сценария нужно учитывать включение в него:

- диалогового режима, в котором пользователь может выбрать те или иные условия;
- нескольких сюжетных линий фильма, которые могут быть выбраны в зависимости от введенных пользователем условий (в рамках содержащейся в фильме информации);
- баз данных, различных методик обработки изображений, анимации;
- возможность подключения к глобальной сети Интернет;
- различных приложений (текстовых, графических и звуковых редакторов, картографической информации);
- операций запоминания пройденных эпизодов в виде «закладок» на панели «History»;
- основного меню (или навигации по содержанию фильма), в качестве одного из способов реализации которого может послужить создание карты эпизодов.

Как правило, создание сценария рекомендуется разбивать на три этапа: создание художественного сценария, создание технологического сценария, разработка программного кода.

В художественном сценарии в письменном виде формулируется основная тема или идея будущего интерактивного фильма. На этом этапе следует определить целевую аудиторию для создаваемого фильма и определить содержание фильма, а также форму подачи и вид основного и дополнительного информационного материала.

В технологическом сценарии следует выбрать информационные ресурсы, которые будут использоваться для реализации художественного сценария. На этом этапе следует:

- определить вид необходимых мультимедиа-приложений: видеоприложения, аудиоприложения, графические изображения, программы различных вычислений, анимацию, сеть Интернет, картографическую информацию, базы данных и др.;
- построить пространство связей мультимедиа-информации – средства навигации по фильму;
- разработать дизайн пользовательского интерфейса.

Требования к пользовательскому интерфейсу определяются необходимостью создания благоприятной визуальной среды на экране монитора. Степень ее комфортности определяется цветовыми характеристиками, пространственным размещением информации на экране монитора.

Под разработкой программного кода подразумевается процесс создания компьютерной программы, призванной управлять мультимедиа-приложениями по алгоритму, заданному художественным и технологическим сценариями.

В процессе разработки программы должна существовать возможность постоянного внесения корректировок в художественный и технологический сценарий. Подобная обратная связь может быть инициирована как вновь возникшей необходимостью, так и открывшимися техническими возможностями их реализации (или отсутствием таковых).

Следует учитывать, что технология «Активное видео» подразумевает создание нескольких видов сценариев. Существует главный сценарий, который управляет проигрыванием фильма «Активного видео» при отсутствии каких-либо действий со стороны зрителя. Однако во время просмотра фильма «Активного видео» кликом левой кнопки мыши на его активном объекте может вызываться один из связанных с этим объектом сценариев, который является побочным (подчиненным) сценарием. У каждого активного объекта может быть несколько сценариев, список которых можно вызвать кликом правой кнопки мыши, а затем выбрать любой из них для запуска.

Сценарий может быть также привязан к некоторым событиям или триггерам. Например, устанавливается событие «Таймер», которое вызывает заданный сценарий через определенный промежуток времени, или в момент появления на экране определенного кадра срабатывает соответствующий триггер и выполняется его сценарий.

Сценарии могут быть отсортированы по темам и объединены в рубрики. Каждая рубрика представляет собой список сценариев, в который также будет входить сценарий по умолчанию. В связи с тем, что система управления фильмом учитывает историю перемещения зрителя по фильму, на панели «History» можно активизировать просмотр вызванного ранее эпизода. Могут быть активизированы доступные ссылки на логической карте эпизодов фильма [2], [3].

Областями применения данной технологии являются:

Рекламная деятельность. В интерактивных рекламных роликах заложено намного больше информации о товаре, продукте, услуге, чем в традиционной рекламе. И при этом зритель получает мгновенный доступ к тому, что его заинтересовало, ему стоит лишь выбрать на экране соответствующий предмет или пункт меню.

Благодаря системе сбора статистики, вы сможете узнать, что больше всего интересует зрителей. Примеры таких роликов - видеопрезентации товаров и услуг, видеовизитные карточки фирм или одного из направлений деятельности.

Видеоинструкции. Видеоинструкции рассказывают, показывают и учат, как собирать купленную вещь, как ее использовать, как ремонтировать. Мало, кто любит читать инструкции. А видеоинструкция все рассказывает сама, более того, не устает повторять самые сложные моменты.

Презентации. Добавление интерактивности к видео презентациям позволяет сделать их многогранными и интересными для различных целевых групп. В презентационный ролик можно заложить сколь угодно много информации, при этом не перегрузив его - все подробности появляются только по запросу зрителя.

Образование. Обучающие системы, видеоучебники. Добавление к обычному видео интерактивности позволило значительно увеличить глубину, сложность и насыщенность учебного материала. Интерактивные обучающие системы учитывают индивидуальность ученика и являются органичным дополнением к традиционным методам передачи знаний. Возможность работы с такими системами через Интернет открывает новые горизонты в дистанционном обучении.

Культурные проекты и индустрия развлечений. Интерактивные видеофильмы являются визитной карточкой развлекательного заведения, музея, выставочного комплекса, города, страны. Такой фильм подробно расскажет зрителю обо всех особенностях описываемого места, в простой и наглядной форме представит всю требуемую информацию. Свобода выбора – что и когда смотреть – делает просмотр комфортным и увлекательным, а иллюзия присутствия в настоящем месте помогает зрителю принять решение о посещении ресторана, курорта, достопримечательности в реальности.

Видеогаиды. Видеогаиды похожи на обычные видеофильмы о достопримечательностях, однако, в отличие от них, позволяют в любой момент сменить направление движения или осмотра, получить подробный рассказ обо всем, что видно на экране, то есть вести себя так, как будто вы находитесь на настоящей экскурсии. Такая свобода выбора создает эффект присутствия в реальности и делает просмотр видеогида увлекательным и незабываемым.

Литература

1. Касторнова В.А. Возможности программных средств формата «Интерактивное видео» как пример реализации технологии мультимедиа // Ученые записки ИИО РАО. 2006. Вып. 19. С. 190-196.
2. Касторнова В.А. Современное состояние научных исследований и практико-ориентированных подходов к созданию и функционированию образовательного пространства: монография. Череповец: ЧГУ, 2011. 461 с.
3. Сайт «Активное видео». URL: <http://www.active-video.ru/>

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В ВУЗЕ

Квач Т.Г.

Тольятти, ПВГУС

В статье рассмотрены инновации в образовательной среде, а также их поддержка. В частности, рассмотрен такой вид инноваций как дистанционное обучение, его идея состоит в том, что взаимодействие преподавателя и студента происходит в виртуальном пространстве: оба они находятся за своими компьютерами и общаются посредством Интернета.

Innovative approach to information of the educational environment in higher education institution. Kvach T.

In article innovations in the educational environment, and also their support are considered. In particular, such type of innovations as distance learning is considered, his idea consists that interaction of the teacher and the student occurs in virtual space: both of them are behind the computers and communicate by means of the Internet.

Современные условия информационного общества, процессы перестройки, развитие телекоммуникаций, происходящие в РФ, требуют иных подходов, методов и технологий, особенно в такой важнейшей сфере, как образование. Во многом зависит успешность обучения студента от того, какие формы и методы будут использованы в процессе образования, на основе каких современных технологий оно будет построено.

Для создания и развития информационного общества применяют информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в образовании, что определяется рядом факторов:

- при внедрении в образование существенным образом ускоряются передача знаний и накопленного опыта человечества не только от поколения, но и от одного человека к другому;
- современные информационно-коммуникативные технологии повышают качество обучения и образования, и вследствие этого, позволяют человеку быстрее и успешнее адаптироваться к окружающей среде, а также происходящим социальным изменениям. При этом каждый человек получает возможность приобретать знания как сегодня, так и в будущем;

- важным фактором создания системы образования является активное и эффективное внедрение данных технологий в образование, которые отвечают требованиям информационного общества, а также процессу реформирования традиционной системы образования. [1]

Созданная на основе высокотехнологичных средств информатизации информационная среда видится как составная часть среды обучения.

При построении информатизации образовательной среды в вузе необходимо основываться на системе взаимосвязанных и обусловленных принципов, таких как: целеустремленность; самодостаточность; организованность; целостность; динамичность; многофункциональность; открытость; приспособляемость; эволюционность; технологичность; воспроизводимость.

Также в структуру ИКТ входят целостные компьютеризированные курсы. Началом революционного преобразования традиционных методов и технологий обучения и всей отрасли образования стало внедрение в сферу образования компьютера.

При построении информатизации образовательной среды в вузе следует учитывать группу факторов, которые влияют на ее результативность. Такие факторы нужно разделить на объективные и субъективные. [1]

К объективным факторам следует отнести обеспеченность педагогически полезными дидактическими материалами, обеспеченность образовательного учреждения современными средствами информатизации и создание вузом необходимости информатизации учреждения.

Субъективные факторы – конструирование и внедрение средств информатизации в образовательную практику; компетентность педагога по проектированию, состояние здоровья участников процесса обучения; готовность участников процесса обучения к использованию средств информатизации; заинтересованность педагогов и обучающихся в использовании средств информатизации в своей деятельности и др.

Если говорить об особенностях сферы образования, то целесообразно выделить такие факторы, которые будут определять специфику этой сферы:

- реформирование отрасли образования — изменение подходов к обучению, оценке результатов обучения, вхождение РФ в Болонский процесс, формирование системы непрерывного образования и т.п.

- необходимость становления в высших учебных заведениях системы управления, не исключая менеджмент качества, усиления эффективности деятельности, формирования механизмов для повышения рейтинга вуза с помощью предложения не только более качественных, но и нетрадиционных услуг образования и освоения новейших направлений и форм обучения.

- необходимость развития взаимодействия между вузами – следует обмениваться студентами, преподавателями, курсами, создавать межвузовское информационное пространство. [2]

В сфере образования, изменения могут происходить на федеральном, межвузовском, внутривузовском уровнях, в следствие этого, если говорить об информатизации образования, можно выдвинуть главное требование - во время всего жизненного цикла информационная система для высших учебных заведений должна быть гибкой, приспособляемой к новым условиям деятельности. Также она должна органично вписываться в ИТ-инфраструктуру высшего учебного заведения для того, чтобы эксплуатирующиеся в вузе (успешно) программные средства, дополнялись новым продуктом, а не вытеснялись им. Этот подход позволит создать такое единое информационное пространство высшего учебного заведения, в котором гармонично будут сосуществовать и эффективно взаимодействовать ранее внедренные, а также новые программные системы. В результате образовательное учреждение сможет получить для принятия решений целостную картину о деятельности вуза.

Эти требования могут быть выполнены за счет модельной архитектуры (Model Driven Architecture, MDA), в ней сначала создается модель, а на базе модели - автоматизированная система. В данном случае высшее учебное заведение будет иметь возможность описать в модели различные информационные объекты, деловые процессы, а потом автоматизированно сгенерировать информационную систему на основании модели, которая будет поддерживать описанные в ней процессы и накапливать данные в хранилище по объектам информации. После этого, при эксплуатации системы, изменения в деятельности высшего учебного заведения первоначально будут отражаться в модели, а потом автоматизированно перенесутся в информационную систему. [1]

Также в данной модели следует отразить ИТ-инфраструктуру высшего учебного заведения, т.е. все эксплуатируемые технические, программные и телекоммуникационные средства. При этом необходимо показать, какие аспекты деятельности вуза поддерживают компоненты, с помощью этого можно будет оценить эффективность элементов ИТ-инфраструктуры и понять, какие дополнительные технические средства и программы нужны. Должно быть описано информационное взаимодействие в модели компонентов программы - существующее и требуемое. Следовательно, уже на уровне модели станет прозрачной и наглядной не только нынешняя, но и перспективная информационно-технологическая среда высшего учебного заведения, которая создает в итоге единое информационное пространство.

Ряд инноваций в образовании напрямую связан с ИТ, в частности дистанционное образование. В последнее время наряду с традиционными формами получения высшего и второго высшего образования - очной и заочной - оно получает все большее распространение. Новая для нас форма обучения - elearning - давно используется на Западе. Дистанционное обучение дает возможность получить высшее и, в особенности, второе высшее образование без отрыва от работы, в любой точке нашей страны и зарубежья, при этом качество полученных знаний находится на самом высоком уровне. [3]

В отличие от заочного обучения дистанционное обучение дает возможность учиться, находясь на любом расстоянии от учебного заведения. И если при заочном обучении студенту приходится все же неоднократно приезжать в учебное заведение, то дистанционное обучение позволит практически полностью этого избежать. Идея дистанционного образования состоит в том, что взаимодействие преподавателя и студента происходит в виртуальном пространстве: оба они находятся за своими компьютерами и общаются посредством Интернета.

При дистанционном образовании важную роль играет самостоятельная работа студента с литературой. Дистанционное образование и интернет-технологии дали новые возможности для непрерывного обучения специалистов и переучивания специалистов, получения второго образования, а также делают обучение более доступным.

Высшее дистанционное образование - это образование, которое не требует от студента присутствия в аудитории. В настоящее время оно становится заметной составляющей системы высшей школы. Высшее дистанционное образование позволяет выбрать удобное время, место и темп обучения; также дает возможность повысить свою квалификацию, приобрести специальность без отрыва от работы.

Преимущества дистанционного обучения:

Прежде всего, это возможность получить образование в любом месте, независимо от местонахождения студента. Большинство желающих получить второе высшее образование - это работающие люди, и дистанционное образование для них - это единственно приемлемый вариант. Высшее дистанционное образование могут выбрать как удобную для себя форму обучения, молодые и многодетные матери, инвалиды, лица, ограниченные в своих передвижениях (военнослужащие, люди, работающие вахтовым методом), а также наши соотечественники из стран ближнего и дальнего зарубежья, для которых дистанционный институт - это единственная доступная форма обучения на родном языке.

Среди других преимуществ elearning, следует отметить, возможность получения знаний в удобное время и в оптимальном темпе. Дистанционное образование, скорее всего, будет иметь все более широкое распространение в нашей стране.

Также существуют другие виды инноваций (как, например, система непрерывного образования), которые могут быть реализованы намного эффективнее при качественной ИТ-поддержке.

Основные требования к ИТ-поддержке инновационных процессов в вузах:

- сотрудникам вуза должны быть понятны цели и задачи внедряемой инновации, иначе процесс внедрения может встретить сопротивление. Наглядность сути и задач инновации достигается путем их отражения в модели деятельности вуза, что позволяет всем участникам внедрения новых процессов увидеть изменения и понять их цели;

- для облегчения хода внедрения нужно изначально автоматизировать те действия пользователей, которые можно описать в виде алгоритмов. Это освобождает сотрудников от выполнения рутинных операций. Именно дополнительная нагрузка на сотрудников, связанная с освоением новых образовательных технологий, часто приводит к пробуксовке процесса внедрения;

- необходимо акцентировать внимание на положительных сторонах инноваций, а для этого постараться как можно раньше получить пусть небольшие, но видимые результаты - использование ИТ может заметно ускорить их получение. Наконец, с помощью ИТ руководство вуза может осуществлять мониторинг процесса внедрения и анализ возникающих проблем. [3]

Сегодня для информационной поддержки инновационных процессов каждый вуз должен создавать у себя современную ИТ-инфраструктуру - совокупность уровней структуры организации, обеспечивающих формирование и сопровождение телекоммуникационного и компьютерного оборудования, а также общесистемного и прикладного программного обеспечения. Создание и содержание ИТ-инфраструктуры требует затрат на лицензионное программное обеспечение, приобретение и монтаж компьютерного и телекоммуникационного оборудования, обучение и оплату труда обслуживающего персонала, техническую поддержку. Между тем, применение механизма аутсорсинга ИТ-инфраструктуры позволило бы вузам выступать не в качестве владельцев, а в роли арендаторов компонентов ИТ-инфраструктуры. При этом достигаются следующие преимущества:

- повышение эффективности затрат вуза и более равномерное их распределение (ежемесячная арендная плата);

- отсутствие необходимости обновления морально устаревающего оборудования и программного обеспечения;

- отсутствие необходимости в высококвалифицированном персонале, обеспечивающем администрирование сложных технических и программных средств;

- минимизация требований к рабочим станциям пользователей вуза, которые работают в терминальном режиме;

- гарантированная доступность и высокая скорость доступа к ресурсам, расположенным в хостинговом центре.

Таким образом, в статье рассмотрен инновационный подход к информатизации образовательной среды в вузе. При этом один ряд инноваций напрямую связан с ИТ (например, дистанционное обучение), другие инновации (как, например, система непрерывного образования) могут быть реализованы намного эффективнее при качественной ИТ-поддержке. Для информационной поддержки инновационных процессов, каждый вуз должен создавать у себя современную ИТ-инфраструктуру. Применение механизма аутсорсинга ИТ-

инфраструктуры позволило бы вузам выступать не в качестве владельцев, а в роли арендаторов компонентов ИТ-инфраструктуры.

Литература

1. Никулина, И.Е. Образование в инновационном вузе: проблемы и перспективы развития./ И.Е. Никулина // Инновации в образовании. - 2009. - № 1. - С 14-16.
2. Ширшов, Е.В. Информатизация высшего образования в условиях Баренц-региона на основе принципов Болонской декларации [Текст] / Е.В. Ширшов // Информационные ресурсы России. – 2005. – № 2 (84). – С. 29–32.
3. Ширшов, Е.В. Организация учебной деятельности в вузе на основе информационно-образовательных технологий: моногр. [Текст] / Е.В. Ширшов, Е.В. Ефимова. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2006. – 208 с.

БЕЗОПАСНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ВУЗА

Когельман Л.Г.

Пенза, Пензенская государственная технологическая академия

В статье рассматриваются информационные ресурсы ВУЗа, показаны возможные угрозы информационной безопасности, а также меры, противодействия угрозам.

High school safety information resources. Kogelman L.

The article deals with the information resources of high school, shows the possible threats to information security, as well as measures to counter the threats.

Информация в современном мире является ценнейшим ресурсом. Это, в том числе, относится к образованию. Особое внимание уделяется проблемам формирования, использования и защиты информационных ресурсов на основе применения информационных и коммуникационных технологий. ВУЗ является обладателем значительных информационных ресурсов, выраженных в различных формах, влияющих на его деятельность. Значимость этих ресурсов высока, возрастает потребность защиты этих ресурсов как от несанкционированного использования, так и от влияния других непредсказуемых факторов. Для обеспечения надежной защиты необходимо постоянно учитывать всевозможные источники угроз, сопоставлять им уязвимости и определять потенциальные угрозы, реализация которых прямо или косвенно может нанести вред информационной системе (ИС) ВУЗа.

ИС ВУЗа, является организационно – технической системой, в которой реализуются информационные технологии, аппаратное и программное обеспечение, необходимое для реализации информационных процессов сбора, обработки, накопления, хранения, поиска и распространения информации. Основу современной ИС ВУЗа составляют территориально распределенные компьютерные сети, элементы которых расположены в отдельно стоящих зданиях, на разных этажах этих зданий и связаны между собой транспортной средой. К аппаратным средствам таких систем относятся компьютеры, периферийные, вспомогательные устройства и средства связи.

Элементы системы активно взаимодействуют между собой, что в свою очередь позволяет использовать различные точки доступа к информационным ресурсам: библиотека, компьютерные классы, Интернет-кафе, кафедральные и факультетские компьютерные сети, система доступа студентов и преподавателей ВУЗа с домашних компьютеров (удаленных компьютеров). Такое количество точек доступа к информационным ресурсам существенно повышает проблему безопасности. Уровень защиты всей системы определяется степенью защиты уязвимых мест на конкретных точках доступа. Информационные ресурсы любого вуза включают в себя документальные и информационные потоки для обеспечения учебного и научного процессов в вузе. Совокупность информационных ресурсов, наряду с высококвалифицированным персоналом, является одной из составляющих успешного функционирования ВУЗа. Все материалы, подготовленные ВУЗом, связанные с обеспечением учебного процесса, являются служебными и требуют особого обращения. Часть из них не подлежит разглашению, другие материалы требуют специального режима использования. Особое внимание обращается на информацию, содержащую персональные данные. В ВУЗе циркулирует информация различного уровня доступа и функционального наполнения. Эта информация делится на два основных типа с точки зрения регламентации распространения и использования: *общедоступная информация и информация ограниченного распространения.*

Территориально распределенная структура ИС ВУЗа создает предпосылки для реализации потенциальных угроз ИБ, которые могут нанести ущерб ИС.

Как и для любой другой ИС, для ИС ВУЗа характерны антропогенные, техногенные и стихийные источники угроз, которые воздействуют на систему через ее уязвимости.

Антропогенные источники угроз ИБ – это субъекты, имеющие доступ (санкционированный или несанкционированный) к работе со штатными средствами защищаемого объекта. Источники, действия которых могут привести к нарушению безопасности информации могут быть как внешними так и внутренними, как случайными, так и преднамеренными. Внутренние и внешние источники могут использовать различные классы уязвимостей: объективные, субъективные, случайные. Методы противодействия для данной группы управляемы, и напрямую зависят от вузовских служб безопасности.

Внешние источники - напрямую вызваны деятельностью человека. Среди которых можно выделить: случайные и преднамеренные.

Случайные (непреднамеренные) источники могут использовать такие классы уязвимостей, как субъективные и случайные. Субъективные выражаются в ошибках, совершенных при проектировании ИС и ее элементов, ошибками в программном обеспечении. Случайные определяются различного рода сбоями и отказами, повреждениями, проявляемыми в ИС ВУЗа. К таким источникам относятся персонал поставщиков различного рода услуг, персонал надзорных организаций и аварийных служб, и др. Действия (угрозы), исходящие от данных источников, совершаются по незнанию, невнимательности или халатности, из любопытства, но без злого умысла. Основные угрозы от таких действий – уничтожение, блокирование, искажение информации. *Преднамеренные* проявляются в корыстных устремлениях субъектов (злоумышленников). Основная цель таких источников – умышленная дезорганизация работы, вывод системы из строя, разглашение и искажение конфиденциальной информации за счет проникновения в систему посредством несанкционированного доступа (НСД) и утечки по техническим каналам. Угрозы от таких источников могут быть самые разные: хищение (копирование информации), уничтожение информации, модификация информации, нарушение доступности (блокирование) информации, навязывание ложной информации. В качестве таких источников могут выступать: потенциальные преступники (террористы) и хакеры, недобросовестные партнеры, представители силовых структур.

Для реализации этих угроз внешние преднамеренные источники могут использовать следующие классы уязвимостей: объективные, субъективные, случайные. Каждым отдельным источником может использоваться определенный класс уязвимостей, в зависимости от преследуемой цели. Например, хакеры могут воспользоваться сбоями в программном обеспечении (случайные уязвимости), недобросовестные партнеры для получения доступа к информации могут воспользоваться активизируемыми программными закладками, встроенными в поставленное ими же программное обеспечение (объективные уязвимости), др.

Внутренние источники связаны с деятельностью специалистов в области эксплуатации программного обеспечения и технических средств, знакомых со спецификой решаемых задач, структурой и основными функциями и принципами работы программно – аппаратных средств защиты информации, которые имеют возможность использования штатного оборудования и технических средств сети ВУЗа. К таким источникам относятся основной персонал, представители служб безопасности, вспомогательный персонал, технический персонал. Внутренние антропогенные источники, в связи с их положением в ИС, для реализации угроз могут использовать каждый из классов уязвимостей (объективные, субъективные, случайные) в зависимости от преследуемых целей. Угрозы от таких источников также могут быть самые разные: хищение (копирование информации), уничтожение информации, модификация информации, нарушение доступности (блокирование) информации, навязывание ложной информации.

От реализации угроз, исходящих от **антропогенных источников**, последствия для ИС ВУЗа могут быть самыми различными от сбоя в работе, до краха системы в целом. НСД и утечка по техническим каналам может привести к неконтролируемой передаче пользователями конфиденциальной информации, заражению компьютеров и сетей ИС ВУЗа компьютерными вирусами, нарушению целостности (уничтожению) информации, хранящейся в базах данных и серверах ВУЗа, преднамеренному блокированию серверов и сетевых служб ВУЗа, НСД к различным информационно – вычислительным ресурсам ВУЗа.

Угрозы этой группы могут реализовываться различными методами: аналитическими, техническими, программными, социальными, организационными.

Эта группа источников ИБ наиболее обширна и должна представлять наибольший интерес с точки зрения организации защиты. При организации защиты вузовские службы ИБ должны определять степень доступности каждого источника к защищенному объекту, квалификацию и привлекательность совершения деяний со стороны источника угрозы.

К мерам защиты (противодействия) от таких источников относятся:

- правовые (законы, уставы, приказы, постановления);
- организационные (разработка и утверждение функциональных обязанностей должностных лиц службы ИБ, физический контроль доступа, разработка правил управления доступом к ресурсам системы, явный и скрытый контроль за работой персонала системы, проведение регулярных семинаров, спецкурсов для администраторов сетей ВУЗа с целью обеспечения соответствия уровня знаний современным требованиям;
- технические (предполагается наличие методик определения угроз и каналов утечки информации и знание средств добывания (снятия) информации);
- инженерно-технические (обеспечивающие предотвращение несанкционированного доступа посторонних лиц на объекты защиты);

• программно-технические (методы идентификации и аутентификации пользователей, регистрация действий пользователей, средства защиты от НСД, межсетевые экраны).

Список способов противодействия должен в случае необходимости пополняться новыми средствами защиты. Это необходимо для поддержки системы безопасности ВУЗа в актуальном состоянии.

Техногенные источники напрямую зависят от свойств техники и могут быть как внутренними, так и внешними.

Внешние источники – средства связи (телефонные линии), сети инженерных коммуникаций (водоснабжение, канализация).

Внутренние источники – некачественные технические средства обработки информации, некачественные программные средства обработки информации, вспомогательные средства охраны, другие технические средства, применяемые в ИС ВУЗа.

Эта группа источников менее прогнозируема и напрямую зависит от свойств техники, применяемой в ИС ВУЗа, и поэтому требует особого внимания со стороны вузовских служб ИБ. Угрозы от таких источников могут быть следующие: потеря информации, искажение, блокирование, др. Для предотвращения таких угроз используется надежная вычислительная техника, лицензионное программное обеспечение (ПО). Во время анализа не стоит упускать непредвиденные ошибки пользователей во время эксплуатации техники и ПО. Такие ошибки могут создать уязвимости, которыми воспользуются злоумышленники. Согласно статистике, 65% потерь – следствие таких ошибок. Пожары и наводнения можно считать пустяками по сравнению с безграмотностью и расхлябанностью.

Стихийные источники отличаются большим разнообразием и непредсказуемостью. Стихийные источники, как правило, являются внешними по отношению к защищаемому объекту (ВУЗу) и под ними понимаются природные катаклизмы: пожары, землетрясения, ураганы, наводнения. Возникновение этих источников тяжело спрогнозировать, а противодействовать им тем более. Несмотря на это, службы информационной безопасности (СИБ) ВУЗа должны уделять им внимание, т.к. результат от их реализации один – ущерб ИС. Должны применяться всевозможные методы противодействия - организационные, технические, др., а также разрабатываться планы действий в результате возникновения любого из них. Необходимо проводить семинары по обучению персонала и других пользователей ИС, уметь вести себя в чрезвычайных ситуациях.

Современному ВУЗу характерна ИС с присущими ей процессами сбора, обработки, хранения, накопления информации, в которых используется информация различного уровня доступа и функционального наполнения, подвергающаяся воздействию различных видов угроз. Из потенциального множества угроз ИБ, были выделены лишь те, реализация которых в большей степени может нанести ущерб ИС ВУЗа.

Даже в ходе полного анализа невозможно определить все разнообразие потенциальных угроз, оно настолько велико, что не позволяет предусмотреть каждую угрозу. Поэтому вузовские службы ИБ, анализирующие характеристики угроз, должны выбирать с позиций здравого смысла, одновременно выявляя не только сами угрозы, размер потенциального ущерба, но их источники и уязвимости системы. В процессе проведения анализа некоторые угрозы могут объединяться в одну группу, а некоторые могут вообще исключаться из числа потенциально опасных.

Такой анализ позволяет вузовским службам информационной безопасности разрабатывать эффективные методы противодействия угрозам ИБ и решать следующие задачи:

- обеспечивать сохранность государственных секретов;
- обеспечивать защиту персональных данных;
- организовывать контроль за передачей и хранением информации;
- обеспечивать экономическую безопасность ВУЗа;
- обеспечивать защиту объектов.

Анализ угроз ИБ является одним из ключевых моментов политики безопасности любой ИС. Разрабатывая политику безопасности, вузовские службы используют системный подход, заключающийся в создании соответствующих механизмов, реализуемых на всех этапах жизненного цикла ИС, с применением единой совокупности законодательных, организационных и технических мер, направленных на выявление, отражение и ликвидации различных видов угроз информационной безопасности.

Литература

1. Международный стандарт ISO/IEC 17799. Информационные технологии – Свод практических правил для управления защитой информации, ISO/IEC, 2000.
2. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты. К.: ООО «ТИД ДС», 2001. - 688 с.
3. Петренко С.А., Курбатов В.А. Политики информационной безопасности. - М.: Компания АйТи, 2006, 400 с.
4. Федеральный закон от 27.07.2006 N 152-ФЗ (ред. от 25.07.2011) "О персональных данных"

5. Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 06.04.2011) "Об информации, информационных технологиях и о защите информации"

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПА К ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ РЕСУРСАМ КОРПОРАТИВНОЙ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ БГТУ ИМ. В.Г. ШУХОВА

Белоусов А.В., Гвоздевский И.Н., Колтунов Л.И., Постольский Г.В.
*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова*

Рассмотрены программные и технические решения по созданию единого корпоративного информационного пространства учреждения высшего профессионального образования с использованием разнородных сетей передачи данных.

Building a complex distributed system to provide access to educational resources on the corporate network as an example network of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Belousov A.V., Gvozdevsky I.N., Koltunov L.I., Postolsky G.V.

Here we consider software and technical solutions to create a unified corporate information area institution of higher education with the use of heterogeneous data networks.

В настоящее время использование средств коммуникации является неотъемлемой частью любого современного общества. Огромное влияние на структуру быта человека оказывают технологии донесения информации, новые среды коммуникации, постоянно совершенствующиеся процессы социального информационного пространства. Сегодня каждый человек вовлечен в единое коммуникационное мировое сообщество и получение оперативной, достоверной информации становится неотъемлемой частью его жизни. В связи с этим вопросы модернизации технологий доступа, в частности, построения сложных структурированных сетевых систем являются наиболее актуальными и перспективными.

Обеспечение доступа к информационным ресурсам сложных распределенных систем, созданных на базе ведущих учебных заведений, служит целям модернизации существующих образовательных процессов и созданию современной инновационной образовательной модели.

Для решения данной проблемы требуется решить следующие основные задачи:

- внедрение технологий полного покрытия физического пространства кампуса университета;
- обеспечение доступа неограниченного числа субъектов к образовательным ресурсам;
- разграничение доступа к ресурсам относительно категории прав;
- формирование общей модели управления и мониторинга распределенной системы;
- обеспечение популяризации информационного контента ВУЗа.

Подробно рассмотрим процесс решения задачи на примере построения комплексной распределенной системы обеспечения доступа к образовательным ресурсам корпоративной компьютерной сети (ККС) БГТУ им. В.Г. Шухова.

Основными критериями успешной реализации данной задачи были определены надежность, масштабируемость, управляемость, расширяемость всех компонентов инфоинфраструктуры вуза и возможности обеспечения мониторинга и реакция на состояние среды ККС.

Проведенный анализ существующей сетевой и информационной инфраструктуры вуза позволил выделить основные связи и формализовать взаимодействие различного рода информационных систем. В качестве основной цели определено созданию единого информационно-коммуникационного пространства (ИКП), которое бы интегрировало разнородные информационные системы с учетом определенных привилегий и существующих стандартов и требований информационной безопасности. В рамках проводимых работ создан единый сервис авторизации и разграничения доступа к информационной среде в виде личного пространства пользователя, объединяющего все его настройки, данные, интерактивные элементы взаимодействия. Выбраны технологии обеспечения покрытия территории университета на основе беспроводных коммуникационных технологий, позволяющие соответствовать всем современным требованиям построения такого вида распределенных систем. Ядром обеспечения функционирования объединенных беспроводных коммуникаций был выбран контроллер беспроводного доступа Cisco 4400, 5500 Series и точек доступа Cisco AIR, обеспечивающих поддержку всех современных стандартов передачи данных 802.11a; 802.11b; 802.11g; 802.11d; 802.11n, что в свою очередь позволило избежать проблем интеграции конечного пользовательского оборудования. Поддержка шифрования WEP, TKIP-MIC, Secure Sockets Layer (SSL) and TLS: AES: CCM, CCMP IPsec: DES-CBC, 3DES, AES-CBC позволило реализовать весь комплекс мер для построения защищенного единого ИКП университета.

На втором этапе была проведена техническая разведка местности и установка точек доступа на всей территории кампуса ВУЗа. Проведена проверка радио покрытия. Осуществлена интеграция информационных

систем и систем разграничения доступа пользователей. Созданы основные группы беспроводных сетей, определяющие различные права для категорий пользователей.

Организован гостевой доступ, обеспечивающий работу пользователей с ресурсами сети Интернет и вуза не требующих специальных прав.

Осуществлено формирование регламентов доступа к информационным системам, описаны основные политики безопасности и реакция на инциденты.

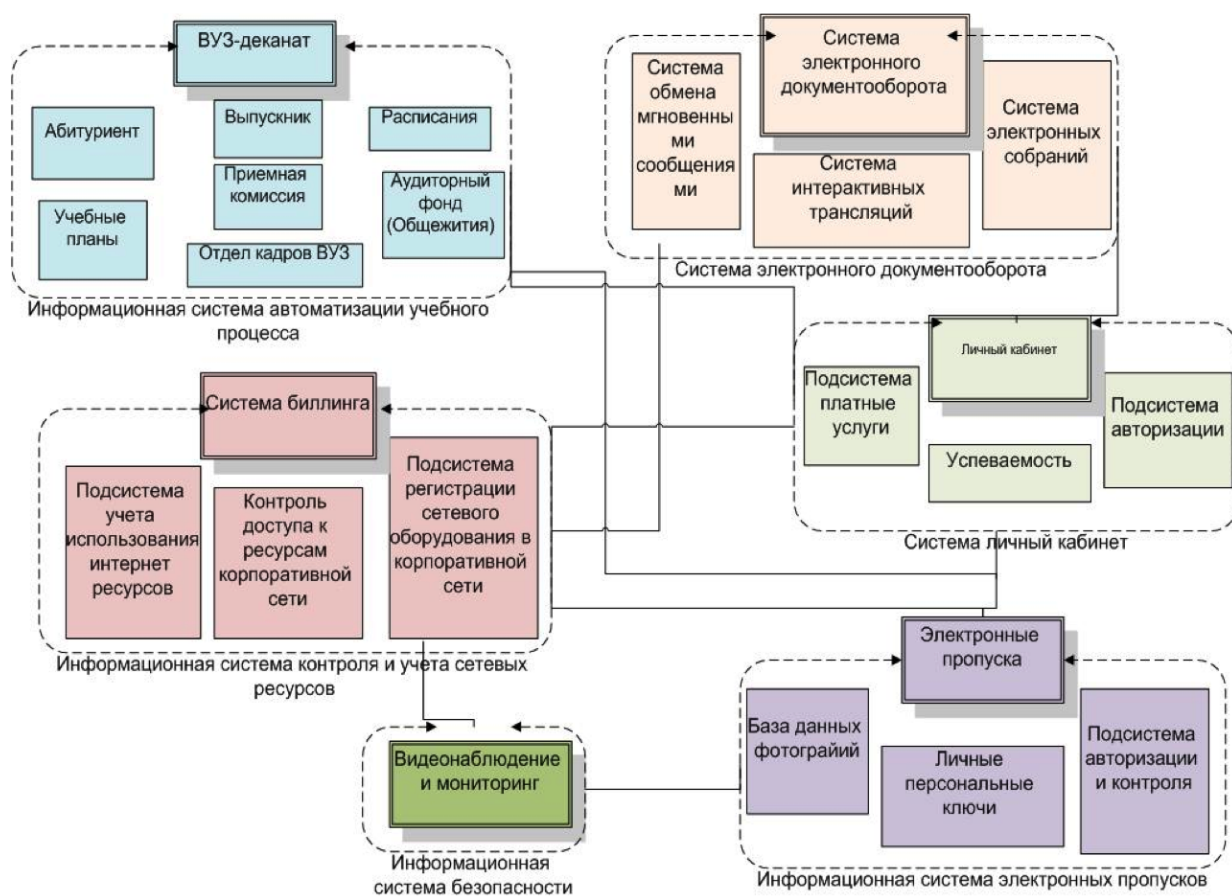


Рис 1. Структура системы единого ИКТП университета

Необходимость взаимодействия преподавателей и студентов вуза в современном процессе обучения играет огромную роль. Для решения поставленной задачи было решено использовать новое технологическое решение на базе облачных технологий. Совместно с компанией Microsoft было проведено исследование и разработка плана внедрения в университете облачного ресурса Live@Edu.

Плюсами данного решения является размещение сервисов удаленно на технологической площадке компании Microsoft. Этим обеспечивается бесперебойная работа оборудования и программных средств, использование автоматизированных систем бэкапирования данных.

Основной задачей внедрения стала интеграция системы с существующими средствами авторизации и передача сведений о сервисе всем пользователям. Для создания защищенной модели работы использовалась технология авторизации SSO. Технология SSO позволяет сохранение учетных данных пользователя и автоматическую передачу их при соединении с сервисами расположенными в облаке. Реализована единая регистрация (single sign-on, или SSO) непростая в управлении, но удобная для пользователей, устающих от повторяющихся запросов регистрационной информации.

Разработан тематический портал с информацией о всех доступных студенту и преподавателю сервисах (<http://edu.bstu.ru>). Служба edu.bstu.ru предоставляет студентам и выпускникам бесплатную учётную запись электронной почты с почтовым ящиком на 10 ГБ для Outlook Live и неограниченным сроком пользования, решение для хранения до 25 ГБ данных в Windows Live SkyDrive, а также возможность совместной работы, ведения блогов, публикации фотографий, планирования мероприятий, обмена мгновенными сообщениями, расширенный календарь, СМС-оповещения на мобильный телефон и многое другое.

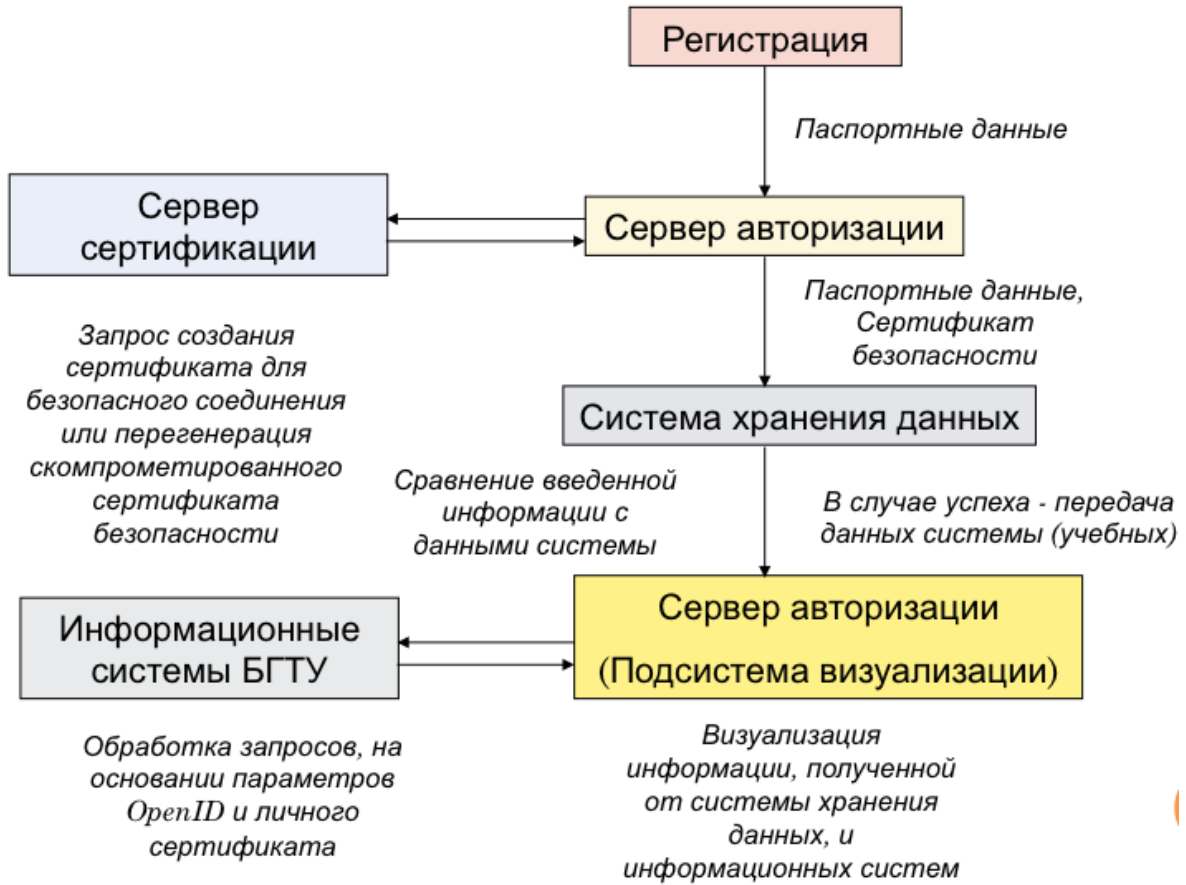


Рис. 2. Блок схема авторизации пользователей облачного ресурса Live@Edu.

Доступ в сервис осуществляется через личный кабинет как точки единого доступа ко всем ресурсам ККС университета.

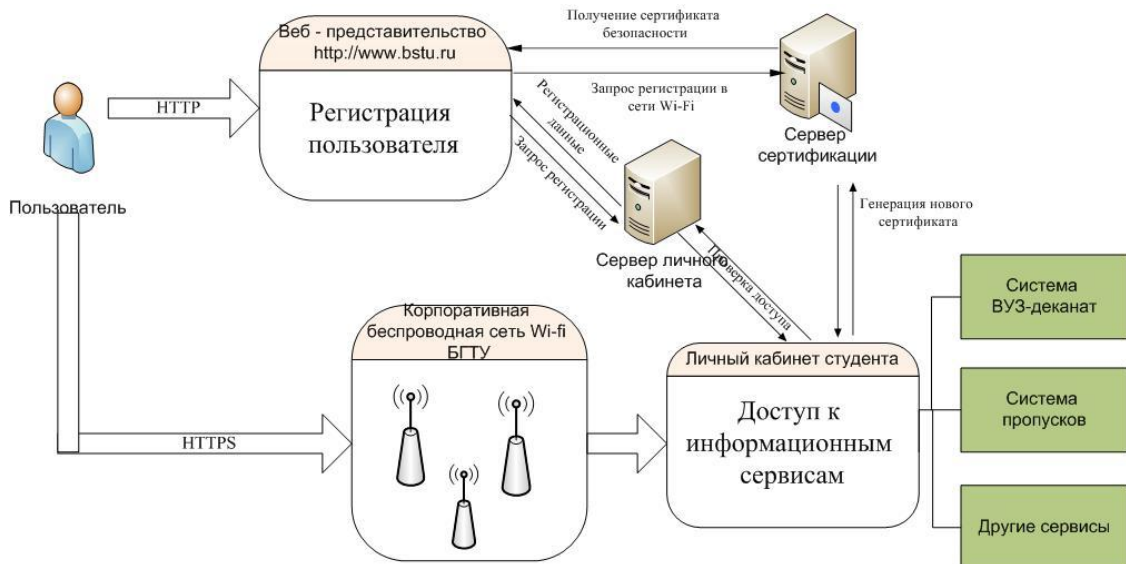


Рис. 3. Схема работы личного кабинета университета.

В рамках личного кабинета оказывается услуга электронного доступа к данным об успеваемости студента, а так же предоставляется возможность получить полный набор бухгалтерских документов на оплату за обучение. Чтобы получить доступ к личному кабинету, необходимо пройти регистрацию на сайте. При регистрации нужно указать личные данные, такие как имя, отчество, фамилия студента, номер паспорта,

указанный при поступлении в университет. Чтобы в дальнейшем входить в «личный кабинет», так же необходимо заполнить поля «логин», «пароль», «e-mail».

Управлением информатизации и коммуникаций университета разрабатывались основные регламенты взаимодействия пользователей информационных систем и обеспечивалась их информационная поддержка. Анализировались основные бизнес-процессы взаимодействия с внешними информационными системами. В целях оперативного информационного взаимодействия подведомственных Министерству образования и науки РФ учреждений в системе личных кабинетов организована работа на корпоративном портале министерства.

РАЗДЕЛЕНИЕ ТРУДА В МЕДИАИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Коротенков Ю.Г.

Москва, Институт содержания и методов обучения РАО

Рассматриваются проблемы медиаобразования в аспекте разделения труда в сфере подготовки и применения его ресурсов – педагогического и технологического, дифференциация каждого из них.

Division of labor in media information education, Korotנקov Yu.G.

The problems of media education in the aspect of division of labor in the field of preparation of the application and its resources - teaching and technology, differentiation, each of each of them.

В работах автора [1, 2] введено понятие медиаинформатизации образования (МИО) как информатизации образования (ИО) медиасредствами - посредством медиаобъектов, медиатехнологий, компонентов медиасреды, в т.ч. специализированных, а также посредством медиаметодов – методов подготовки и образовательного применения медиаресурсов.

МИО можно понимать как составную часть информатизации образования и как новую ее форму, более совершенную и продуктивную. В то же время, МИО является основным средством медиаобразования, понимаемым как медиаобразовательное взаимодействие и его инвариантные результаты – общеобразовательные, социокультурные, личностные, обеспечивающее формирование медиакомпетентности, медиакультуры, а также продуктивное использование на их основе ресурсов медиасреды в образовательном процессе. То есть МИО является стратегическим ресурсом всей сферы современного образования.

Медиаинформатизация образования развивается на базе двух современных инновационных индустрий общества – индустрии познания и ИТ-индустрии.

Индустрия познания – это состояние современной научно-образовательной и научно-прикладной сферы. Человек находится в постоянном процессе познания и совершенствования – восприятия опыта человечества с помощью общей системы образования и получения производных знаний, затем восприятия новой информации, недоступной ранее или неактуальной для него прежде, осваивает смежные и, возможно, альтернативные виды деятельности и т.д. Ресурсы индустрии познания (знания, технологии) становятся не только его средствами, но и прямыми участниками – субъектами, активными системами познания.

Средства познания – это, прежде всего, информационные ресурсы (ИР) – документированная информация, обладающая ценным, достоверным содержанием и открытой (расширяющейся) сферой применения. Ценность ИР заключается в его возможности быть средством получения производной информации, производных знаний.

Все большее значение приобретают электронные ресурсы (ЭР) – информационные ресурсы, имеющие специфическое электронное представление (ЭР является единством его формы и содержания). Форма ЭР – необходимый компонент, выражающий его содержательную ценность.

Информация растет в индустрии познания в геометрической прогрессии, хотя, как и во всяком производстве, здесь может быть качественная и некачественная продукция, безопасная и небезопасная. Необходимы:

- во-первых, дифференциация информации, знаний по степени актуальности, ценности, универсальности как объектов познания;
- во-вторых, наличие у субъектов познания критического отношения к информации, способность к личной дифференциации знаний;
- в-третьих, наличие критического мышления субъектов познания, готовность к получению производных знаний; обладание способностью, как к анализу, так и к синтезу информации.

По отношению к образованию необходимым является следующее:

- во-первых, формирование критического отношения к информации и критического мышления субъектов образования;
- во-вторых, оценка информации на предмет ее достоверности, полезности, безопасности для субъекта образования; дифференцированный выбор ценного и актуального содержания обучения;

▪ в-третьих, новые формы образования, обучения, формирование готовности к самообразованию и саморазвитию, познанию и самопознанию.

В-четвертых, требуются новые, более совершенные ресурсы образования, средства обучения, обеспечивающие более эффективное и рациональное восприятие знаний. Для этого необходим второй тип индустрии – ИТ-индустрия.

На современном этапе развития общества на передний план обеспечения развития общества и его институтов выступают индустрия информатизации и ИТ-индустрия:

▪ Индустрия информатизации – массовое производство информационной продукции (информационных систем, ресурсов и пр.) в соответствии с целями и потребностями информатизации общества.

▪ ИТ-индустрия – производство информационных технологий (ИТ, ИКТ) как продуктов массового назначения и расширяющееся использование ИТ в соответствии с их открытой сферой применения.

Очевидно, что ИТ-индустрия является технологической частью индустрии информатизации, когда как последняя имеет нетривиальное пересечение с индустрией познания. То есть ИТ-индустрия определяется индустрией познания, ее целями, методологией, содержанием. В то время, как сама индустрия познания базируется на ИТ-индустрии, на технологических средствах и технологии познания, которые также являются его активными системами. То есть индустрия информатизации, ее методология и ресурсы объединяют, интегрируют потенциал этих двух индустрий и влекут социальные, экономические, научно-образовательные, социокультурные и другие изменения в обществе и его развитии.

Массовость в производстве и доступность в потреблении, стандартность и универсальность технологий ведут к тому, что, являясь средствами по назначению, они сами становятся информационными ресурсами (ИР, ЭР) с неограниченной областью применения. Они являются ИР в сфере потребления и в сфере производства новой информационной продукции, производной информации потребителей. Вследствие этого, они представляют не только кибернетическим, но и социальным фактором, [4].

Автоматизированные информационные технологии (ИКТ) составляют серьезную конкуренцию продукции полиграфической индустрии: они имеют множество преимуществ по производству и потреблению, по внутренней структуре и форме взаимодействия с ними:

▪ являются более мобильными в отношении работы с ними и в отношении авторской (производственной) модификации;

▪ являются более доступными в потреблении: открытый электронный ресурс (ЭР) является не только «де-юре», но и «де-факто» доступным во всей информационной среде;

▪ обладают средствами интерактивного взаимодействия и развитой интерфейсной системой;

▪ мультимедийные компоненты и система гиперссылок позволяют вовлечь в работу все доступные формы информационного восприятия человека и реализовать многообразие внутренних и внешних связей.

Отдельную группу технологических ресурсов (продуктов ИТ-индустрии) составляют средства подготовки других ее продуктов - инструментальные ресурсы ИТ-индустрии. Именно разработка и производство этих ресурсов, а также соответствующая научно-прикладная теория (со своей методологией) определяют прогресс ИТ-индустрии.

ИТ-индустрия обеспечивает переход общества в состояние постиндустриального с развитой сферой промышленного и технологического производства. Индустрия познания на базе ИТ-индустрии возводит общество в состояние информационного, основными характеристиками которого являются высокий уровень знания (общество знаний) и культуры - информационной культуры как информационного представления культуры социума и как культуры информационного общества. Это предполагает наличие высокого уровня общего образования, соответствующего требованиям информационного общества (ноосферного образования) и обеспечивающего формирование соответствующего уровня личных знаний и информационной культуры (ИСК) каждого субъекта образования – ученика, студента, учителя, преподавателя. Это, в свою очередь, предусматривает наличие высокого уровня ИО, переходящего в состояние МИО, специфически отражающего достижения и тенденции информатизации общества.

Продукция ИО – это информационные ресурсы образования:

Информационно-образовательный ресурс (ИОР) – информационный ресурс, являющийся элементом внутреннего содержания сферы образования, порожденным образовательным процессом и направленным на его реализацию. Ценность ИОР заключается в его возможности быть средством получения производных знаний в личностных системах. В этом качестве он обязан быть стандартным - соответствовать государственному образовательному стандарту.

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) – информационный образовательный ресурс в электронной реализации. ЭОР должен обладать средствами и возможностями для воспроизведения абстрактных знаний в личных интеллектуальных системах субъектов образования.

Специфическим продуктом МИО является медиа-ЭОР - ЭОР, являющийся интеграцией возможностей адаптированных ресурсов медиасреды, мультимедийных и гипермедийных технологий.

ЭОР и медиа-ЭОР представляют собой сбалансированное сочетание образовательных и технологических качеств. Их особая ценность состоит в том, что они обладают возможностями оперативного (в реальном масштабе времени) информационно-образовательного взаимодействия с субъектами образования и, следовательно, возможностями самостоятельного воспроизведения содержащихся в них абстрактных знаний – личностного восприятия и воссоздания их в личных интеллектуальных системах субъектов образования.

Следовательно, оптимальной формой для каждого из этих ресурсов является следующее: быть самому или частью образовательной системы искусственного интеллекта в составе баз учебных знаний и систем управления функционированием, взаимодействием, активизацией и личностным воспроизведением этих знаний.

Специфической особенностью ИО и МИО является то, что они являются педагогическими системами, поэтому в содержании ИОР, ЭОР, медиа-ЭОР в явном виде выражается педагогический аспект. Современная педагогика является метапредметной и межпредметной наукой, пересекающейся с множеством научных систем – психологией, социологией, культурологией, информатикой, отражающей воздействие информатизации на образование, системологией, выражающей специфику современной реализации системного подхода, и др.

Под влиянием глобальной информатизации общества и ИО качественное преобразование получают методология образования и формы образовательного взаимодействия. Вследствие этого, педагогический аспект в ИО и особенно в МИО получает выражение во множестве других аспектов – в информационном, методологическом, психологическом, кибернетическом, социальном (социологическом), правовом, системном (метасистемном, системологическом), социокультурном, культурологическом и др.

Кроме того, в любом ЭОР как средстве образовательного взаимодействия должны присутствовать в интеграционном единстве следующие составляющие:

- Информационная (интеллектуальная) – представление образовательного содержания, знания, воспроизводимого в личностных системах;
- Технологическая – представление электронной формы, выражающей это содержание и обеспечивающей личностное воспроизведение знаний;
- Деятельностная (коммуникационно-организационная) – организация эффективного образовательного диалога;
- Методическая - адаптация исходного материала с учетом возрастных и психологических особенностей субъектов обучения, использование выразительных форм.

Здесь проявляется первый уровень разделения труда в МИО (также, как и в ИО):

- Функции и задачи педагогики, начиная с методологии МИО и заканчивая методическим описанием каждого проявления ее педагогического аспекта;
- Функции и задачи их технологических подсистем, начиная с педагогических технологий и заканчивая их конкретными реализациями в ЭОР и медиа-ЭОР.

Понятно, что педагогический аспект (во множестве его проявлений) является главным и определяющим в МИО:

- Во-первых, необходима единая методология МИО как научно-прикладной системы, системы понятий, универсальных знаний, инвариантных отношений, требований, целей, анализ тенденций общественного развития.

- Во-вторых, поскольку педагогический аспект МИО имеет многообразное проявление, то необходимы методический анализ каждого из них и соответствующий синтез.

В-третьих, педагогический аспект должен быть выражен в каждом ресурсе МИО, в каждом медиа-ЭОР:

- Учебное знание должно удовлетворять требованиям и стандартам образования, быть развивающим и т.д.
- Воспроизведение знаний в личностной системе предполагает учет психологического и мотивационного аспектов.
- Организация человеко-машинной системы должна осуществляться в русле реализации деятельностного подхода.

- Методическая часть медиа-ЭОР должна базироваться не на дидактике и методике обучения.

Любой хорошо технологически исполненный объект мультимедиа образовательного применения, разработанный вне педагогического аспекта или с его недостаточным выражением, является не совсем полноценным образовательным средством (локального применения) и не может восприниматься как медиа-ЭОР.

Следует при этом заметить, что в сфере образования могут использоваться информационные, в том числе, электронные и мультимедийные ресурсы, образовательного применения. Но лишь стандартные, специализированные ресурсы образовательного назначения имеют право называться ИОР, ЭОР, медиа-ЭОР.

Таким образом, при реализации педагогического аспекта МИО тоже имеется свое специфическое разделение научно-методического труда – выражение стратегии и тактики.

Технологические аспекты МИО не только подчинены его педагогическому аспекту, но и, по сути дела, являются его продолжением, поскольку основным его компонентом является педагогическая технология, продукт педагогической системы, являющийся завершающим этапом в деятельностном представлении метода, приема обучения. То есть разработка и развитие педагогической технологии в МИО является продуктом интеграции ее педагогического и технологического аспектов. Ресурсы МИО, медиа-ЭОР, являясь, в свою очередь, реализацией педагогических технологий в МИО, качественно преобразуют их и переводят в ранг педагогических медиатехнологий.

Таким образом, в реализации технологического аспекта МИО также имеет место разделение труда – выделяется два локальных уровня:

▪ Методический уровень – формирование и развитие педагогических технологий МИО (научно-прикладной уровень МИО).

▪ Объектный уровень – подготовка ресурсов МИО, медиа-ЭОР в единстве всех их составляющих.

То есть здесь методический уровень имеет прямое пересечение с реализацией педагогического аспекта МИО. Педагогическая технология является абстрактным представлением (системной логической моделью) универсального способа достижения педагогических целей, сформулированных в педагогической системе и реализуемых во множестве конкретных учебно-образовательных процессов и отношений. То есть это абстрактное выражение системы методов и форм обучения, ведущей к намеченным целям. В концептуальном плане это универсальный педагогический ресурс, применение которого предусматривает определение с его помощью множества конкретных алгоритмов и средств достижения поставленных в них целей. Причем, отношения педагогической технологии и реализующих ее средств имеет характер прямой и обратной связи:

С одной стороны, реализация педагогической технологии предусматривает разработку и применение определенных типов средств предметного обучения, обеспечивающих на деятельностном уровне эту реализацию.

С другой стороны, поскольку все ЭОР являются открытыми развивающимися системами, то любая их качественная модификация (качественное изменение состояния) влечет качественное изменение реализуемой ими педагогической технологии. Это, в частности, предопределило преобразование педагогической технологии в медиатехнологию. Происходит это именно потому, что в медиа-ЭОР отражается, а значит, и развивается педагогический аспект МИО.

Медиа-ЭОР является интегрированным многообразием медиасредств, технологий, выразительных форм, связей и отношений, средств интеллектуального взаимодействия и, конечно, интеллектуального содержания обучения (по назначению). Помимо обучающего содержания, методики и технологий в медиа-ЭОР должны получить адекватное представление следующие элементы: художественные решения, дизайн, эстетика форм и расположения, эффекты отображения.

Изготовитель медиа-ЭОР должен на профессиональном уровне обладать всеми необходимыми качествами для выражения в нем этого многообразия и, разумеется, содержания обучения и методики его реализации в данном ресурсе. Изготовителем медиа-ЭОР может являться:

▪ Субъект (персоналий), в индивидуальном порядке подготавливающий ресурс и, следовательно, воплощающий в себе все необходимые для этого знания и умения, т.е. разносторонний специалист.

▪ Множество субъектов – специалистов в различных областях, готовых к совместной работе над проектом – к совместимости творческого труда и результатов творчества.

В каждом из этих вариантов имеются свои преимущества и недостатки:

1. От индивидуального исполнителя требуется быть универсальным специалистом при фундаментальной подготовке по множеству направлений, что, вообще говоря, проблематично. При этом, неполное соответствие хотя бы по одному направлению из этого множества влечет снижение общего качества продукта. Кроме того, увеличиваются временные рамки подготовки ресурса, могут быть превышены возможности трудозатрат данного субъекта.

Явным преимуществом данного подхода является естественная совместимость труда от идеи и проектирования до технологической реализации, совместимость результатов. При отсутствии разделения труда упрощается организация субъектно-субъектных отношений.

2. Преимуществом множественного исполнителя, где множество понимается классически – многое, воспринимаемое как единое целое, является снижение (завышенных) требований к персоналиям, которым не обязательно быть универсалами, а достаточно иметь фундаментальную подготовку по одному или нескольким направлениям. При оптимальной организации значительно уменьшаются временные рамки подготовки ресурса и снижается нагрузка на каждого отдельного исполнителя. Недостаток данного подхода – необходимость решения дополнительных проблем.

Основная проблема здесь – разделение труда при создании медиа-ЭОР:

1. Разделение педагогического и технологического труда. Содержание и методика, выразительные формы, отражение в них всех необходимых проявлений педагогического аспекта – дело педагогов. Они же ответственны за обеспечение его специфики как электронного, медийного ресурса, его познавательную, учебную, воспитательную и развивающую ценность.

Разработку дизайна, художественных элементов, эстетических форм и пр. лучше доверить соответствующим специалистам.

Технологическую реализацию (разработку программ графики, анимации, представления аудиовизуальных форм, интерфейса) медиа-ЭОР целесообразно поручить профессионалам о сфере ИТ.

2. Разделение труда в группе(-ах) исполнителей. В данном случае процесс создания медиа-ЭОР является интересубъективным – с множеством субъектов с собственными локальными целями. Распределение обязанностей и ответственности, определение целей, соответствия компетенции и компетентности, оценка результатов и их совместимости, необходимая коррекция – это элементы организации данного процесса и его управления.

3. Разделение прав и правовой ответственности. Медиа-ЭОР является предметом информационного права:

▪ авторского права (как документ, произведение, продукт творческого труда);

- патентного права, если он является выражением оригинальной идеи и его реализация прямо связана с аппаратным (компьютерным) обеспечением в составе автоматизированной системы;
- права на товарный знак, связанного с дизайном и художественным оформлением.

Как предмет правообладания и интеллектуальной собственности медиа-ЭОР несет в себе личные права авторов как сложное произведение, имущественные права (авторов и их работодателей) и т.д. Как результат сложного интересубъективного процесса он не только может быть предметом информационных прав различных лиц, но и представлять различные его формы и, следовательно, различные формы регистрации, защиты личного права.

Разделение прав на медиа-ЭОР означает распределение исключительных прав в системе совместного правообладания в соответствии с разделением творческого труда, а также правовой ответственности за результаты общего и личного труда. Это предполагает знание своих личных прав и уважение к правам других.

Следующая сфера разделения труда в МИО – это разделение труда разработчиков и потребителей медиаресурсов образования.

Очевидно, что главными потребителями ресурсов МИО являются ученики и студенты – обучающиеся. В этом предназначение этих ресурсов. Однако и обучающие (учителя, преподаватели) также являются их потребителями при реализации сферы их применения в предметном обучении. В современном образовании нет необходимости в непрофессиональном создании средств обучения локального применения. Гораздо эффективнее использование стандартных (по содержанию и технологическому исполнению) ЭОР, обладающих средствами адаптации к конкретному применению – электронно-информационных продуктов образовательного назначения.

Учителю необходимо быть грамотным потребителем ресурсов МИО:

- ориентироваться в пространстве медиаресурсов, уметь делать выбор в соответствии с реализуемой педагогической технологией.
- уметь применять ресурсом и осуществлять методическое управление взаимодействием с ним учащихся.

Однако учитель может также осуществлять методическую адаптацию ресурсов медиасреды общества и представление их в форме медиа-ЭОР предметного обучения. Система обучения многогранна – изменяются условия, цели, задачи и, следовательно, требуется многообразие новых средств. Учителю лучше видны текущие проблемы и пути их решения.

Авторы содержания медиа-ЭОР также, как правило, являются потребителями результатов технологического труда, ввиду его особой сложности, многофункциональности и мультимедийности. Однако на них лежит ответственность за выбор стратегии технологической реализации целей медиа-ЭОР и достижения образовательных результатов. Поэтому им необходимо общее понимание технологической базы, адаптация в сфере ее средств.

При этом имеется тенденция к децентрализации технологических решений. Технологии создания электронных ресурсов, развиваясь, становятся информационными продуктами массового назначения и, следовательно, сами становятся ресурсами с расширяющейся сферой применения, интеллектуальными системами с комплексами макрокоманд. Возникает возможность становления «мануфактуры» в ИТ-индустрии.

Становясь доступными для расширяющегося класса специалистов сферы образования, эти средства позволяют создавать качественные медиа-ЭОР силами сравнительно небольших групп соавторов.

Еще одну разделяющую плоскость в МИО составляет разделение педагогического труда учителя и медиа-ЭОР (соответственно, как обучающего субъекта и электронной обучающей системы).

В [1] отмечено, что внедрение в образование педагогических технологий и реализующих их медиа-ЭОР влечет его переход на системный (метасистемный) уровень мышления, деятельности, познания. Поэтому их роль как интеллектуальных обучающих систем будет неуклонно повышаться.

Однако это может содержать в себе опасность определенной «ловушки», если на нее вовремя не обратить должного внимания. Дело в том, что поскольку здесь предполагается технологический подход с его электронной реализацией, то, во-первых, систематизации деятельности сопровождается формализацией (объектов, процессов, оценки), во-вторых, технологизацией деятельности и познания, а следовательно, и мышления.

Увлечение локальной технологизацией познания может повлечь общую технологизацию мышления человека, [3], об опасности которой предупреждал еще российский мыслитель Н.А. Бердяев.

Поэтому при всех познавательных достоинствах медиа-ЭОР и учебных медиакурсов они не могут заменить ученику «живое» общение с учителем, который, имея непосредственную связь с социальной средой, не только учит, но и воспитывает, формирует социокультуру, информационную культуру, нравственность ученика.

Электронные средства обучения и оценки знаний могут рассматриваться как дополнительные, но не главные и единственные. Формализм здесь опасен и не способен обеспечить полноту в достижении поставленных целей. Медиа-ЭОР лишь освобождает учителя от «рутины» педагогического труда (в плане его разделения), который он исполняет даже лучше и делает более интересной. Сам же учитель получает возможность сосредоточиться на стратегии и индивидуализации обучения.

Литература

1. Коротенков Ю.Г. Медиаинформатизация как средство образования // Мат. международной научно-практ. конф. – М.: МИЭМ – 2012 – С. 84-86.
2. Коротенков Ю.Г. Понятие и проблемы медиаинформатизации образования // Информатика и образование. М.: РАО. 4-2012. – С. 104-107.
3. Коротенков Ю.Г. Компьютерная культура и компьютерная этика // Информатика и образование. М.: РАО. - 1-2011. – С. 40-45.
4. Коротенков Ю.Г., Нурмухамедов Г.М. Кибернетические и социально-правовые аспекты развития информационно-образовательных ресурсов Методические рекомендации к образовательному курсу информатики в контексте Федерального государственного образовательного пространства. М: ИСМО РАО. - 2010. – С. 35-41.

МЕНЕДЖМЕНТ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ ПРОФЕССОРСКО–ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА ВУЗА

Костин Ю.Н., Крылов В.М., Смагина И.А.

*Институт информационных технологий, экономики и менеджмента ,
г. Клин*

Management life cycle of intellectual property of the faculty university. Kostin Yu. N., Krylov V. M., Smagina I. A.

Мультимедийное учебное пособие «Менеджмент жизненного цикла объектов интеллектуальной собственности профессорско–преподавательского состава вуза » представляет собой авторскую разработку программного комплекса для изучения особенностей управления инновациями в области создания и использования индивидуальных автоматизированных систем управления обучением (ИАСУО) с применением информационно–коммуникационных образовательных технологий.

Отличительной особенностью данного мультимедийного учебного пособия (МУП) является систематизация наиболее эффективных методов ситуационного управления процессами разработки, оформления и использования в учебном процессе результатов интеллектуальной деятельности профессорско–преподавательского состава вуза в условиях применения Нано–, Био–, Инфо–, Когно–технологий электронной дидактики и педагогики.

Новизна мультимедийного учебного пособия «Менеджмент жизненного цикла объектов интеллектуальной собственности профессорско–преподавательского состава вуза» заключается в использовании сетевых нейрореподобных структур организации учебного и научного контента, гипертекстовой форме представления методических и нормативных материалов по патентным исследованиям, активной защите авторских прав профессорско–преподавательского состава вуза на объекты интеллектуальной собственности (ОИС).

Под ОИС понимаются: индивидуальные автоматизированные системы управления обучением (ИАСУО), учебно-методические программные комплексы (УМПК) дисциплин учебных планов вузовской и послевузовской подготовки в образовательных учреждениях, электронные образовательные ресурсы, электронные учебники и т.п.

Целью разработки данного мультимедийного учебного пособия является повышение качества учебного процесса по изучению технологии выявления актуальности разработки; методического, информационного и программного обеспечения ОИС и способов защиты авторских прав на результаты интеллектуальной деятельности.

Мультимедийное учебное пособие содержит три модуля. Первый модуль предназначается для ознакомления обучающихся с целями изучения дисциплины, с авторами и разработчиками пособия, зарегистрированными юридическими правами авторов на интеллектуальную собственность. В состав первого модуля входит также учебная программа дисциплины, блок-схема траекторий освоения предметной области при разных степенях полноты изучения дисциплины – сокращенного, базового и расширенного для магистрантов и аспирантов.

Второй учебный модуль пособия включает три раздела. В первом разделе рассматриваются вопросы проведения маркетинговых исследований, оценка конкурентоспособности проектируемых объектов ИС.

В третьем разделе МУП помещены вопросы профессиональной оценки стоимости ОИС на рынке образовательных услуг. Там же изложены основные принципы и процедуры доходного, затратного и сравнительного подходов к подсчету реальной стоимости ИС в определенном сегменте рынка образовательных услуг.

Кроме того, в данном разделе МУП содержится материал по обобщению опыта информационно-аналитической инновационной деятельности в образовательных учреждениях РФ. Даются рекомендации по

составлению инновационных проектов разработки мультимедийных учебно-методических комплексов (МУМК) и электронных образовательных ресурсов (ЭОР) для всех циклов дисциплин учебных планов : ОГЭ, ОПД, ОТ и СД.

Менеджмент жизненного цикла объектов вузовской ИС включает использование интегрированных методов управления процессом разработки от концептуального проектирования структуры контента УМК и ЭОР до применения средств информационной безопасности от не санкционированного копирования и распространения объектов интеллектуальной собственности (ОИС).

В связи с этим в пособии рассматриваются вопросы аутентификации пользователей, способы защиты баз данных и баз знаний в информационных сетях вузов, администрирование и аудит пользователей.

Далее в учебном модуле приводится экономический анализ основных ценообразующих факторов ОИС.

На наглядных примерах демонстрируются методические приемы расчета балансовой и рыночной стоимости ОИС в составе имущества образовательных учреждений, Определяются авторские ставки роялти при многократном тиражировании ОИС.

Предлагаемые в пособии методы менеджмента жизненного цикла ОИС солидаризируются с разработками ведущих экономистов мирового масштаба, лауреатов Нобелевской премии по экономике Л. Гурвича, Э. Мэскина и Р. Майерсона.

Раскрытые в пособии темы затрагивают важнейшую проблему XXI века – обеспечение достойных и справедливых условий для развития системы образования, переосмысливание целей и механизмов представления монопольного и исключительного контроля над разными видами и типами знаний, уточнение юридических концепций и коррекция правовой базы деятельности ВОИС (Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности).

Речь идет о переориентации деятельности ВОИС от защиты держателей патентов, авторских свидетельств на программное обеспечение, копирайтов и торговых знаков в системе брендинга информационно–образовательных технологий к поиску и поощрению плодотворных путей развития условий для создания ОИС, распространения, передачи и репрезентации Знаний.

В пособии отмечается, что научные разработки крупных ученых современности Р. Столмена, М. Лэмли, Э Мэскина, Д. Лошина и др. направлены на создание благоприятных условий для разработки и распространения свободного программного обеспечения во всех сферах человеческой деятельности, включая и высшее образование.

Третий модуль пособия содержит многочисленные тесты, задания и контрольные вопросы по темам и разделам учебного модуля. В ходе тестирования обучающиеся закрепляют навыки навигации по порталам и сайтам как Глобальной сети, так и корпоративных сетей образовательных учреждений, в частности социальной научной, производственной и учебной корпоративной сети Объединенного Фонда Электронных Ресурсов Наука и Образование (ОФЭРНиО) Российской Академии Образования. В состав этой сети входит созданное на базе ИИТЭМ Региональное Отделение ОФЭРНиО–Подмосковье в г. Клин Московской области.

Литература

1. Костин Ю.Н., Крылов В.М., Смагина И.А., Стерликов Ф.Ф. Применение информационных образовательных Internet/intranet/LAN технологий для повышения качества обучения в вузе .-М.: РИЦ ИИТЭМ, 2007 г. -232 с.

2. Костин Ю.Н., Крылов В.М., Смагина И.А. Учебно-методический программный комплекс «Экономика Интернет – технологий» . Свидетельство № 15025 о регистрации мультимедийной интерактивной программной разработки в Объединенном Фонде Электронных Ресурсов «Наука и Образование», 2009 г., Клиновское региональное отделение ОФЭРНиО – Подмосковье (ИИТЭМ).

3. Костин Ю.Н., Крылов В.М., Смагина И.А. Система антикризисных мероприятий в информационно-образовательной среде Института информационных технологий, экономики и менеджмента. Труды 16 Всероссийской научно-методической конференции ТЕЛЕМАТИКА – 2009, Том 1, секция А, стр.51, ISBN 978-5-7577-0337-4.

4. Костин Ю.Н., Крылов В.М. , Смагина И.А. Управление качеством учебного процесса в информационно-коммуникационной среде вуза. Клин .; РОЛИКС, РИЦ ИИТЭМ , 2009г., –235с. ISBN 978-5-91615-022-3.

ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СТАНОВЛЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

*Косякин Ю. В.
Москва, ФГБОУ ВПО «МГИУ»*

Рассматриваются исторические предпосылки развития дистанционного образования, а так же соотношение высшего заочного, дистанционного и открытого дистанционного образования в России.

Historical preconditions of formation of distance education in Russia. Kosyakin Yu. V.

Discusses the historical background of the development of remote education, as well as the ratio of the highest absentee, remote and open distance education in Russia.

Дистанционное обучение — одно из наиболее быстро развивающихся направлений системы образования. Это качественно новый прогрессивный вид обучения, базирующийся на современных информационных технологиях и использующий современные средства коммуникаций (телевидение, видео и аудио средства обучения, компьютерные сети).

Существует несколько подходов к определению этого понятия. В Концепции создания и развития единой системы дистанционного образования в России, принятой Государственным комитетом РФ по высшему образованию 31 мая 1995 г., дано следующее определение: «Под дистанционным образованием понимается комплекс образовательных услуг, предоставляемых широким слоям населения в стране и за рубежом с помощью специализированной информационно-образовательной среды на любом расстоянии от образовательного учреждения. Информационно-образовательная среда дистанционного образования представляет собой системно организованную совокупность средств передачи данных, информационных ресурсов, протоколов взаимодействия, аппаратно-программного и организационно-методического обеспечения, ориентированную на удовлетворение образовательных потребностей пользователей».

Из большого количества существующих определений понятия «Дистанционное обучение» наиболее точным пожалуй является такое определение: дистанционное обучение – совокупность передовых информационных технологий, обеспечивающих доставку обучаемым основного объема изучаемого материала преимущественно с помощью электронных средств доставки информации, интерактивное взаимодействие обучаемых и преподавателей в процессе обучения, предоставление обучаемым возможности самостоятельной работы по освоению изучаемого материала, а также в процессе обучения.

По замыслу авторов Концепции система дистанционного образования не является антагонистичной в отношении к существующим очным и заочным системам обучения, она естественным образом должна интегрироваться с этими системами, дополняя и развивая их, способствуя созданию мобильной образовательной среды. В связи с этим встает стратегически принципиальная задача в определении приоритетов: целесообразность и возможность использования дистанционных средств в совершенствовании существующих форм образования сегодня и разработка перспективных моделей дистанционного обучения.

Иными словами, речь идет о соотношении нашей классической «заочки» и дистанционной формы, как она понимается в мире и применительно к условиям России.

ЗАОЧНЫЙ, -ая, -ое. Осуществляемый вне непосредственного контакта с кем-н. *Заочное обучение* (без постоянного слушания лекций, путём самостоятельного изучения предметов). [1]

Итак, заочное обучение в высшем учебном заведении – это вид учёбы, который сочетает в себе черты самообучения и очной учёбы. Характеризуется фазностью. В первую фазу происходит получение базы знаний, обучающей литературы и её изучение (установочная сессия), во вторую — производится проверка усвоенного материала (зачётно—экзаменационная сессия). При этом эти фазы заметно отстают, друг от друга по времени (обычно от нескольких месяцев до года). Дважды в год (для первокурсников – трижды) организуются учебные сессии. В период сессии студенты сдают зачеты и экзамены, прослушивают курс лекций, посещают групповые и индивидуальные консультации с преподавателями. В межсессионный период студенты самостоятельно изучают учебный материал, опираясь на информацию, полученную на лекциях и руководствуясь учебно-методическими материалами, выполняют письменные работы (контрольные и курсовые). Последний этап обучения - сдача государственных экзаменов и защита выпускных квалификационных работ (дипломов).

При дистанционном обучении - студенты самостоятельно изучают предоставленные вузом учебно-методические материалы, проходят дисциплинарное Интернет-тестирование, выполняют электронные письменные работы, виртуально общаются с другими студентами своего учебного курса; также имеют возможность получать консультации преподавателей лично (на кафедры, в часы приема) или с использованием электронных технологий (через личный кабинет, форум на сайте и электронную почту). Для студентов, обучающихся заочно с применением дистанционных технологий, согласно общему расписанию, проводятся лекции и организован доступ к библиотечному фонду вуза. Завершается обучение сдачей государственных экзаменов и защитой выпускных квалификационных работ (дипломов).

Таким образом, между классической заочной формой и дистанционной формой много общего, но и не мало отличий и среди них – это способ доставки информации.

Следует так же различать дистанционное образование и открытое образование. Понятия дистанционного и открытого образования нередко смешиваются и даже отождествляются. Однако дистанционной является не форма получения образования, а технология обучения. Поэтому правильнее говорить не о дистанционном образовании, а о дистанционном обучении. Согласно действующим нормативным документам [2] эта технология может использоваться в рамках существующих форм получения образования, предусмотренных законодательством (очная, очно-заочная, заочная, экстернат). Что же касается открытого образования, то оно существенно отличается от традиционных форм. Его основными чертами являются следующие [3]:

- Открытое поступление в высшее учебное заведение (как правило, без вступительных испытаний).

- Открытое планирование содержания обучения (свобода составления индивидуальной образовательной траектории – модулей из системы учебных курсов соответствующей программы).
- Свобода выбора преподавателя.
- Свобода в выборе времени, ритма и темпа обучения.
- Свобода в выборе места обучения.

В принципе открытое образование возможно и без использования дистанционных технологий. Однако в действительности обеспечить всех желающих учиться аудиториями, оборудованием, консультациями с преподавателями в удобное для них время крайне сложно. Именно поэтому дистанционные образовательные технологии представляют собой идеальную основу для открытого образования. Вместе с тем дистанционное обучение может использоваться и в рамках любых существующих форм образования. Особенно большой выигрыш оно может дать в повышении доступности и качества заочного обучения и экстерната. Мы видим, что открытое образование и дистанционное обучение имеют множество точек пересечения, но это все-таки принципиально разные вещи.

Исходя из этого, мы будем рассматривать историю становления обучения «осуществляемого вне непосредственного контакта студента с преподавателем, без постоянного слушания лекций, путём самостоятельного изучения предметов».

Можно сказать, что развитие дистанционного обучения в нашей стране началось в 1991 году (тогда еще в СССР), когда первые 20 студентов приступили к изучению курса Открытого университета Великобритании "эффективный менеджер". В 1992 году был создан Международный центр дистанционного обучения ЛИНК (сейчас - Международный институт менеджмента ЛИНК). В этом же году ЛИНК заключает договор с Открытым университетом Великобритании. К концу года в 15 учебных центрах ЛИНКа началось обучение 539 менеджеров.

В 1993 году разрабатываются основные положения концепции дистанционного образования, которые дают начало эре инновационного обучения в России. Получена лицензия на право ведения программ высшего образования. МИМ "ЛИНК" обладает эксклюзивным правом проведения обучения по методике и с использованием учебно-методических материалов ОУВ в СНГ. Он осуществляет свою деятельность через сеть региональных учебных центров (около 80) на территории России и стран— участников СНГ. При этом поступившие в МИМ "ЛИНК" являются полноправными студентами ОУВ. Сегодня в 90 центрах ЛИНК одновременно около 5500 менеджеров изучают курсы Открытого университета различного уровня, включая программу MBA.

Самую крупную в России сеть дистанционного обучения создал Современный гуманитарный университет (СГУ) образованный в 1992 году в г. Москве, который применяет технологию обучения, существенно отличающуюся от ОДО и широко использующую трансляционные методики. В настоящее время СГУ имеет более 500 учебных центров (филиалов и представительств дистанционного обучения) в России и образовательных учреждений в странах СНГ.

СГУ - единственный вуз России, имеющий информационно-спутниковую систему, включающую собственный телепорт и волоконно-оптическую линию связи, арендованный спутниковый канал, более 500 выходов в Интернет.

Из государственных российских университетов первым оценил технологию ОДО Международный государственный университет экономики, статистики и информатики - МЭСИ, который был основан еще в 1932 году. В 1993 году создан Центр дистанционного обучения МЭСИ, который развернул сеть ОДО во многих городах страны. На базе ЦДО в 1996 г. как структурное подразделение университета организован Институт дистанционного образования МЭСИ. Теперь этот институт является центральным звеном в системе дистанционного образования МЭСИ

В 1994г. – создан Институт дистанционного образования Московский государственный индустриальный университет (МГИУ). На этом этапе ВУЗ стал головным в Министерстве образования Российской Федерации по обучению соотечественников за рубежом. Активно участвовал в различных инновационных проектах в системе Минобразования РФ. В настоящее время ИДО МГИУ имеет 6 филиалов и 50 представительств на все территории бывшего СССР. На 8-й Международной выставке и конференции по дистанционному обучению «eLearnExpo 2011» МГИУ занял первое место в номинации «Лучшее решение e-Learning в вузах и учебных центрах».

Сейчас в нашей стране действуют более 70 центров дистанционного образования, причем это не только высшее, но также среднее образование, постдипломное образование и различные курсы, семинары, тренинги.

Нужно сказать, что создание полномасштабной "системы" сети ДО является очень сложной задачей и под силу далеко не каждому даже крупному университету. Необходимо создать библиотеку курсов и программ обучения, каждая из которых стоит десятки и даже сотни тысяч долларов. Нужно подготовить корпус тьюторов и администраторов учебных центров. Понадобятся типографские мощности и система доставки учебников в регионы, учебные площадки и сети связи. А сложнее всего создать единую систему контроля учебного процесса, гарантий его качества.

Впервые применять технологии дистанционного обучения начали американцы. В середине 1960-х годов они решили использовать местные телеканалы для трансляции учебных курсов для работников некоторых корпораций. Проект был настолько успешен, что вскоре учебные программы посредством спутниковой связи

начали транслировать не только США, но и Европа, Китай, Австралия. Мировая тенденция перехода к нетрадиционным формам образования прослеживается в росте числа вузов, ведущих подготовку по новым информационным технологиям: до 70-х годов их число не превышало 100, к 1980 году выросло до 200, к 1995-му - до 700, а сейчас уже перевалило за тысячу и продолжает расти. Примерно треть находится в Северной Америке, треть - в Европе, 14% - в Африке, 12% - в России, чуть меньше - в Азии и других регионах (по данным Евразийской ассоциации дистанционного образования).

Огромное влияние на систему дистанционного образования оказало основание в 1969 году Открытого университета Великобритании (Open University of the United Kingdom, UKOU). В сентябре 1963 года Гарольд Вильсон (Harold Wilson), лидер лейбористов, выдвинул идею создания «Эфирного университета», который бы сочетал в себе обучение с возможностями радио- и телевидения. Эта идея возникла после знакомства Вильсона с организацией заочного обучения в СССР и телевизионного образования в США, пользующегося большим успехом. Таким образом, история дистанционного образования имеет советские корни.

Несмотря на множество противников, в июне 1969 года вышла королевская грамота, дающая Университету статус независимого и автономного учебного заведения с правом выдавать дипломы и присваивать ученые степени. Канцлером (почетным ректором) по традиции является спикер палаты общин. Словом, было сделано все, чтобы университет стал одновременно и массовым, и престижным (сейчас он занимает 10-ю позицию в рейтинге британских университетов).

С середины 70-х годов прошлого столетия во многих странах стали появляться учебные заведения нового типа, называемые "открытый", "дистанционный", "виртуальный" университет, колледж. Они имеют оригинальную организационную структуру, используют своеобразный набор педагогических приемов, экономических механизмов функционирования. Среди них Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) в Испании (1972), Allama Iqbal Open University (AIOU) в Пакистане (1974), Sukhothai Thammathirat Open University (STOU) в Тайланде (1978), Корейский государственный открытый университет (Korea National Open University, KNOU) (1982), Universitas Terbuka (UT) в Индонезии (1984) и Государственный открытый университет им. Индиры Ганди (Indira Gandhi National Open University, IGNOU) в Индии (1985).

В последние годы правительства многих стран объявили развитие дистанционного образования приоритетным направлением и регулярно выделяют на его развитие значительную часть бюджета. В США в настоящий момент более 300 университетов предлагают дистанционное обучение.

Однако справедливым будет утверждение, что дистанционное обучение является современным развитием заочного образования. И поэтому история обучения «осуществляемого вне непосредственного контакта студента с преподавателем, без постоянного слушания лекций, путём самостоятельного изучения предметов» имеет более солидный возраст.

В конце XIX века появился прародитель дистанционного образования корреспондентское обучение. Теперь студент мог посылать учителю свои письменные работы, получать по почте комментарии преподавателя и новую порцию учебников. Эти изменения произошли благодаря появлению регулярной почтовой связи. Такой способ обучения очень понравился тем, кто жил вдали от крупных городов и не мог обучаться в обычных заведениях, для многих людей тогда это было единственной возможностью получить серьезное образование.

Возможность получать высшее образование на расстоянии появилась в 1836 году, когда в Объединенном Королевстве был основан Лондонский Университет. Студентам, обучавшимся в аккредитованных учебных заведениях, было разрешено сдавать экзамены, проводимые Университетом. Начиная с 1858 года, эти экзамены стали открытыми для кандидатов со всего света, вне зависимости от того, где и каким образом они получали образование. Подобное положение дел привело к возникновению ряда колледжей, предлагавших курсы обучения по почте в соответствии с университетской программой.

В 1840 году Исаак Питман (Isaac Pitman) посредством почтовых отправок начал обучать стенографии студентов в Объединенном Королевстве, став, таким образом, родоначальником первого дистанционного образовательного курса. В 50-е годы XIX века в Германии Густав Лангеншайдт (нем. лингвист: ум. в 1895 г.) опубликовал свои Lehrbriefe (букв. «обучающие письма») в качестве самоучителя по языку для взрослых.

В 70-е годы XIX века в Америке также был предпринят ряд шагов по организации дистанционного обучения. Так, в 1873 году Анна Элиот Тикнор создала систему обучения по почте для женщин под названием общество Тикнор (Ticknor's Society), взяв за основу английскую программу «Общество поддержки домашнего обучения» («Society for the Encouragement of Home Study»). В 1874 году программу обучения по почте предложил Университет штата Иллинойс (Illinois State University).

В Пенсильвании ежедневная газета под названием «Кольеры Инжиниэ» стала публиковать учебные материалы, направленные на улучшение техники горных разработок и предотвращение несчастных случаев на рудниках. Эти публикации пользовались таким огромным успехом, что в 1891 году был разработан самостоятельный курс, послуживший моделью для программ обучения по почте различным предметам. Вильям Рейни Харпер (William Rainey Harper), считающийся в Америке «отцом обучения по почте» (Mackenzie and Christensen, 1971, стр. 7), в 1892 году учредил первое университетское отделение дистанционного обучения в Университете Чикаго (University of Chicago), начав экспериментировать с внеклассным преподаванием в Баптистской теологической семинарии. В 1906 году преподавание по почте было введено в Университете штата Висконсин (University of Wisconsin).

Довольно рано дистанционное обучение появилось в Австралии. В 1911 году начали свою работу курсы вузовского уровня в Квинслендском университете (University of Queensland) в Брисбене. В 1914 году было организовано обучение по почте по программе начальной школы детей, живущих в отдалении от обычных школ. Студенты педагогического колледжа в Мельбурне проводили свои уроки, используя почту. Подобная практика вскоре распространилась на средние школы и технические училища. Аналогичные системы для школьников стали использоваться в Канаде и Новой Зеландии. В 1938 году в Виктории (Британская Колумбия, Канада) состоялся первый съезд Международного Совета по образованию по почте (International Council for Correspondence Education).

В Западной Европе, в 1939 году во Франции для обучения по почте детей, лишенных возможности посещать школу, был создан Государственный центр дистанционного обучения (Centre National d'Enseignement à Distance, CNED). В настоящее время этот центр стал крупнейшим учебным заведением дистанционного образования в Европе. В 1946 году на дистанционные формы обучения перешел Южноафриканский университет (University of South Africa, UNISA).

После революции 1917 года заочное образование стало развиваться в России. Здесь предлагались различные курсы на самых разных уровнях. В Советском Союзе была разработана особая, «консультационная» модель заочного образования, название которой буквально означало «образование без визуального контакта» (заочное образование). Развитие высшего заочного профессионального образования стало следствием кадрового голода народного хозяйства 1920—1930-х годов. Так, много усилий прикладывалось для создания системы высшего профессионального заочного образования юристов — с декабря 1922 года были образованы 1,5-годичные Высшие юридические курсы в Москве.

В 1930—1931 годах были созданы специализированные заочные вузы:

- 1930 год — Всесоюзный заочный институт технического образования (ВЗИТО),
- 1930 год — Центральный заочный институт финансово-экономических наук, позднее Всесоюзный заочный финансово-экономический институт (ВЗФЭИ);
- 1930 год — Центральный отраслевой заочный механический институт, с 2000 года Северо-Западный государственный заочный технический университет (СЗГТУ);
- 1931 год — Центральные заочные курсы при Московском институте советского права (МИСП), с 1933 года Центральный заочный институт советского права (ЦЗИСП) со статусом сектора заочного правового образования Отдела подготовки и переподготовки кадров Наркомюста РСФСР, с 1993 года — статус Московской государственной юридической академии (МГЮА).

После Второй мировой войны примеру СССР последовали другие страны Центральной и Восточной Европы.

К 60-м годам XX столетия в СССР имелось 11 заочных университетов и множество заочных факультетов в традиционных высших учебных заведениях.

По сведениям телеканала «Культура», в 2010 году в России было более 2 млн заочников, причём в 2009 году на заочные отделения вузов были приняты по данным Рособразования — 434 тыс. [4] «Независимая газета» сообщила, что к 2010 году высшее образование заочно получали более 50 % молодёжи страны. [5] По данным Рособразования и негосударственных вузов, спрос на заочную форму обучения в период экономического кризиса 2008—2009 годов увеличился. [6] по наблюдению РУДН — не изменился. [7]

Из истории дистанционного образования видно насколько оно актуально, в связи с новыми потребностями общества, и необходимо в самых разных странах мира. Сегодня дистанционное обучение переживает период стремительного развития. Все большее количество учебных заведений, компаний, государственных организаций внедряют в учебный процесс технологии дистанционного обучения.

Литература

1. С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова Толковый словарь русского языка
2. Методика применения дистанционных образовательных технологий (дистанционного обучения) в образовательных учреждениях высшего, среднего и дополнительного профессионального образования Российской Федерации (утверждена приказом Минобрнауки России от 18.12.2002 № 4452).
3. Солдаткин В.И. Создание информационно-образовательной среды открытого образования Российской Федерации // Новые инфокоммуникационные технологии в социально-гуманитарных науках и образовании: современное состояние, проблемы, перспективы развития: Материалы междунар. интернет-конф. проходившей 15.01-29.03.2002 на портале www . auditorium . ru - М.: Логос, 2003. – С.161-179.
4. Ивойлова, И.; Агранович, М. Зачётка в конверте. «Российская газета» № 5121 (42) (2 марта 2010 года).
5. Савицкая, Н. Планы на вчера. «Независимая газета» (29 мая 2008 года).
6. Ведущие вузы России отказываются от заочного образования. «Газета» (12 февраля 2010 года).
7. Отечественные вузы перестают набирать заочников. «Известия науки» (19 февраля 2010 года)
8. Белухина, Н.Н. Возвращаясь к терминологии: дистанционное обучение или дистанционное образование [Текст] / Н.Н. Белухина // Актуальные проблемы развития высшего и среднего образования на современном этапе: – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2010. – С. 205-207.
9. http://www.i2r.ru/static/317/out_5565.shtml

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИЙ

А.С.Гуртяков, А.Г. Кравец
Волгоградский государственный технический университет

В данной статье описывается разработанная система дистанционного проведения лекций. Также приводится описание средств, которыми система была реализована, и требований к данной системе.

The system of remote lecturing. Gurtjakov A.S., Kravets A.G.

In this article the developed system of remote lecturing is described. Also the description of the tools which the system was developed by and the requirements of the system are given there.

Процесс информатизации является закономерным и объективным процессом, характерным для всего мирового сообщества. Он проявляется во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и в образовании. Во многом благодаря этому процессу стала возможной новая синтетическая форма образования – дистанционное образование, которое вбирает в себя лучшие черты традиционных форм образования – очного, заочного, экстерната, и хорошо с ними интегрируется. Использование в качестве инструментов видеотелеконференции, интернет и другие системы передачи данных «сблизит» преподавателя и студента находящих далеко друг от друга, приблизит дистанционное образование к традиционному, к непосредственному общению преподавателя со студентом, лектора с аудиторией, групповым семинарским занятиям, апробированными столетиями. Именно поэтому дистанционное образование часто называют формой образования XXI века [1]. Таким образом тема дистанционного образования является актуальной, и разработка автоматизированных систем дистанционного образования является перспективным направлением в настоящее время.

Разработанная система дистанционного проведения лекций обеспечивает удаленное проведение лекций для зарегистрированных в системе пользователей. Лекция представляет собой демонстрацию слайдов заранее подготовленной презентации, сопровождаемую аудиокомментариями лектора. Также система предоставляет слушателям возможность видеть видеоизображение лектора, передаваемое с его веб-камеры, и обмениваться файлами и текстовыми сообщениями. В конце лекции (после демонстрации всех слайдов презентации) участникам лекции становится доступной виртуальная доска, на которой можно рисовать и оставлять надписи.

Система дистанционного образования представляет собой веб-приложение [2], состоящее из серверной и клиентской части. Обмен данными между серверной и клиентской частью осуществляется по протоколу RTMP [3]. Поддержку данного протокола обеспечивает сервер Red5, который является бесплатным аналогом Adobe Flash Media Server и предоставляет возможность передачи тестовых сообщений, аудио- и видеопотока и побайтовой передачи файлов. Поэтому серверная часть системы дистанционного обучения является приложением для Red5 версии 0.63 и была написана на языке программирования Java в среде разработки Eclipse Indigo. Схема взаимодействия между серверной и клиентской частями системы дистанционного проведения лекций представлена на рисунке 1.

Клиентская же часть системы представляет собой ASP.NET-проект, написанный на языке программирования Visual C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2010.



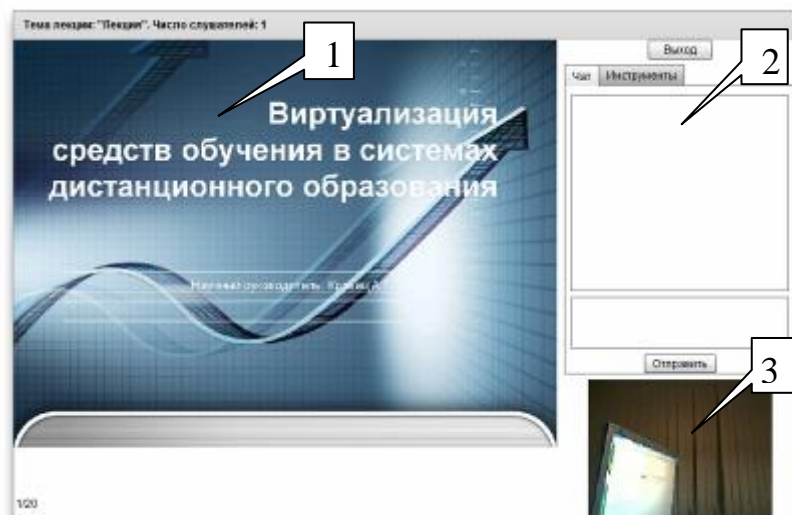


Рисунок 2. Рабочий стол слушателя: 1 - видео презентация/ виртуальная доска, 2 - текстовый чат/инструменты доски, 3 - видеосвязь между лекторами и слушателями.

Рисунок 1. Взаимодействие серверной и клиентской частей системы дистанционного образования

Однако, наибольший функционал сосредоточен во Flash-приложениях, которые размещены на страницах ASP.NET-проекта и получающие от него в качестве входных параметров строки, содержащие имя авторизованного пользователя и адрес серверной части системы. Адрес имеет следующий вид:

rtmp://<IP-адрес серверной ЭВМ>:1935/<Название проекта серверной части системы, установленного на Red5>.

Flash-приложения реализованы на языке программирования ActionScript 3.0 в среде разработки FlashDevelop. Первое и второе приложения представляют собой рабочие столы лектора и слушателя соответственно и различаются только тем, что лектору предоставлена возможность создавать и проводить собственные лекции, а пользователь может лишь присоединиться к текущим лекциям. Любому участнику лекции доступны текущий слайд презентации, текстовый чат, видеочат и виртуальная доска после просмотра всех слайдов (рис.2). Лектор имеет возможность осуществлять навигацию между слайдами презентации.

Третье приложение представляет собой файлообменник для участников лекции. Необходимость создания отдельного приложения вызвана отсутствием средств многопоточности в языке программирования ActionScript 3.0.

В настоящее время система дистанционного проведения лекций успешно протестирована в различных интернет-браузерах, таких как Internet Explorer, Opera, Google Chrome и Mozilla FireFox, и в ближайшее время возможно внедрение данной системы для обучения студентов.

Литература

1.Исаев, А.В. Дистанционное образование: анализ информационных ресурсов / А.В. Исаев, А.Г. Кравец, А.Ш. Шахламджян // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 8. С. 100-103.

2.Гуртяков, А.С. Организация дистанционного обучения. / Гуртяков А.С., Кравец А.Г.// Известия Волгоградского государственного технического университета. 2012. Т. 4. № 13. С. 103-107.

3.Гуртяков А.С., Кравец А.Г., Юдин Д.В., Кравец А.Д. Фрактальная компетентностная архитектура корпоративных систем дистанционного образования // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3; URL: <http://www.science-education.ru/103-6238> (дата обращения: 15.05.2012).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СИНТЕЗА РАБОЧЕГО УЧЕБНОГО ПЛАНА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Кривицкая М.А., Бушмелева К.И.
СурГУ

Рассмотрен подход к реализации программного обеспечения для автоматизации процесса синтеза РУП. Предложен контур автоматизированной информационной системы.

Design of the automated system of synthesis of the working curriculum of the direction of the higher education. Krivitskaya M., Bushmeleva K.

The approach to implementation of the software for automation of process of synthesis of RUP is considered. The contour of the automated information system is offered.

Произошедшая смена образовательных стандартов предъявляет новые требования к организации учебного процесса [1]. Требования к учебно-методическому обеспечению учебного процесса определены Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования. Рабочий учебный план (РУП) является основой организации учебного процесса в образовательном учреждении. Формированию рабочего учебного плана предшествует работа над сводным бюджетом времени и графиком учебного процесса.

Формирование УП длительный и трудоемкий процесс, в котором необходимо учитывать как характеристики самих дисциплин, так и требования ФГОС ВПО к организации образовательного процесса. Использование современных информационных технологий позволяет сделать задачу составления УП менее трудоемкой и более качественной для работников высшей школы. Для реализации предложенной методики синтеза РУП необходимо привлечение технологий проектирования автоматизированных систем (АС). Методология проектирования АС достаточно проработана и содержит широкий спектр средств.

Опыт создания современных информационных систем (ИС) свидетельствует о том, что их эффективность в наибольшей степени определяется двумя факторами. Первый – это степень релевантности ИС процессу обработки данных, протекающему в объекте автоматизации. Второй фактор – степень удовлетворения ожиданий пользователя о том, как должна обрабатываться информация [2].

В составе автоматизированной системы можно выделить следующие составные блоки (рис. 1):

- справочная и нормативная документация;
- модуль формирования списка дисциплин и их атрибутов;
- модуль формирования РУП;
- модуль оценки качества РУП;
- модуль формирования отчетов;
- хранилище данных;
- пользовательский интерфейс.

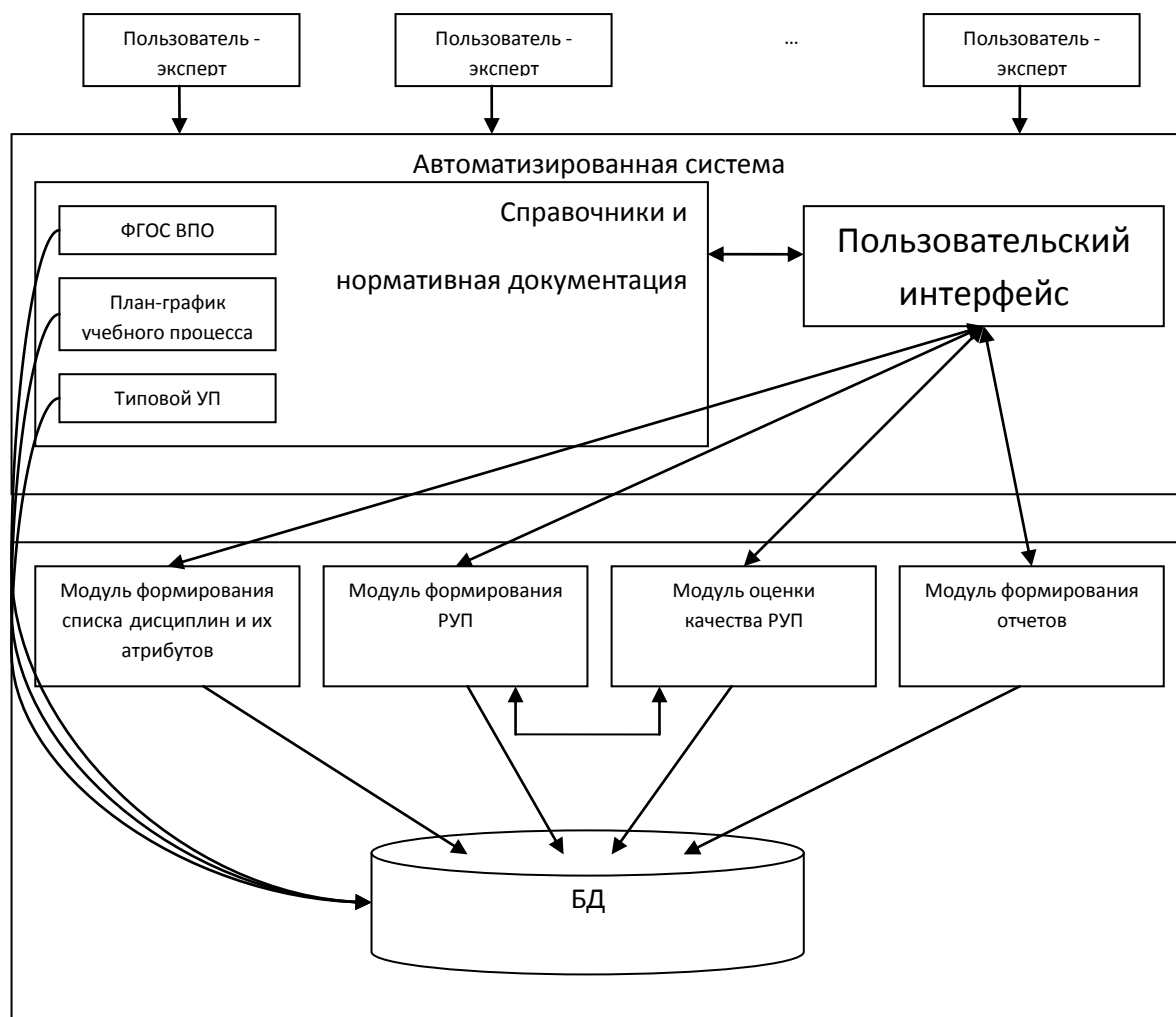


Рис. 1. Контур автоматизированной системы синтеза РУП

К справочной и нормативной документации относятся документы организационно-методического характера (Государственный образовательный стандарт, график учебного процесса, данные о бюджете учебного времени, примерные рабочие программы, типовые учебные планы и др.) [3].

Модуль формирования списка дисциплин и их атрибутов решает задачи непосредственного выбора дисциплин из ФГОС ВПО, типового учебного плана и интуитивного понимания потребностей предприятий региона. Помимо списка дисциплин при работе с этим модулем необходимо определить характеристики дисциплин (трудоемкость, распределение по видам деятельности, вид итогового контроля) и междисциплинарные взаимосвязи. Результаты работы этого модуля являются результатом обработки экспертных оценок. Следовательно, в модуле должна быть предусмотрена возможность организации экспертного опроса и методы обработки экспертных суждений. Допустимо использовать индивидуальные сеансы работы эксперта с автоматизированной системой на начальном этапе сбора данных.

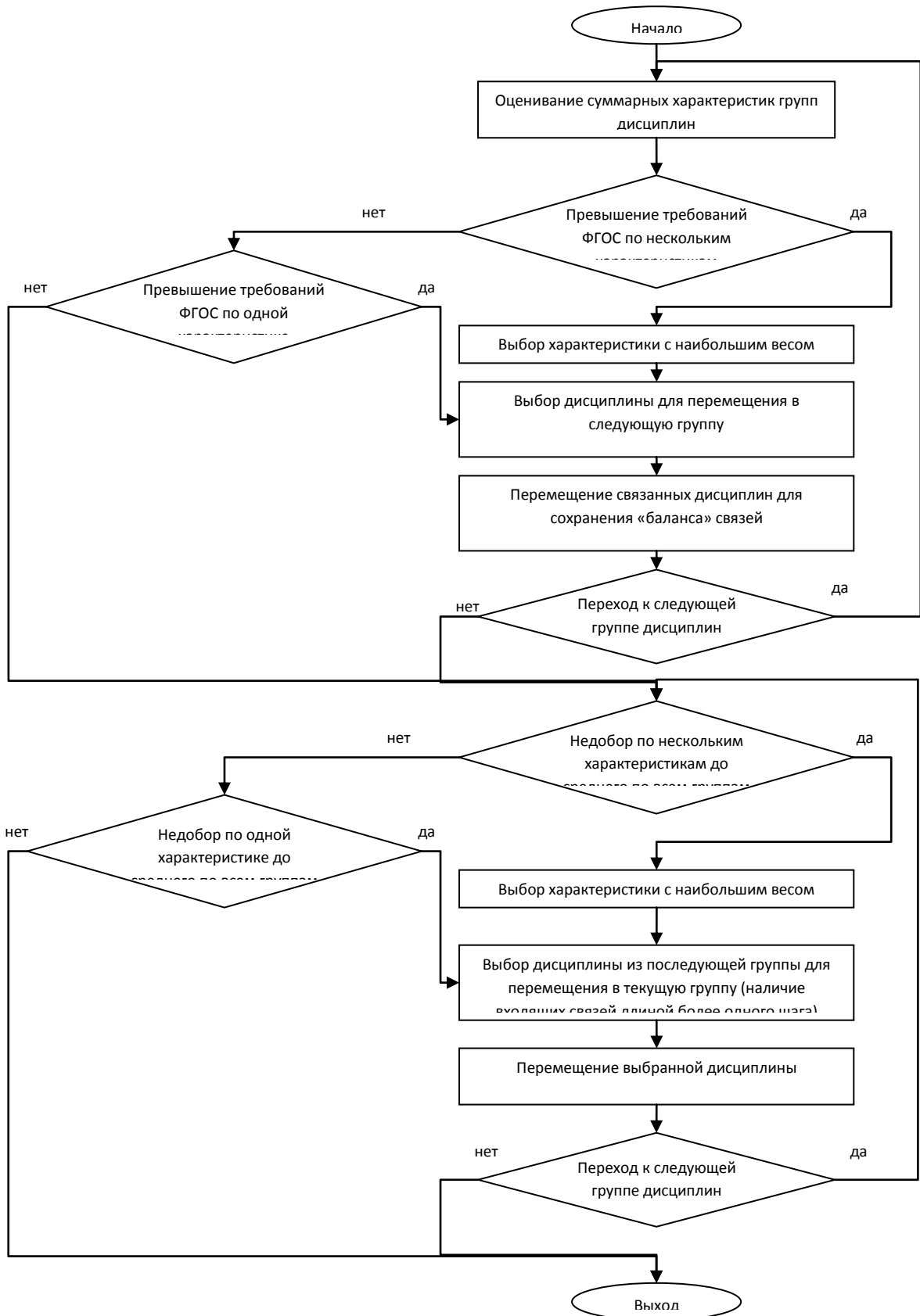


Рис. 2. Алгоритм модификации РУП

Модуль формирования РУП опирается на алгоритм, использующий алгоритм обхода графовых структур в ширину. Использование указанного алгоритма позволит формировать на основе сводных экспертных мнений первоначальный вариант РУП. Также в этом модуле происходит модификация (оптимизация) варианта РУП, сгенерированного на предыдущем шаге. Алгоритм оптимизации представлен на рис. 2.

В структуре алгоритма выделяется два блока:

- блок поиска и устранения «перегруженности» групп дисциплин;

- блок поиска и устранения «недогруженности» группы дисциплин до среднего значения.

Первый блок в результате выполнения может повлечь увеличение числа групп в силу передвижения дисциплин в последующие группы. Второй блок призван уравновесить «нагрузку» групп и уменьшить число групп по сравнению с первым блоком.

Модуль оценки качества РУП использует методику формирования интегрального критерия на основе локальных критериев (доля занятий лекционного типа, недельная учебная нагрузка, равномерность «сессионной нагрузки» по семестрам). Часть критериев характеризует качество самого РУП, часть – качество выполнения ограничений. Каждый локальный критерий учитывается с весовым коэффициентом, определяемым методами экспертных оценок.

Модуль формирования отчетов предназначен для формирования отчетных документов процесса синтеза РУП (вариант РУП, результаты полученные на каждом шаге синтеза).

Таким образом, программный комплекс для синтеза РУП, представленный в статье содержит интерфейсную часть, расчетную часть и хранилище данных. Использование подобного подхода к проектированию информационных систем позволяет снизить трудоемкость и сложность процесса разработки и процесса синтеза РУП.

Литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 230100 Информатика и вычислительная техника (квалификация «бакалавр») // Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 ноября 2009 №553.
2. Рудинский И.Д. Основы формально-структурного моделирования систем обучения и автоматизации педагогического тестирования знаний. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.
3. Найханова Л.В., Дамбаева С.В. Методы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности: Монография. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 164 с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК СРЕДСТВО ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Кузнецова О.П., Макаров В.В.

Омский государственный технический университет

Рассмотрены вопросы, связанные с применением в учебном процессе электронных учебно-методических комплексов, представлены этапы их проектирования и разработки, определены основные компоненты. Дано краткое описание программного продукта, позволяющего эффективно сформировать электронный учебно-методический комплекс. Рассмотрены возможности электронного учебно-методического комплекса как средства личностно-ориентированного подхода в обучении.

Electronic educational and methodical complex as means of personal focused approach in the course of studying disciplines of vocational. Kuznetsova O.P. Makarov V.V.

The questions connected with the application of electronic educational and methodical complexes in educational process are considered, stages of their design and development are presented, the main components are defined. The short description of the software product allowing to create effectively an electronic educational and methodical complex is given. The possibilities of an electronic educational and methodical complex as means of personal focused approach in training are considered.

Информатизация современного общества, способствующая коренному изменению основных форм и методов профессионального обучения, обуславливает использование персонального компьютера на базе современных информационных и коммуникационных технологий в качестве универсального средства оптимизации учебного процесса. Создание информационной среды образовательного учреждения позволяет применять в познавательной деятельности, наряду с традиционными печатными источниками, электронные пособия, учебники и практикумы, мультимедийные обучающие курсы различной предметной направленности, автоматизированные тестовые системы контроля, способствующие мотивированному развитию умений и навыков самостоятельного приобретения и постоянного пополнения знаний, относящихся к любой сфере человеческой деятельности.

В настоящее время продолжают сохранять свою актуальность следующие долгосрочные задачи, определенные Федеральной целевой программой «Развитие единой образовательной информационной среды»:

1. Создание и использование в учебном процессе современных электронных учебных материалов.
2. Разработка электронных средств информационно-технологической поддержки и развития учебного процесса.

В процессе решения поставленных задач вербальный способ подачи учебного материала, являющийся традиционным для российской образовательной системы, постепенно дополняется, а при использовании таких форм, как дистанционное и виртуальное обучение, практически заменяется на визуальный, представленный, в том числе, и в виде электронных учебно-методических комплексов.

Под учебно-методическим комплексом нами понимается комплект материалов, состоящий из организационных, методических и учебных документов, определяющий обеспеченность дисциплин профессиональной подготовки информационными источниками.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК), по нашему мнению, представляет собой совокупность программных средств, логически связанных между собой и позволяющих разместить на электронных носителях в виде гипертекста организационно-методические, учебные и нормативные материалы, предназначенные для изучения и систематизации теоретических сведений, формирования практических навыков и умений, осуществления текущего, промежуточного и итогового контроля знаний, самоконтроля.

Дидактическое наполнение ЭУМК охватывает такие основные компоненты учебного процесса, как цели, задачи, содержание, формы и методы обучения и обеспечивает эффективность аудиторной и внеаудиторной работы студентов в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов и учебных планов.

Процесс проектирования и разработки ЭУМК заключается в последовательном прохождении следующих этапов:

1. Постановка цели и задач изучения той или иной дисциплины профессиональной подготовки.
2. Определение перечня формируемых компетенций.
3. Создание и корректировка комплекта методических документов (рабочих программ, методик рейтингового контроля знаний студентов, методических руководств и указаний по изучению дисциплин и т.п.).
4. Тщательный анализ и отбор тематического содержания лекционных, практических и лабораторных занятий, демонстрационных компьютерных презентаций, тестовых заданий и вопросов.
5. Подбор информационно-справочных материалов, соответствующих тематике изучаемых дисциплин.
6. Структурирование и систематизация электронных материалов.
7. Создание и оформление целостного программного продукта.
8. Размещение в локальных сетях компьютерных классов и университетской системе дистанционного обучения.

Главной целью создания ЭУМК является обеспечение методическим и программно-информационным сопровождением процесса организации аудиторной и внеаудиторной работы студентов очной, вечерней и заочной форм обучения. В качестве основных задач, выделенных в рамках поставленной цели, выделяются: самостоятельное получение базовых теоретических знаний; приобретение навыков и умений практической работы; реализация лично-ориентированного подхода к обучающимся с учетом индивидуальных особенностей; развитие устойчивых самообразовательных навыков.

При разработке ЭУМК учитывается содержательная специфика каждой из дисциплин профессиональной подготовки, но, в целом, дидактическое наполнение комплекса состоит из следующих компонентов:

1. Организационно-методические документы.
2. Электронные учебники или пособия, построенные на гипертекстовой основе и содержащие теоретический материал, подкрепленный многочисленными примерами и образцами.
3. Электронные справочники, являющиеся дополнением к электронным учебникам и позволяющие получить дополнительную информацию, размещенную в компактной форме.
4. Вопросы к практическим (семинарским) занятиям либо комплекты заданий к лабораторным занятиям.
5. Методические указания для студентов, позволяющие осуществить подготовку к практическим или лабораторным занятиям, а также эффективно организовать аудиторную и внеаудиторную работу.
6. Списки рекомендуемой литературы, содержащиеся в библиотеке и читальных залах университета; постоянно обновляемые ссылки на открытые Интернет-источники.
7. Тестовые задания и вопросы, применяемые для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля знаний студентов.
8. Перечни утвержденных экзаменационных вопросов.

Для удобства восприятия весь учебный материал разбивается на отдельные разделы – модули, что позволяет индивидуализировать процесс обучения и, по мере необходимости, обеспечивает возможность расширения содержательной части, гарантируя открытость ее структуры.

Одним из специализированных приложений, позволяющим формировать электронные учебно-методические комплексы, наполненные разнообразной текстовой, графической, мультимедийной информацией, является Microsoft HTML Help Workshop (МННВ). Готовый электронный ресурс, выполненный средствами МННВ, имеет вид стандартной справки, характерной для приложений Windows. К несомненным достоинствам приложения МННВ относится и то, что для его использования на современных персональных компьютерах не требуется установка какого-либо специального программного обеспечения. Для просмотра файлов, созданных приложением и имеющих расширение *.chm, применяется стандартное средство распознавания, встроенное во все версии Microsoft Windows, начиная с версии '98/NT. Кроме того, установочный дистрибутив МННВ

распространяется компанией Microsoft бесплатно и находится в свободном доступе (<http://msdn.microsoft.com>).

Все методические и дидактические материалы, являющиеся содержанием ЭУМК, представлены в виде гипертекста с использованием системы гиперссылок в целях удобства осуществления переходов между отдельными разделами, темами и структурными элементами. Технология использования гипертекста предоставляет возможность выбора индивидуальной траектории обучения, когда студент самостоятельно определяет последовательность и темп изучения, как отдельного раздела, так и всей дисциплины в целом, перемещаясь по содержанию в выбранном направлении с учетом уровня его начальной подготовки и имеющихся знаний.

В рамках одного и того содержания могут складываться различные образовательные траектории, а усвоение содержания дисциплины происходит не только путем передачи преподавателем определенной информации, но и в процессе собственной активной деятельности студента. Тем самым обеспечивается личностно-ориентированный подход к обучению, направленный на всестороннее развитие и саморазвитие каждого обучающегося с учетом его индивидуальных способностей и возможностей.

Таким образом, реализация личностно-ориентированного подхода создает потенциал для подготовки современной высшей профессиональной школой высококвалифицированных, компетентных специалистов, отвечающих требованиям рынка труда способных самостоятельно мыслить, готовых к постоянному пополнению и приобретению знаний, стремящихся к профессиональному росту и повышению квалификации.

Литература

1. Белухин, Д.А. Личностно-ориентированная педагогика в вопросах и ответах / Д.А. Белухин. – М.: Московский психолого-социальный университет, 2006. – 312 с.
2. Виштак, Н.М. Лекционный электронный комплекс как средство активизации учебной деятельности студентов вуза: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Н.М. Виштак. – М., 2011. – 169 с.
3. Мельниченко, Я.И. Личностно-ориентированный подход к организации самостоятельной работы студентов с использованием интернет-ресурсов: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Я.И. Мельниченко. – Казань, 2008. – 249 с.
4. Плигин, А.А. Личностно-ориентированное образование: история и практика / А.А. Плигин. – М.: КСП+, 2003. – 432 с.
5. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации от 7 февраля 2008 г. № Пр-212. Режим доступа: http://www.info-law.ru/fed/2008/0/id_4898.html (11.06.12).
6. Трайнев, В.А. Новые информационные коммуникационные технологии в образовании: информационное общество, информационно-образовательная среда, электронная педагогика, блочно-модульное построение информационных технологий / В.А. Трайнев, В.Ю. Теплышев, И.В. Трайнев; Ун-т информатизации и упр. – М.: Дашков и Ко, 2008. – 318 с.
7. Федеральная целевая программа «Развитие единой образовательной информационной среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bestpravo.ru/rossijskoje/eb-postanovlenija/s1n.htm> (15.06.12).

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ (НА ПРИМЕРЕ ГБОУ ЦО № 1637)

Логунова Ольга Сергеевна, Попова Нина Владимировна
МИЭМ НИИ ВШЭ, ГБОУ Центр образования № 1637

В данной статье авторы рассматривают инновационную деятельность образовательного учреждения, а именно информационно-коммуникационные технологии в образовании и их связь с образовательной и научной деятельностью учебного заведения. Кроме того представлены основные принципы и их реализация в рамках ГБОУ Центра образования № 1637 г. Москва.

Informational and communication technology in education. Logunova O., Popova N.

The authors of the article reveal the notion of innovation activity in the education and its interconnection with the educational and scientific processes. The authors also give the main ideas of the principles, aims and tasks of innovation strategy of the Moscow educational center № 1637.

Информационные и коммуникационные технологии за короткое время стали важнейшей составляющей современного общества. Теперь во многих странах понимание этих технологий и свободное владение основными относящимися к ним умениями и концепциям считается частью базового образования – наряду с чтением, письмом и счетом. В настоящее время инновационная деятельность образовательного учреждения рассматривается как главное условие модернизации образовательного процесса и является одним из основных факторов повышения эффективности в его работе. Сфера образования старается соответствовать современным условиям глобализации и глубоких экономических преобразований, в частности, образовательное учреждение

формирует свою социально-образовательную стратегию для эффективного функционирования на сложившемся рынке

Стратегия любой организации рассматривается как процесс и результат, а именно как логически сконструированная и сформулированная программа действий. Социально-образовательная стратегия учебного заведения – это последовательная и интегрированная программа долгосрочных действий руководства, способная удовлетворить образовательные потребности школьников и общества в целом и учитывающая их предпочтения относительно ассортимента, качества и возможной стоимости образовательных услуг. Важно, что это целая программа различных мероприятий, которая строится исходя из полноценного анализа.

Следует отметить, что рынок образовательных услуг относится к разделу так называемого «социального маркетинга», который обычно связан с деятельностью некоммерческих организаций, ставящих своей целью достижение определенного социального эффекта, например, повышения образовательного уровня. Суть этой концепции можно выразить следующим образом: сначала организация выявляет нужды, потребности и интересы целевых рынков, а затем стремится обеспечить клиентам высшую потребительскую ценность такими способами, которые позволят поддерживать (или даже улучшать) благополучие клиента и общества.

Следуя указанному принципу, образовательное учреждение должно принимать решения с учетом желаний школьников, требований ВУЗов, долгосрочных интересов потребителей и долгосрочных интересов общества в целом. Руководству необходимо осознавать, что пренебрежение долгосрочными интересами отдельного потребителя и общества в целом оказывает «плохую услугу» как потребителям, так и обществу. Данная концепция требует сбалансированного увязывания трех факторов: уровня удовлетворения запросов школьников и их родителей, учета интересов общества и экономической выгоды учебного заведения.

Мы выделили три аспекта, а именно интересы общества, интересы молодежи и стоимость услуг, сообразно с этим, можно выделить три составляющих стратегии – социальная, образовательная и ценовая. Все вместе они составляют социально-образовательную стратегию учебного заведения. В последнее время инновационная деятельность в образовательном учреждении получает статус основного вида деятельности, наравне с образовательной, и является необходимым условием стратегического развития. Таким образом, правомерно добавить четвертую составляющую – инновационную.

Главные цели инновационной политики образовательного учреждения направлены на повышение качества образовательных услуг для подготовки учащихся, разработку и внедрение инновационных проектов в образовательное пространство, эффективное использование образовательного, научно-технического, педагогического потенциала для развития школы. Это возможно в значительной степени благодаря процессу информатизации.

Одним из приоритетных направлений процесса информатизации современного общества является именно информатизация образования. Этот процесс инициирует:

- совершенствование механизмов управления системой образования на основе использования автоматизированных банков данных научно-педагогической информации, информационно-методических материалов, а также коммуникационных сетей;
- совершенствование методологии и стратегии отбора содержания, методов и организационных форм обучения, воспитания, соответствующих задачам развития личности обучаемого в современных условиях информатизации общества;
- создание методических систем обучения, ориентированных на развитие интеллектуального потенциала, формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять экспериментально-исследовательскую деятельность;
- внедрение разнообразных видов самостоятельной деятельности по обработке информации;
- создание и использование компьютерных тестирующих, диагностирующих методик контроля и оценки уровня знаний обучаемых.

Массовое внедрение информационно-коммуникационных технологий в сфере образования и науки, использование нового образовательного контента и новых технологий образования, в том числе технологий дистанционного образования влечет за собой изменение самой парадигмы образования, изменение стандартов и требований, методик преподавания, и как следствие, требует изменения самой стратегии развития образования. Мировая практика развития и использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) демонстрирует в первую очередь явную тенденцию к изменению традиционных форм организации образовательного процесса в условиях информационного общества. Вместе с этим меняются содержание образования, используемые в нем методики, дидактические подходы, технологии и стили. Специалисты, которые будут использовать в образовательном процессе весь этот арсенал средств, должны, прежде всего, обладать высоким уровнем фундаментальной подготовки в области ИКТ, иметь необходимые психолого-педагогические знания для эффективного осуществления всех функций, связанных с их использованием.

ИКТ охватывают широкий круг областей человеческой деятельности, обеспечивают успешное функционирование современных корпораций и предоставляют в распоряжение правительств эффективную инфраструктуру. В то же время, их внедрение в образование способствует повышению его качества, а также совершенствованию организации образовательных учреждений и управления ими. Интернет становится движущей силой развития инновационной деятельности, как в развитых, так и в развивающихся странах. Все страны должны иметь возможность эффективно пользоваться достижениями развития технологий. Чтобы это

стало возможным, профессиональные кадры следует готовить с опорой на глубокие знания в области информационных и коммуникационных технологий, независимо от специфики конкретных компьютерных платформ или программных средств.

Государственное бюджетное образовательное учреждение центр образования № 1637 г. Москва (ГБОУ ЦО № 1637) в полной мере реализует современную социально-образовательную стратегию на московском рынке образовательных услуг, последовательно развивая все четыре вышеназванные составляющие. В данной статье будет рассмотрена инновационная составляющая стратегии, а именно информационно-коммуникационные технологии.

Стоит отметить, что ГБОУ ЦО № 1637 реализует президентскую инициативу «Наша новая школа», которая, учитывая тенденции времени, предлагает основные направления развития общего образования, содержит характеристики школы 21 века. Она должна готовить ребенка к профессиональной мобильности, к возможному переучиванию, инициативности и умению творчески смотреть на окружающий мир.

В президентской инициативе «Наша новая школа» рассматриваются 5 направлений:

- внедрение и использование ИКТ в управленческой деятельности как в образовательных учреждениях, так и муниципальных органах, осуществляющих управление в сфере образования;
- использование лицензионного программного обеспечения;
- внедрение электронных дневников и журналов успеваемости в деятельность образовательного учреждения;
- использование ИКТ в деятельности учителя информатики;
- использование ИКТ в образовательном процессе образовательных учреждений как в урочное, так и внеурочное время, в дополнительном образовании.

Рассмотрим эти направления подробнее на примере деятельности ГБОУ Центра образования № 1637.

ИКТ в управленческой деятельности образовательного учреждения, использование лицензионного программного обеспечения

Реализация основных направлений развития и внедрения ИКТ в сфере образования зависит в первую очередь от эффективного управления системой образования.

В Федеральной целевой программе развития образования на 2006-2010 годы, утвержденной постановлением Правительства от 23 декабря 2005 года № 803 (в редакции постановления Правительства РФ от 20 мая 2010 г. № 359), определены стратегические задачи модернизации Российского образования:

- совершенствование содержания и технологий образования;
- развитие системы обеспечения качества образовательных услуг;
- повышение эффективности управления в системе образования;
- совершенствование экономических механизмов в сфере образования.

Одним из мероприятий стратегии определено «Внедрение информационных систем управления деятельностью учреждений среднего образования». Повышение эффективности управления в сфере образования обеспечивается за счет использования информационно-коммуникационных технологий и автоматизированных информационных аналитических систем (АИАС).

АИАС позволяет решить ряд следующих задач в управлении образовательным учреждением:

- сформировать единые базы данных персонала образовательного учреждения и контингента учащихся для внутренних пользователей в интересах организации учебно-воспитательного процесса;
- обеспечить информационные потребности всех ключевых пользователей: специалистов региональных, муниципальных органов управления образованием, сотрудников образовательного учреждения: директора, заместителей директора, классных руководителей, учителей и т.д.;
- выполнять качественный и разноплановый анализ учебно-воспитательного процесса на разных уровнях;
- обеспечить переход на электронный документооборот.

В ГБОУ ЦО № 1637 АИАС используется для формирования аналитических справок, статистических данных, списков по кадровому составу учреждения, личному составу учащихся, систематизации данных по персоналу и учащимся, ведения делопроизводства. Руководитель образовательного учреждения планирует штатное расписание, формирует учебный план и сетку часов, распределяет основную и дополнительную нагрузку преподавателей.

Внедрение электронных дневников и журналов успеваемости в деятельность образовательного учреждения

В рамках распоряжения Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2009 г. N 1993-р следует обратить внимание на пункт 8 «Предоставление информации о текущей успеваемости учащегося, ведение электронного дневника и электронного журнала успеваемости».

Электронный дневник и журнал успеваемости – это та услуга, которую должны оказывать образовательные учреждения родителям, школьникам, учителям.

ГБОУ Центр образования № 1637 реализует данное направление деятельности на базе Московского регистра качества образования. Данный интернет-проект реализует следующие возможности по организации учебного процесса и предоставления электронных услуг:

- ведение электронных дневников,

- ведение электронного журнала,
- элементы мониторинга учебного процесса.
- выдача и получение домашних заданий,
- библиотека художественной литературы,
- медиатека,

Таким образом, реализованы все основные функции социальных сетей, которые адаптированы для использования в школах, и позволяют общаться между собой ученикам, учителям, родителям.

Использование ИКТ в деятельности учителя информатики

Важнейшими для учителя информатики и специфичными по отношению к деятельности школьного учителя являются новые функции, связанные с изменением образовательной парадигмы, которая характеризуется, прежде всего, изменением парадигмы информационного взаимодействия между обучаемым, обучающим и средством обучения. Данные взаимодействия функционируют на основе средств ИКТ, которые обладают интерактивностью, возможностью обеспечения незамедлительной обратной связи и реализуют личностно-ориентированное обучение.

Как показывает практика, именно учитель информатики в образовательном учреждении осуществляет деятельность педагога-куратора в организации обучения с использованием Интернет – технологий. Он выполняет организаторские функции - знакомит учащихся с особенностями учебного процесса в условиях дистанционного обучения, регистрирует их в образовательной информационной среде и решает возникающие технические проблемы. Осуществляя систематическое наблюдение за ходом текущей учебной деятельности учащегося, учитель информатики обеспечивает общение на форуме или через личные сообщения с учениками и их родителями с целью информирования освоения программы, сдачи домашних заданий, мини-исследований, творческих работ и т.д.

С другой стороны, учитель информатики может осуществлять взаимодействие с сетевым преподавателем, обеспечивающим процесс обучения. Изучая индивидуальные способности ученика, учитель информатики способствует разработке индивидуальной траектории обучения. В связи с этим, учитель организует проведение дополнительных уроков и занятий, координирует составление расписания экзаменов и консультаций для проведения промежуточной и итоговой аттестации.

Итогом обучения может служить участие ученика в различных мероприятиях (конференциях, выставках), где с помощью учителя информатики обучающийся размещает свои работы, проекты и исследования в информационной образовательной среде.

Одно из направлений процесса информатизации образовательных учреждений – это взаимодействие учителей-предметников в виртуальных методических сообществах. Одним из наиболее часто используемых информационных ресурсов являются методические материалы, размещенные учителем на своем сайте. В создании такого сайта учебного назначения помогает учитель информатики.

В последние годы руководство ГБОУ ЦО № 1637 много внимания уделяет работе с интернет-ресурсами. Был переработан форум, созданы страницы в социальных сетях с возможностью диалога между преподавателем и учеником, родителем и преподавателем, родителем и администрацией. Была разработана и реализована схема выдачи домашних заданий, при помощи форума и социальных сетей, получения домашних работ до строго определенного времени в специально созданные для этого на сайте школы почтовые ящики - при дистанционном обучении.

Очень большая работа ведётся с сайтом ГБОУ ЦО № 1637. Появилось несколько новых разделов - таких как: детско-взрослые проект, рекомендации и документы о поступлении в 1 класс, страница новостей 2011-2012. Очень активно дополняются и перерабатываются разделы и страницы созданные ранее. Страница новостей на сайте ГБОУ ЦО №1637 – это один из самых ярких и активно обновляющихся разделов. От того насколько качественно будет оформлен данный раздел зависит во многом посещаемость сайта центра образования. Целью работы над разделом является соблюдение принципов открытости и доступности. Для достижения этой цели следует руководствоваться основными критериями качества оформления раздела: краткость, информативность, мультимедийный ряд, частота обновлений.

Форум ГБОУ ЦО №1637 отражает важные события, происходящие в школе, информирует о домашнем задании, зачетных работах учащихся, дает возможность общения на темы волнующие ребят и вне учебы. При работе с форумом ГБОУ ЦО №1637 в 2011-2012 учебном году было добавлено много новых пользователей. Это были учащиеся, учителя центра образования и их родители. Создано много новых тем, в которые активно включились пользователи.

В следующем учебном году планируется расширить количество пользователей, продолжить дополнять список тем, активизировать работу раздела «К учителям». Проведен маркетинговый аудит сайта, по результатам которого принято решение доработать содержание контента с учетом замечаний, внедрить интерактивные элементы, систему обратной связи и онлайн-общения с потребителями.

Кроме того, в текущем учебном году на форуме центра образования было организовано дистанционное обучение. На «народ» загружались задания в двух форматах: world и jpg. Учащиеся могли скачивать задания на свой персональный компьютер, затем выполнять их и отправлять на электронные адреса, созданные отдельно для каждой параллели.

Использование ИКТ в образовательном процессе образовательных учреждений как в урочное, так и внеурочное время, в дополнительном образовании.

В эпоху информатизации образования современная школа требует квалифицированных, инициативных, информационно грамотных специалистов, способных эффективно применять современные информационные и коммуникационные технологии в своей профессиональной деятельности, владеть методикой использования цифровых образовательных ресурсов.

Учителя должны всесторонне осваивать эффективные педагогические и информационные технологии, внедрять новации в области информатизации системы образования в практику школьного преподавания – использовать ИКТ в урочной и внеурочной деятельности, а также в области управления учебно-воспитательным процессом.

Урочная деятельность предусматривает различные способы использования ИКТ на уроке. Личность учителя, его творчество и профессиональное мастерство всегда находили свое воплощение в сценарии самого урока, а теперь они отражаются и в создаваемом (или используемом) прикладном программном обеспечении. Профессионализм учителя находит свое воплощение в отборе, критическом анализе готовых программных средств или создании собственных. Результатом творческой деятельности учителя являются оригинальные программные продукты, имеющие высокую учебно-методическую значимость.

В ГБОУ ЦО № 1637 используются следующие варианты уроков с ИКТ-поддержкой:

1. Урок с мультимедийной поддержкой (урок демонстрационного типа) в классе используется один компьютер для учителя в качестве «электронной доски».

Это хорошо известный способ применения компьютера в качестве демонстрационного устройства. С этой целью в школе, кроме компьютерных классов, в каждом кабинете имеется один мобильный компьютер с мультимедийным проектором, позволяющий оперативно организовать урок с компьютерной поддержкой по любому предмету в любое время. Уроки такого типа просто незаменимы при изучении литературы, истории, географии, биологии, в начальной школе и др.

2. Урок с компьютерной поддержкой (в классе несколько компьютеров, за которыми учащиеся работают группами или по очереди).

На таких уроках даются задания, выполняя которые учащиеся работают с учебной программой, которая наряду с научно-познавательным текстом, рисунками включает задания для практической работы, тренировочные и контрольные упражнения. Таким образом, проводят индивидуальный и полный анализ уровня знаний учащихся и дают им объективную оценку, а также выявляют слабые места в усвоении знаний учащимися.

На уроках с компьютерной поддержкой проводятся тестирования в системе СтатГрад. Высокая эффективность контролирующих программ определяется тем, что они укрепляют обратную связь в системе учитель-ученик. Тестовые программы позволяют быстро оценивать результат работы, точно определить темы, в которых имеются пробелы в знаниях. В данной системе проводятся все тренировочные и диагностические работы по подготовке к ГИА и ЕГЭ.

3. Урок, интегрированный с информатикой.

Задачи такого урока – отрабатывать учебный материал, используя ИКТ, расширять знания учащихся по изучаемым темам. Этот вариант урока с использованием информационных технологий осуществляет межпредметные связи.

Интегрированные уроки проводятся в компьютерном классе, где у учащихся организован доступ к компьютерам. Используя возможности стандартных программ, они могут проводить целый ряд расчетных операций, позволяющих сделать количественный анализ какого-либо процесса. На таких уроках моделируют некоторый процесс и, производя необходимые расчеты, делают выводы. Такой урок проводится учителем-предметником и учителем информатики совместно. Учитель-предметник ставит задачу, вместе с учащимся анализирует промежуточные и итоговые результаты, делает выводы. Учитель информатики помогает учащимся построить математическую модель процесса и выполнить все необходимые расчеты по этой модели.

Интерактивность открывает перед учащимися огромные познавательные возможности, делая их не только наблюдателями, но и активными участниками проводимых экспериментов. При этом у школьников формируются навыки, которые пригодятся им и для реальных исследований - выбор условий экспериментов, установка параметров опытов и т.д. Все это стимулирует развитие творческого мышления учащихся, повышает их интерес к предмету.

Некоторые модели позволяют одновременно с ходом экспериментов наблюдать построение соответствующих графических зависимостей, что повышает их наглядность. Подобные модели представляют особую ценность, так как учащиеся обычно испытывают значительные трудности при построении и чтении графиков.

4. Традиционный урок с использованием Интернет-ресурсов

На таком уроке используются в качестве учебно-методического сопровождения изучаемого курса как различные электронные издания на CD-, DVD-носителях (учебники, учебные пособия, хрестоматии, задачки, словари, справочники, тесты, символьные объекты, статические и динамические модели и т.д.), так и образовательные Интернет - ресурсы. Эти материалы постоянно используют учителя на разных этапах проведения урока.

Внеурочная работа - составная часть учебно-воспитательного процесса школы, одна из основных форм организации свободного времени учащихся в ЦО № 1637.

Внеурочная работа ориентирована на создание условий для неформального общения школьников одного класса или учебной параллели, имеет выраженную воспитательную и социально-педагогическую направленность (дискуссионные клубы, вечера встреч с интересными людьми, экскурсии, посещение театров и музеев с последующим обсуждением, социально значимая деятельность, трудовые акции). Внеурочная работа - это хорошая возможность для организации межличностных отношений в классе, между школьниками и классным руководителем с целью создания ученического коллектива и органов ученического самоуправления. В процессе многоплановой внеурочной работы обеспечивается развитие общекультурных интересов школьников, решаются задачи нравственного воспитания.

Мероприятия с использованием ИКТ, проводимые во внеурочной деятельности Центра образования № 1637:

1. Разработка проектных работ учащимися.

Одной из активных форм педагогических технологий, которые развивают высокую мотивацию к учебно-познавательной деятельности, являются проектные технологии, предусматривающие использование ИКТ для участия в метапредметных конференциях, «Ломоносовских чтениях», в окружном конкурсе «Хрустальная капля».

2. Участие в викторинах, фестивалях, конкурсах, в том числе во Всероссийской олимпиаде школьников.

3. Оформление рефератов, проектов, презентаций.

4. Работа по созданию и наполнению сайта школы, ученических объединений и др. (созданы сайты 1-4 классов).

5. Проведение тематических собраний с применением ИКТ (родительские собрания, занятия с психологом).

6. Проведение дней открытых дверей с применением ИКТ в начальной и основной школе.

7. Создание портфолио класса, учащегося, учителя, администратора.

8. Проведение традиционных мероприятий ОУ с использованием ИКТ – Городско фестиваль «Реклама - Мы», городские педагогические чтения, заседания Школьного научного общества «Ноосфера», интеллектуальный марафон – «Эрудицион», окружной конкурс «Ученик года» и другие.

Итак, можно сказать, что привнесение инновационной составляющей в стратегию образовательного учреждения, а именно развитие информационных и коммуникационных технологий, играет одну из ключевых ролей в современной ситуации всеобщей глобализации. Она пронизывает все аспекты деятельности администрации школы, преподавателей, создавая условия для усовершенствования обучения школьников и управления учебным процессом. С помощью ИКТ преподаватели управляют не только учебным процессом, но и своим профессиональным развитием, а также помогают учащимся оценивать результаты своей работы.

Литература

1. Федеральный закон от 10 июля 1992 г. N 3266-1 "Об образовании"
2. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 152-ФЗ "О персональных данных"
3. Федеральная целевая программа развития образования на 2006 - 2010 годы (распоряжение Правительства Российской Федерации от 3 сентября 2005 г. № 1340-р)
4. Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа»
http://www.educom.ru/ru/nasha_novaya_shkola/school.php
5. Материалы сайта ГБОУ Цо № 1637 <http://www.school637.ru>

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ КУРСА ИНФОРМАТИКИ

Можаева М.Г.

Череповец, Череповецкий государственный университет

Статья посвящена вопросам организации самостоятельной работы при подготовке бакалавров. Предложены пути решения с использованием элементов дистанционных образовательных технологий.

The organization of bachelors independent work with use of remote educational technologies on the example of the course of computer science. Mozhayeva M.G.

This article is dedicated to the problems of independent work organization by preparation of bachelors. Solutions with use of elements of remote educational technologies are offered.

Начавшаяся модернизация российского образования предполагает решение ряда задач, в том числе и создание многоуровневой системы высшего образования. На подготовительном этапе рядом авторов были проведены исследования по теоретико-методологическому обоснованию бакалавриата как компонента системы непрерывного образования и уровня образования, обеспечивающего соответствующую профессиональную подготовку.

Однако методика обучения будущих бакалавров отдельным дисциплинам, в частности, информатике, разработана недостаточно. Образовательная программа бакалавриата часто просто приобретает вид сокращенной по срокам обучения образовательной программы подготовки дипломированного специалиста с использованием тех же методов и форм обучения. В ряде случаев это оправданно, так как многие дисциплины, ранее входившие в образовательные программы специалистов, а ныне включенные в программу обучения бакалавров, хорошо методически обеспечены и при незначительном изменении учебного времени, отводимого на дисциплину, легко адаптируются для подготовки бакалавров. Но не всегда этот процесс проходит безболезненно.

Во-первых, подготовка бакалавров основана на компетентностном подходе, а потому может требовать пересмотра методической системы подготовки по отдельным дисциплинам и внесения в них существенных изменений с целью изменить направленность учебного курса с модели формирования знаний, умений и навыков на формирование компетенций.

Во-вторых, в ряде случаев меняются условия подготовки, в частности происходит сокращение учебного аудиторного времени, отводимого на изучение дисциплин по сравнению с аналогичными учебными курсами при подготовке специалистов.

Дефицит аудиторного времени должен компенсироваться часами самостоятельной работы будущих бакалавров, объём которой существенно увеличился с переходом на двухуровневую систему высшего профессионального образования. Однако для эффективного использования этого ресурса необходимо организовать самостоятельную работу студентов, предусмотрев как систему заданий, так и систему контроля. Иными словами, разработать методическое обеспечение данного процесса.

Наиболее значимые аспекты организации самостоятельной работы студентов рассматривались в работах, посвященных теоретико-методологическим основам ее организации [2, 5, 6, 8, 10]; возможностям внедрения информационных технологий для оптимизации распределения учебного аудиторного и внеаудиторного времени [1, 7, 11]; методическим аспектам формирования профессиональных компетенций при обучении различным дисциплинам [3, 4, 9].

Анализ сложившейся в вузах практики обучения бакалавров и изучение результатов исследований указанных авторов позволил выявить ряд противоречий:

- между требованиями к системе подготовки бакалавров и реальным уровнем разработанности и реализации его компонентов;
- между необходимостью методически обеспечить самостоятельную работу студентов по информатике и недостаточной исследованностью этого вопроса;
- между потенциалом дистанционных образовательных технологий и недостаточной разработанностью системы их использования для обеспечения повышения уровня компетенций бакалавров в ходе их самостоятельной работы при обучении информатике.

Разработка системы организации самостоятельной работы бакалавров по курсу информатики с использованием элементов дистанционных образовательных технологий может снизить остроту этих проблем.

Во-первых, структура, содержание, организационные формы и методы обучения для организации самостоятельной работы в данном случае будут выбираться исходя из особенностей подготовки именно бакалавров, а значит, в результате будет повышен уровень разработанности системы подготовки бакалавров.

Во-вторых, появятся методические материалы, необходимые для обеспечения самостоятельной работы по информатике будущих бакалавров.

В-третьих, использование элементов дистанционных образовательных технологий позволит решить вопросы организации индивидуальной траектории обучения, а также контроля выполнения заданий, вынесенных на самостоятельную работу, что может способствовать успешному формированию у обучающихся компетенций в области информационных технологий, а значит, учитывая широкое применение компьютерной техники во всех сферах деятельности, повысит уровень профессиональной подготовки бакалавров в целом.

Для создания системы самостоятельной работы с использованием некоторых средств дистанционных образовательных технологий необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ наиболее значимых аспектов организации самостоятельной работы, а также технологических решений по созданию и использованию информационных ресурсов, обеспечивающих поддержку внеаудиторных занятий студентов по информатике.
2. Определить требования к системе организации самостоятельной работы при подготовке бакалавров и технических средств ее обеспечения.
3. Разработать структуру, содержание, организационные формы и методы обучения для организации самостоятельной работы бакалавров по курсу информатики с использованием элементов дистанционных образовательных технологий.
4. Выявить методические аспекты использования созданной системы самостоятельной работы.

Таким образом, вопрос организации самостоятельной работы при подготовке бакалавров является одним из ключевых при переходе на двухуровневую систему обучения; использование элементов дистанционных образовательных технологий позволит решить некоторые проблемы обеспечения качества подготовки бакалавров, связанных с необходимостью индивидуализации обучения и контроля самостоятельной работы без существенного увеличения нагрузки на преподавателей.

Литература

1. Азимов Э.Г. Методика применения компьютерных технологий в обучении русскому языку как иностранному: методическое пособие к дистанционному курсу повышения квалификации преподавателей русского языка как иностранного. М.: 2004.
2. Белкин Е.Л., Давыдов В.В. Сущность понятия «самостоятельная работа» в дидактике // Межвуз. сб. науч. тр. «Методы совершенствования учебно-воспитательного процесса в вузе». Волгоград, 1989.
3. Болотов В.А., Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе // Педагогика. № 10. 2003.
4. Бордюгова Т.Н. Методика формирования компетенций в области программирования у будущих бакалавров по направлению «Педагогическое образование» на основе реализации индивидуальной траектории обучения // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. Ростов-н/Д. 2011. № 11.
5. Гарунов М.Г. Самостоятельная работа студентов. М.: Знание, 1998.
6. Дрон О.П. Организация самостоятельной работы студентов в процессе изучения дисциплин менеджмента в вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. СПб.: 2008.
7. Евдокимова М.Г. Система обучения иностранным языкам на основе информационно-коммуникационных технологий: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. М.: 2007.
8. Захарова Е.В. Организация самостоятельной работы студентов с использованием информационно-коммуникационных технологий: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Якутск, 2008.
9. Зимняя И.А. Ключевые компетенции — новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. 2003. № 5.
10. Калугина Н.Л. Формирование исследовательских умений студентов университета в процессе самостоятельной работы: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Магнитогорск, 2005.
11. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.Ю., Петров А.Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. М.: Академия, 2001.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ЛИЧНОСТИ

Мухаметзянов И.Ш.

Москва, ФГНУ «Институт информатизации образования» РАО

В публикации рассматриваются вопросы формирования виртуальной образовательной среды личности в рамках обучения в течение всей жизни

Educational environment of the personality. Mukhametzyanov I. Sh.

The publication deals with the formation of a virtual learning environment in the individual learning throughout life.

Особенностью современного периода информатизации всех сторон жизни современного общества, в том числе и системы образования, состоит в том, что учащийся и преподаватель ведут образовательную деятельность в нескольких образовательных средах, включающих в себя, минимально, образовательную среду учебного заведения и образовательную среду места проживания. Эти среды взаимосвязаны, взаимоопосредованы, но только их сочетание обуславливает формирование образовательной среды личности. Содержание данной среды обуславливается личными образовательными, культурными и иными потребностями и возможностями и интегрирует в себе не только образовательные среды, но и среды воспитания, социализации, профессионализации и т.д. и ориентируется на личностное развитие учащегося. Само личностное развитие в рамках ценностно-смысловой парадигмы строится с учетом приспособительной вариативности индивидуального адаптационного потенциала, на основе использования комплекса социально-психологических, психологических и психофизиологических параметров, позволяющих оценить взаимосвязанные и параллельные процессы адаптации, социализации и самоактуализации обучаемого.

Интеграция дополнительных сред позволяет вести личностно ориентированное обучение и воспитание, т.е. быть «лично-ориентированной». В условиях данной среды учащийся, как субъект учебно-профессиональной деятельности [5], сам выбирает и осваивает часть культурной (образовательной) среды, которая необходима ему для достижения определенных целей. Определяющим в условиях такой среды является становление механизмов свободного и ответственного выбора, обеспечивающих выработку субъектом индивидуальной образовательной траектории, адекватной его профессиональным и жизненным целям.

Еще более возрастет влияние средств информационных и коммуникационных технологий на образовательный процесс, привнесение в образовательную среду личности элементов виртуализации. Виртуальная образовательная среда личности представляет собой совокупность условий, обеспечивающих осуществление деятельности пользователя с информационным ресурсом (в том числе распределенным информационным ресурсом), с помощью интерактивных средств информационных и коммуникационных технологий и взаимодействующих с ним как с субъектом информационного общения и личностью.

Отличительной особенностью элементов виртуализации образования является образовательная деятельность учащегося в режиме реального времени. Примечательно и то, что на одном аппаратно-программном обеспечении возможна реализация нескольких разнообразных виртуальных миров, в которых сам учащийся может не только изучать, что было сделано в конкретной прикладной области до него, моделировать не только реальные объекты и взаимосвязи между ними, но объединять реальной связью объекты, не существующие в материальном мире. Особая эффективность виртуальной реальности обусловлена одновременным воздействием на все органы чувств и формирует образное мышление. Учащийся получает возможность не только прочесть о каких-либо событиях, фактах, действиях, но и погрузиться в них, стать их участником. Исследования последних лет позволяют значительно снизить стоимость виртуализации, обеспечивая передачу тактильных ощущений посредством информационных и коммуникационных технологий. Для учащихся с ограниченными возможностями виртуализация позволяет использовать образный подход в преподавании и использовать методику погружения учащегося в учебную информацию. Критерии выбора того или иного содержания образовательной среды могут иметь как объективный, так и субъективный характер, который определяется особенностями учащегося, уровнем его культуры, здоровья и т.п. Субъективные критерии, вырабатываемые в процессе интерактивного взаимодействия учащегося со средством обучения, обучающим и иными элементами образовательной среды. Наличие такого взаимодействия позволяет обеспечить учащемуся образованию, ориентированное на создание предпосылок формирования способности к самостоятельному и ответственному выбору на основе личностного самоопределения.

Современная модель виртуальной образовательной среды личности представляет собой комбинацию разнородных элементов знаний, сгруппированных в смысловые группы. Часть элементов выполняет наглядную функцию, но все вместе они формируют семантически связанную систему, дающую представление о сущности и характере рассматриваемой образовательной проблемы. Как и любая другая открытая (открытая, нелинейная, многовариантная, саморазвивающаяся, самоорганизующаяся) система виртуальной образовательной среды личности изучается на основе синергетического подхода.

Одним из базовых требований современного общества к личности является наличие информационной компетентности, умения взаимодействовать с источниками информации, формировать и передавать информацию. При рассмотрении виртуальной образовательной среды личности с позиций компетентностного подхода, когда информационная культура выступает в роли базовой (ключевой, универсальной, переносимой) компетенции, которая в сочетании с универсальными, надпредметными способами практической деятельности составляет основу современного образования и профессиональной деятельности.

Интеграция в информационную образовательную среду элементов интерактивности позволяет обеспечить в процессе обучения обратную связь. Интерактивное информационное взаимодействие участников педагогического процесса, основано на методах интерактивного обучения (групповые дискуссии, работа с интерактивным учебным материалом, on-line консультации, электронная почта и т.д.); на технологиях интерактивного контроля знаний (телеконференции, on-line тесты, групповые проекты, индивидуальный файл с заданием, индивидуальные или групповые консультации); на принципе индивидуализации обучения; на организации обратной связи с учащимися в ходе обучения. В процессе обучения широко используются методы визуализации информации средствами мультимедиа. Кроме того, интерактивное информационное взаимодействие относится к тем видам обучения, которые базируются на доминанте роли обучающегося в процессе образования.

Модель виртуальной образовательной среды личности создается на основе следующих подходов и принципов. Образовательная среда ориентирована на формирование и усвоение личностного самоопределения обучаемых. Среда включает в себя условия получения образования, инфраструктура образования и жизнедеятельности, гигиенические условия и т.д. Иными элементами среды являются те, что связаны с личностью учащегося, а именно ценностные ориентации, гуманистические взаимоотношения, психологический климат. Ключевым элементом организации и деятельности в рамках такой среды является обучающий, эффективность деятельности которого определяется наличием и уровнем объема знаний по структуре и содержанию среды и предметной области (когнитивный аспект); способностью менять образовательный процесс в изменяющихся внешних условиях (деятельностный аспект); обладающий свойствами и качеством личности, позволяющими ему быть обучающим (личностный аспект).

Литература

1. Бондырева С.К. Психолого-педагогические проблемы интегрирования образовательного пространства: избранные труды. М.: Изд-во МПСИ; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2003. 352 с.
2. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). М.: ИИО РАО, 2008. 274 с.
4. Роберт И.В., Лавина Т.А. Толковый словарь терминов и понятий аппарата информатизации образования. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 69 с.
5. Шендрик И.Г. Образовательное пространство субъекта учебно-профессиональной деятельности: методология, теория, практика проектирования: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Екатеринбург, 2011. 51 с.
6. Ясвин В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию. М.: Смысл, 2001. 368 с.

ВЕБИНАР КАК ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

Романенкова Д.Ф.
Челябинск, ЧелГУ

Статья посвящена исследованию вебинара как формы организации учебной деятельности в дистанционном обучении. Описаны понятие и сущность вебинара, его основные функции и особенности проведения. Дана характеристика и возможности системы Adobe Acrobat Connect Pro.

Webinar as a form of organization of learning activities in distance education. Romanenkova D.

The article is devoted to study of webinar as a form of organization learning activities in distance education. The concept and essence of webinar, main functions and features are characterized. The characteristics and capabilities of Adobe Acrobat Connect Pro are described.

В настоящее время дистанционные образовательные технологии заняли прочное положение в российской системе образования. Однако если на начальных этапах развития дистанционного обучения основное внимание уделялось внедрению асинхронных технологий, направленных на индивидуальное обучение, то сейчас активно развиваются и внедряются технологии синхронного обучения, on-line технологии, ориентированные на взаимодействие и сотрудничество преподавателя и обучающихся. Одной из таких форм организации учебной деятельности являются вебинары.

Определим понятие «вебинар». В переводе с английского языка «webinar» (web-based seminar) – семинар, организованный при помощи web-технологий. То есть в широком смысле под вебинаром понимается мероприятие по передаче знаний в сети Интернет, организованное с помощью программного обеспечения. Вебинар открывается в окне интернет-браузера и, как правило, не требует загрузки и установки какого-либо дополнительного программного обеспечения.

Программное обеспечение для проведения вебинаров позволяет передавать голос и видеоизображения преподавателя и участников, демонстрировать документы в наиболее распространенных форматах, общаться в чате, демонстрировать видеоролики, рисовать графические объекты и текст на белой доске, осуществлять перехват экрана компьютера, демонстрацию рабочего стола, совместно использовать приложения, размещать файлы для обмена, проводить опрос участников.

Применение вебинаров в дистанционном образовательном процессе очень широко: они могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы. Вебинару присущ главный признак семинара – интерактивность.

Вебинары появились не так давно, но их использование настолько интенсивно, что уже накоплено большое количество инструментов и средств, которые могут быть использованы при проведении дистанционного обучения с использованием интерактивных on-line технологий.

В ходе вебинара участники видят преподавателя и материалы презентации, слышат выступление, могут задавать вопросы и получать на них ответы. За счет этих возможностей достигается эффект присутствия и полноценное взаимодействие между участниками вебинара. И все это – в режиме реального времени.

С помощью чата можно быстро получить от всех слушателей ответы на вопросы. Если же сценарий вебинара предполагает развернутый ответ, то тогда преподаватель передает участнику микрофон. Эффективным средством обратной связи при проведении вебинара являются голосования и опросы, позволяющие в реальном времени собрать информацию от слушателей по тому или иному вопросу.

Технологической основой вебинаров является программное обеспечение, устанавливаемое на собственный сервер организатора вебинаров или площадка для проведения вебинаров. Сервер должен быть достаточно мощным и иметь широкий канал доступа в интернет. Площадки вебинаров функционируют на основе программных оболочек для создания мультимедийных онлайн-сервисов; они могут быть бесплатными или платными. Среди площадок вебинаров можно выделить: Russian Webinar, GoToMeeting, DimDim, OpenMeetings, Webinar.ru, виртуальный класс WebSoft и др. Программное обеспечение: Adobe Acrobat Connect Pro, WebEx, Mikogo и др. Они отличаются друг от друга функциональными возможностями, требованием к оборудованию и каналам связи, максимальным количеством участников, стоимостью покупки или использования.

Челябинский государственный университет для организации учебной деятельности в дистанционном обучении использует систему Adobe Acrobat Connect Pro. Она обладает следующими основными возможностями:

- трансляция вебинара (презентации PowerPoint, звук, видео, «рабочий стол» докладчика);
- связь как между докладчиками и слушателями (чат, либо вопросы голосом через микрофон), так и между самими слушателями (включая приватный чат);

- проведение опросов;
- управление рабочей областью: разделение окон, загрузка приложений;
- быстрый обмен документами и материалами любого формата;
- управление доступом к рабочему столу и приложениями участников;
- запись вебинара для участников, которые его пропустили или хотят посмотреть еще раз.

Собрание Adobe Acrobat Connect Pro – это конференция в режиме реального времени для одновременного участия нескольких пользователей. Комната для проведения собрания включает в себя различные панели (модули) и компоненты. Нами обычно используется следующий набор модулей: презентация с наложением белой доски, видеокамера и голос преподавателя, список посетителей, чат. Преподаватель ведет вебинар «у доски», используя заготовки слайдов с ключевыми моментами изучаемого материала и записями и объяснениями. Применение специальных технических средств, таких как интерактивная доска и планшеты, вебкамеры и микрофоны, позволяют максимально эффективно проводить on-line занятие. Преподаватель по ходу вебинара может спросить кого-либо из участников устно или передать его на время управление презентацией.

Практика показывает, что вебинар довольно сложное с организационной точки зрения мероприятие, его проведение требует хорошей подготовки. Преподавателю обязательно нужно иметь несколько сценариев проведения вебинара с тем, чтобы при возникновении непредвиденных ситуаций оперативно среагировать на них и продолжить обучение. Наиболее часто возникающие проблемы – это технические неполадки, неподготовленность слушателей, потеря контакта со слушателями. Существует сложность контроля поведения участника вебинара, поскольку отсутствует непосредственный визуальный контакт между преподавателем и слушателями.

Несомненно, что использование вебинаров будет постоянно расширяться. Однако необходимо отметить, что целесообразно использовать вебинары совместно с другими технологиями дистанционного обучения, в первую очередь с дистанционными курсами. Совместное использование вебинаров с другими средствами дистанционного обучения позволит значительно повысить эффективность и качество дистанционного обучения.

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ РАЗВИТИЯ ППС ВУЗа

Шайторова И.А., Бушмелева К.И., *Увайсов С.У.
*Сургут, СурГУ; *Москва, МИЭМ НИУ ИШЭ*

Предложена модель индивидуальной траектории подготовки и развития профессорско-преподавательского состава ВУЗа, а также рассматриваются пути эффективного управления данной траекторией.

Individual development trajectory faculty university. Shaytorova I. A., Bushmeleva K. I., Uvaysov S. U.

A model of an individual trajectory of training and development of the faculty of the university, and also addresses the effective management of this trajectory.

Российское высшее образование на мировом рынке образовательных услуг имеет невысокий уровень конкурентоспособности, что можно объяснить как различными причинами самого образовательного процесса, так и условиями жизни в обществе. Процесс изменения условий жизни в обществе напрямую зависит от государственного управления страной, но проблема подготовки преподавателей вузов может быть решена в рамках отрасли образования или отдельного образовательного учреждения. Система образования именно на уровне отдельного образовательного учреждения может отреагировать как система снижения качества образования, рост доли слабых преподавателей, снижение конкурентоспособности.

Огромный интерес сегодня представляет отбор на должности преподавателей вузов действительно лучших претендентов, а также создание условий соревнования, которые бы мотивировали преподавателей постоянно повышать свой профессиональный уровень. Деятельность преподавателя вуза многогранна, она охватывает учебную, учебно-методическую, научно-исследовательскую, организационно-методическую и воспитательную работу.

Поэтому, говоря об индивидуальной траектории развития профессорско-преподавательского состава вуза необходимо ориентироваться на самоконтроль и саморегулирование деятельности преподавателя. При отборе кандидатов на должности ППС вуза должны существовать четко определенные границы для замещения должности, также должна быть конкурентная среда на должность.

Перечень должностей, относящихся к числу научно-педагогических работников в вузах, приведен в п. 1 ст. 20 Федерального закона от 22.08.96 № 125-ФЗ. Это должности профессорско-преподавательского состава (профессор, доцент, старший преподаватель, преподаватель и ассистент) и должности научных работников.

Все кандидаты, претендующие на замещение любых должностей ППС в университете, должны соответствовать квалификационным требованиям к должностям работников высших и приравненных к ним учебных заведений Российской Федерации, установленным постановлением Комитета по высшей школе Миннауки России от 14.11.1992 № 108.

Минимальные квалификационные требования к претендентам на должность ППС представлены в таблице 1.

Таблица 1

Минимальные квалификационные требования на должность к ППС ВУЗа

Ассистент	Преподаватель	Старший преподаватель	Доцент	Профессор
Наличие высшего образования без предъявления требований к стажу работы. Приоритет в конкурсном отборе имеют претенденты, имеющие ученую степень кандидата наук. Проведение практических/ лабораторных занятий со студентами, разработка методического пособия (хотя бы раз в год, одному или в соавторстве – не менее 4 публикаций за 5 лет). Не менее 2 курсов повышения квалификации за 5 лет, из них не менее 1 с получением документа государственного образца	Наличие высшего образования без предъявления требований к стажу работы. Приоритет в конкурсном отборе имеют претенденты, имеющие ученую степень кандидата наук. Проведение практических/ лабораторных занятий со студентами, разработка методического пособия (хотя бы раз в год, одному или в соавторстве – не менее 5 публикаций за 5 лет). Не менее 2 курсов повышения квалификации за 5 лет, из них не менее 1 с получением документа государственного образца	Наличие высшего образования и стажа научно-педагогической работы не менее 3-х лет и не менее 1 года (для кандидата наук). Приоритет в конкурсном отборе имеют претенденты, имеющие ученую степень кандидата наук. Проведение практических/ лабораторных занятий со студентами, разработка методического пособия (хотя бы раз в год, одному или в соавторстве) Не менее 5 публикаций за 5 лет., одной из которых является учебно-методическое пособие объемом не менее 3 п.л.	Ученая степень кандидата науки/ или ученого звания доцента (стаж научно-педагогической работы в высшем учебном заведении не менее 3 лет). В порядке исключения могут участвовать высококвалифицированные специалисты, в том числе не имеющие ученой степени и ученого звания, но обладающие опытом и стажем научно-педагогической или практической деятельности не менее 5 лет. Чтение лекций и проведение практических/лабораторных занятий + научные статьи (не менее 5 публикаций за 5 лет) + разработка методических пособий (2-3 за пять лет). Не менее 2 курсов повышения квалификации за 5 лет, из них не менее 1 с получением документа государственного образца	Ученая степень доктора наук и/или ученое звание профессора. Стаж научно-педагогической работы в вузе не менее 5 лет. В порядке исключения могут участвовать высококвалифицированные специалисты, в том числе не имеющие ученой степени и ученого звания, но обладающие опытом и стажем научно-педагогической или практической деятельности не менее 10 лет Для кандидатов наук стаж научно-педагогической деятельности не менее 13 лет, из них не менее 8 лет педагогического стажа, чтение лекций, научные статьи (10 за 5 лет), разработка методических пособий (2-3 за пять лет), успешное (в смысле защиты) руководство двумя аспирантскими работами. Не менее 10 публикации за 5 лет, одна из которых является учебно-методическим пособием объемом не менее 5 п.л. Не менее 2 курсов повышения квалификации за 5 лет, из них не менее 1 с получением документа государственного образца

На рис. 1 предлагается модель индивидуальной траектории развития ППС вуза, в которой видны возможные пути развития кадров в вузе. Например, должность ассистента могут занять: высококвалифицированные специалисты, выпускники вузов, ассистенты, преподаватели и старшие преподаватели. Модель позволяет выбрать каждому преподавателю вуза свою траекторию развития, в частности можно привести несколько примеров индивидуальной траектории развития преподавателя, от ассистента до профессора.

1. Ассистент – преподаватель – (стаж работы 3 года) - старший преподаватель - (ученая степень кандидата наук и/или ученое звание доцента или стаж работы 5 лет) – доцент – (ученая степень доктора наук и/или ученое звание профессора или стаж работы 13 лет) – профессор.

2. Ассистент – (стаж работы 3 года) - старший преподаватель – (стаж работы 5 лет) – доцент – (высококвалифицированные специалисты, в том числе не имеющие ученой степени и ученого звания, но обладающие опытом и стажем научно-педагогической или практической деятельности не менее 10 лет) – профессор.

3. Ассистент – (стаж работы 3 года) - старший преподаватель - (ученая степень кандидата наук и/или ученое звание доцента) – доцент – (ученая степень доктора наук и/или ученое звание профессора) – профессор.

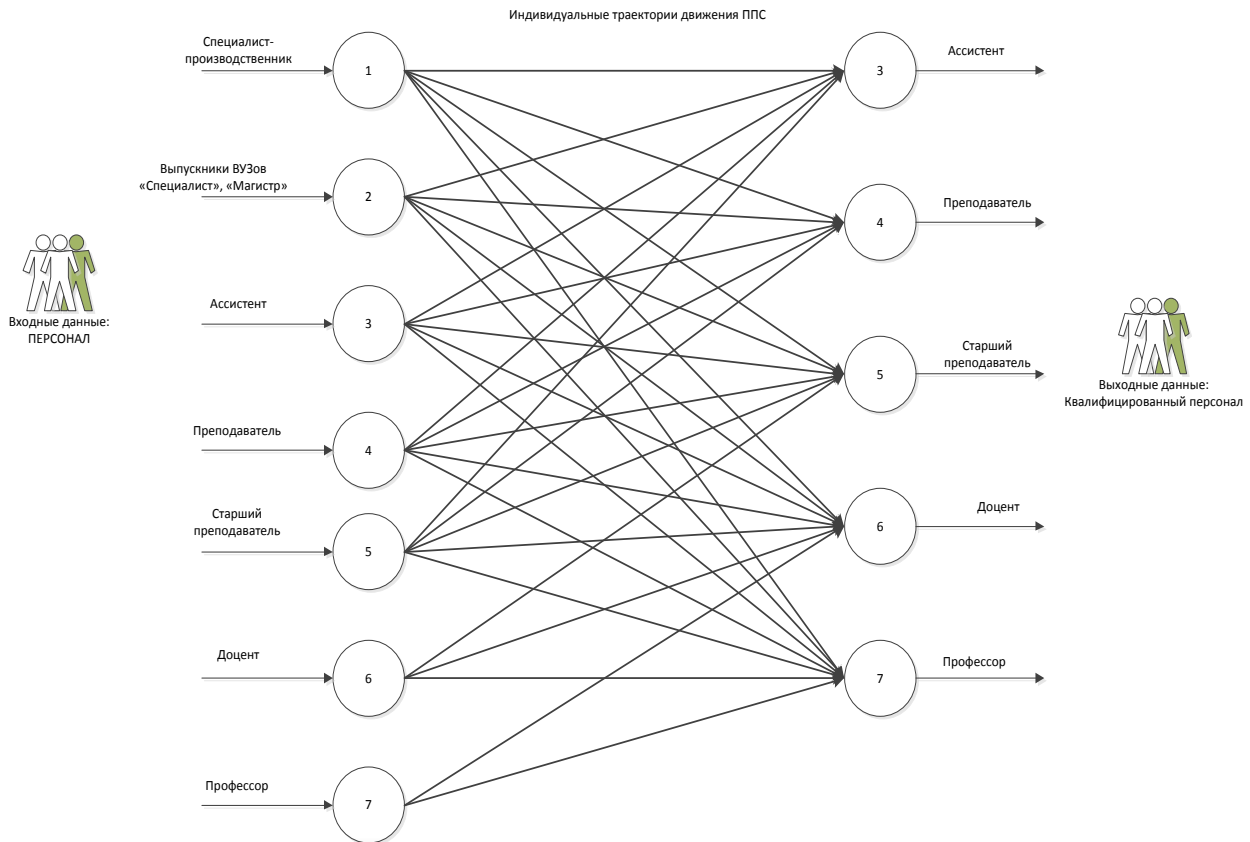


Рис. 1. Модель индивидуальной траектории развития ППС ВУЗа

В процессе перехода на очередную должность в выбранной траектории развития, преподаватель проходит все стадии эффективного управления вузом рис. 2, от отбора и найма преподавателя на соответствующую должность, до квалифицированного работника, преданного организации и удовлетворенного трудом. Результат эффективного управления процессом развития ППС – это высокая производительность и качество труда, низкая текучесть кадров, что немаловажно для качественной подготовки бакалавров, специалистов, магистров.

Для определения высокой производительности и качества труда вводим модель расчета рейтинга преподавателей по максимально возможному результату. Приведем алгоритм расчета:

- определение максимального количества баллов по каждому виду деятельности. По каждому виду деятельности находим максимальное количество баллов, затем все баллы сложим, которые были присвоены каждому критерию по отдельно взятому параметру каждого вида деятельности;

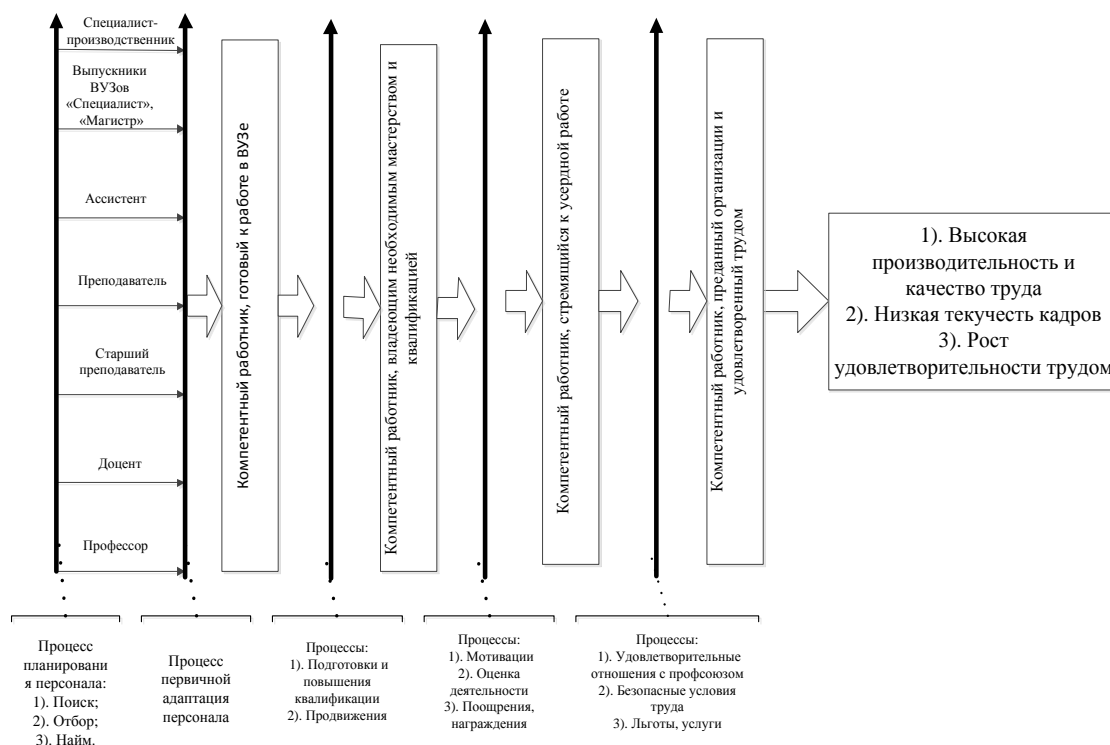


Рис. 2. Эффективное управление ППС ВУЗа

- расчет рейтинга с учетом введения весовых коэффициентов. Полученные результаты по каждому виду деятельности умножим на коэффициент, который назначается экспертами;
- расчет диапазонов для зон отклонения по видам деятельности. Высчитаем диапазон для зон отклонения по каждому виду деятельности ППС. Например: высокий >51%, выше среднего 41-50%, средний 31-40%, ниже среднего 11-30%, низкий 0-10%. За 100% принимается суммарный рейтинг по каждому виду деятельности;
- соотнесение полученных данных с зоной отклонения. Необходимо взять за основу результат предыдущего шага и распределить полученные результаты по зонам отклонения.

Изучение результатов индивидуального рейтинга преподавателей связано с оценкой качества его деятельности с позиции занимаемой должности (статуса), продуктивности, перспективности и соотнесение индивидуального результата со средним рейтингом преподавателей соответствующей должностной категории.

Для выявления характера связей различных компонентов рейтинга используется корреляционный анализ. В каждой группе для анализа выбираются показатели, имеющие наибольшее количество связей с показателями продуктивности во всех видах деятельности преподавателя. В каждой группе достоверными считаются связи с коэффициентом корреляции $r \geq 0,11$.

Подводя итоги можно отметить, что для будущего преподавателя, впервые пришедшего на работу в вуз (высококвалифицированные специалисты, без ученой степени и без ученого звания, выпускник вуза – «Специалист», «Магистр») будет «прозрачна» индивидуальная траектория развития в вузе, то и проблема текучести кадров успешно будет решена. Также на каждом этапе эффективного управления в вузе, преподаватель сможет увидеть время прохождения первичной и вторичной адаптации, повышения квалификации, что естественно скажется на высокой производительности и качестве труда преподавателя.

МОДЕЛЬ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

Титова О.В.
Волгоград, ВолгГТУ

Определены онтологическая модель физической задачи и методика построения индивидуальной траектории практико-ориентированного обучения. Представлены автоматизированное решение физической задачи и оценка уровня компетенций решения задач.

Model practice-focused training of natural-scientific discipline. Titova O.V.

The ontological model of physical task and method of construction of individual trajectory of the practice-focused training were defined. The automated decision of a physical task and estimation of a level competences decisions of tasks are presented.

С развитием IT-технологий усилился интерес к использованию компьютеров в предметной области. Однако, использование компьютера в обучении требует новых разработок, отвечающим направлениям инновационного социально-ориентированного развития Российской Федерации. В образовании приоритет отдается техническим и естественно-научным дисциплинам.

Таким образом, актуальной задачей является разработка новых моделей практико-ориентированного обучения естественно-научным дисциплинам, опирающихся на современные интеллектуальные системы и открывающие новые способы повышения эффективности обучения.

Анализ области исследования. Из анализа решений разного рода задач по различным дисциплинам можно отчетливо видеть, что различие их между собой состоит только в содержании и цели, а по структуре деятельности, нужной для решения, все они практически одинаковы. Все современные естественные науки, такие как астрономия, биология, физика, геология, география, химия, используют математический аппарат для описания рассматриваемых явлений. Естественные науки предполагают точное формульное определение закономерностей, описывающих рассматриваемые природные явления.

Применив структурный подход для анализа процесса решения физических задач, получена модель, отображающая структуру и функции системы решения задач, а также потоки информации, связывающих эти функции [2,6]. Одна из диаграмм модели процесса решения AS-IS в нотации IDEF0 представлена на рисунке 1.

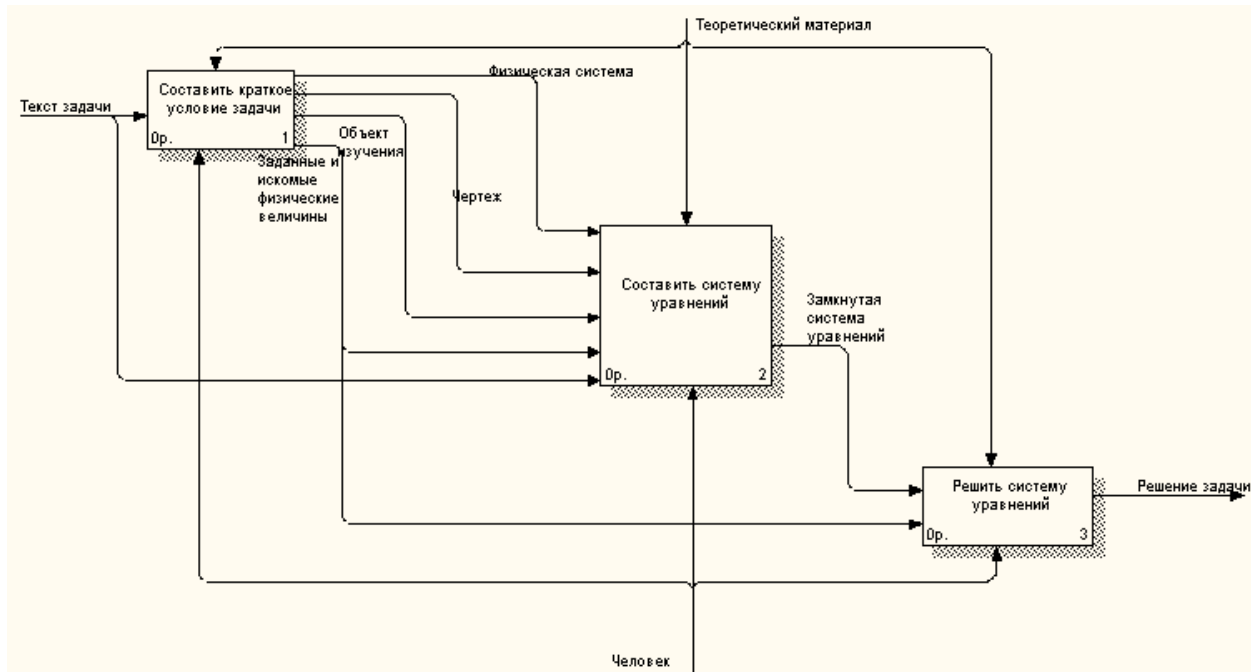


Рисунок 1. Диаграмма процесса решения задачи в нотации IDEF0

Анализ программного обеспечения. Современное программное обеспечение, способствующее решению физических задач, можно распределить на три основные группы:

1. математические пакеты («Mathematica», «Maple», «MathLab», «MathCad» и другие);
2. обучающие программы по физике («Курс физики XXI века», «Репетитор по физике Кирилла и Мефодия», «Открытая физика» и другие);
3. моделирующие среды («Interactive Physics», «Виртуальная физика», «VisSim» и другие);

Все программы имеет различное назначение, но все они служат для оказания помощи пользователю в решении задач. С точки зрения пользователя, желающего решить физическую задачу, общий недостаток программного обеспечения – анализ текста задачи, формализация условия и составление системы уравнений должны производиться пользователем вручную.

Выбор модели представления предметной области является важным аспектом реализации механизма поиска решения задач, так как в значительной степени определяет возможные варианты реализации процедур поиска.

Наибольшими возможностями среди моделей представления знаний – продукционные модели, семантические сети, фреймы, формальные логические модели, онтология – обладает онтология. Онтология является сравнительно новой моделью представления знаний, и представляет собой развитие идеи семантических сетей (языковое моделирование), реализует ряд черт, характерных для фреймовой модели

(структурное представление, иерархия классов) и представляет развитый аппарат логического описания элементов модели (логическое моделирование).

В результате сравнительного анализа моделей представления знаний выбрана онтология с описательной логикой и в качестве инструментария онтологии – свободно распространяемая программа Protégé.

Модели в практико-ориентированном обучении. Концептуальная схема гибридного моделирования практико-ориентированного обучения естественно-научным дисциплинам представлена на рисунке 2.

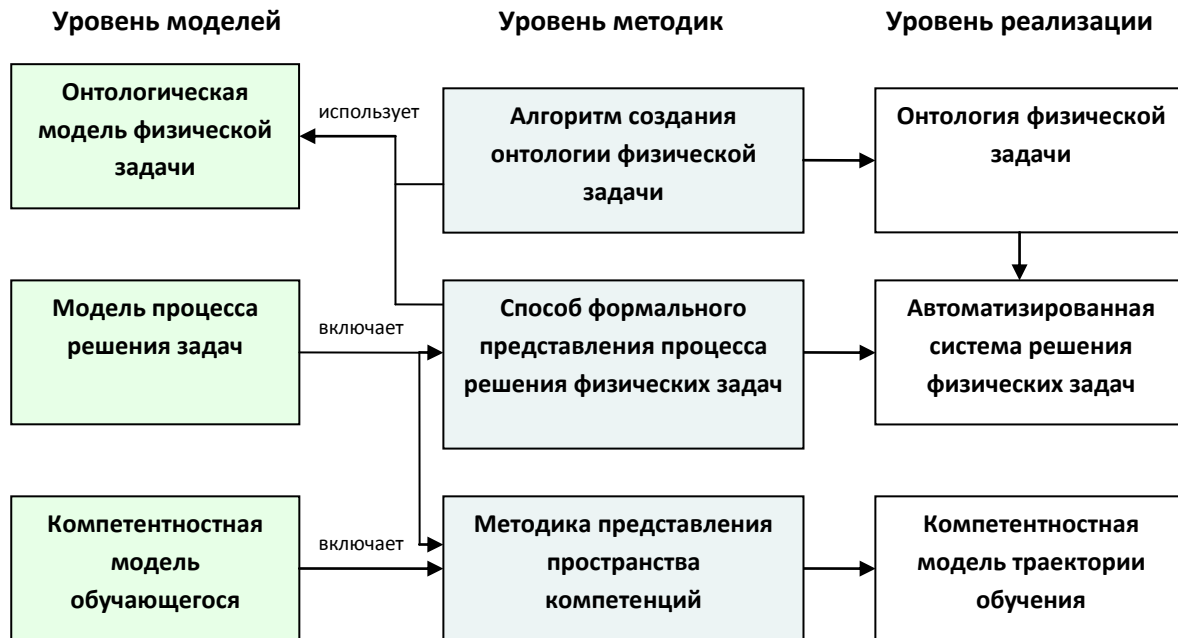


Рисунок 2. Концептуальная схема гибридного моделирования практико-ориентированного обучения естественно-научным дисциплинам

Схема включает три модели предметной области, методику представления пространства компетенции и способ формального представления процесса решения задач. Модели и методики служат для создания автоматизированной системы решения задач и построения компетентностной модели траектории обучения [1,7].

Онтологическая модель физической задачи. При проектировании модели физической задачи применяется объектный подход, связанный с декомпозицией объектов, при этом каждый объект рассматривается как экземпляр определенного класса. В любой физической задаче рассматривается какое-либо физическое явление или процесс. Поэтому объект изучения в задаче, физическое явление, физические величины являются ключевыми в поиске решения. Эти понятия определяются как классы. Классы (понятия) и связи между классами образуют концептуальную структуру физической задачи или онтологию [3,4].

Онтология физической задачи формально описывается кортежами типа

$$\langle C, I, L, P, A, F, G \rangle \quad (1)$$

где

- C — понятия (классы), I – экземпляры,
- L – словарь: $L^C \cup L^P \cup L^I \cup L^A$,
- P: $V \times V$ – отношения, где $V = C \cup I = \{v \mid v \in C \text{ или } v \in I\}$, $p \in P$, $p(v_i, v_j)$: v_i – домен (domain), v_j – диапазон (range).
- A: $V \times L^A$ – атрибуты,
- F: $L^C \rightarrow C$, $G: L^P \rightarrow P$.

Семантическая модель ключевых понятий физической задачи представлена в виде графа на рисунке 3.

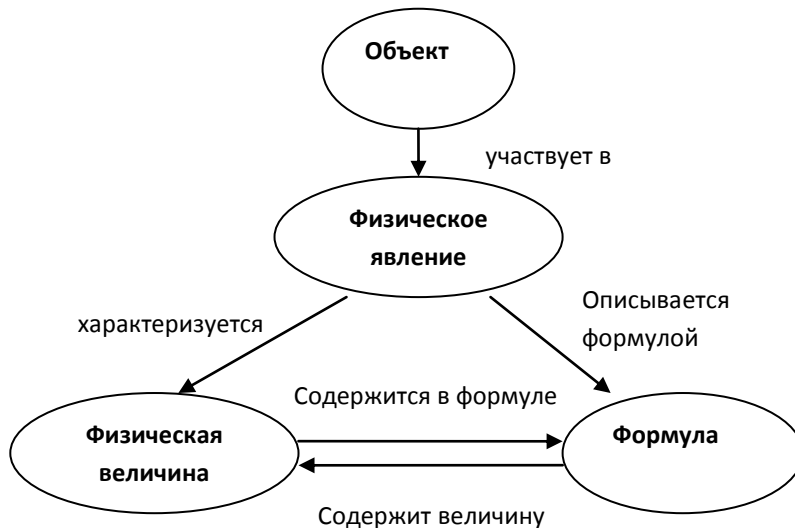


Рисунок 3. Семантическая модель ключевых понятий физической задачи

Понятия «объект изучения» и «физическое явление» в задаче являются основополагающими. Объект участвует в каком-либо физическом явлении. Например, материальная точка движется, т.е. участвует в механическом движении.

Разработан алгоритм построения онтологии физической задачи. С начала выделяется раздел физики, затем физические явления, величины, формулы. Следующий этап алгоритма – построение концептуальной схемы этих понятий. Для этого определяются родовые и видовые отношения между понятиями. Располагаются все понятия в иерархическую структуру. Одни понятия определяем как классы, другие - подклассами. Затем определяются экземпляры классов. Понятия, описывающие свойства экземпляров или классов, определяются как атрибуты.

Способ формального представления процесса решения задачи.

Способ формального представления процесса решения задач, состоящих из трёх основных этапов, представлен на рисунке 4.

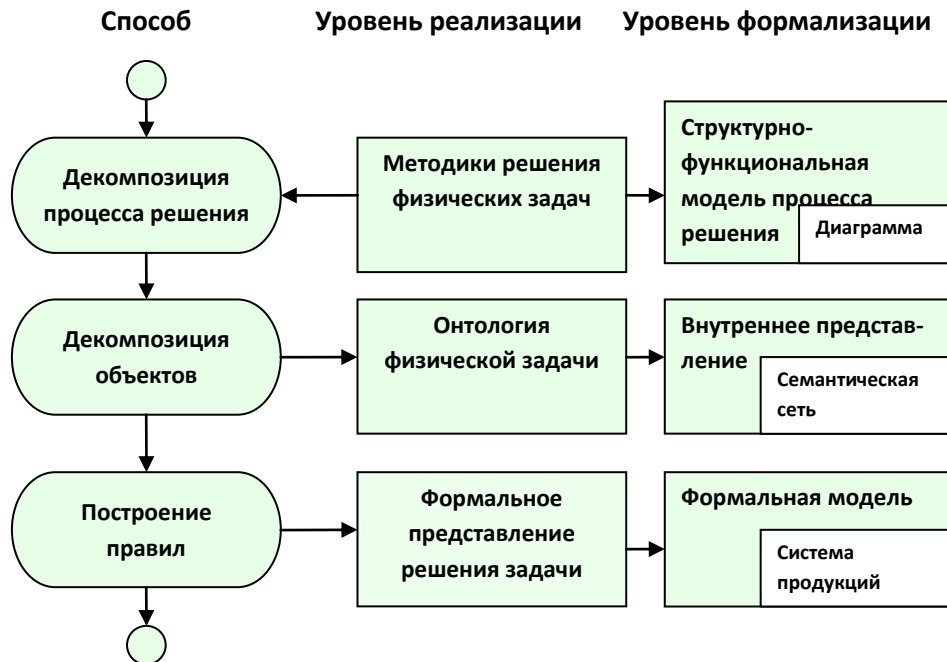


Рисунок 4. Способ формального представления процесса решения задачи

Онтология представляет собой ориентированный граф G , который формально определяется как кортеж (V, E) , где V – множество вершин, E – множество дуг (рёбер). Вершины графа обозначают понятия, а рёбра – связи между понятиями.

Введем понятие поле вывода для определения понятий, которые логически выводятся из заданных понятий. Полем вывода является множество для подмножества вершин $V' \subseteq V$ в графе $G=(V,E)$ и представляет собой совокупность вершин $Field(V') \subseteq V$. Поле вывода должно удовлетворять хотя бы одному из следующих условий:

1. Если $u \in V'$, то $u \in Field(V')$;
2. Если $\exists Field(V'), \exists e \in E: e=\{(u,v), p\}$, то $Field(V')$
3. Если $\forall e \in E, e=\{(x,v), p\} \Rightarrow x \in Field(V')$, то $v \in Field(V')$.

Множество V' является базовым множеством.

В онтологии содержатся понятия предметной области. Некоторые понятия являются входными данными задачи. Выходными данными считается решение задачи. Таким образом, решением задачи является путь вывода выходных данных из входных.

Физическая задача в терминах графа $G=(V,E)$ задается набором вершин $v_1, \dots, v_n \in V_{вх} \subset V$ и набором $u_1, \dots, u_m \in V_{вых} \subset V$. Таким образом, задача обозначается как $T_G(V_{вх}, V_{вых})$.

Решение задачи определяется как подграф $G'=(V',E')$, в котором присутствуют все вершины из множества $V_{вх} \cup V_{вых}$.

Методика представления пространства компетенций. Предлагается методика представления пространства компетенций решения физических задач, состоящая из трёх основных этапов (рисунок 5).

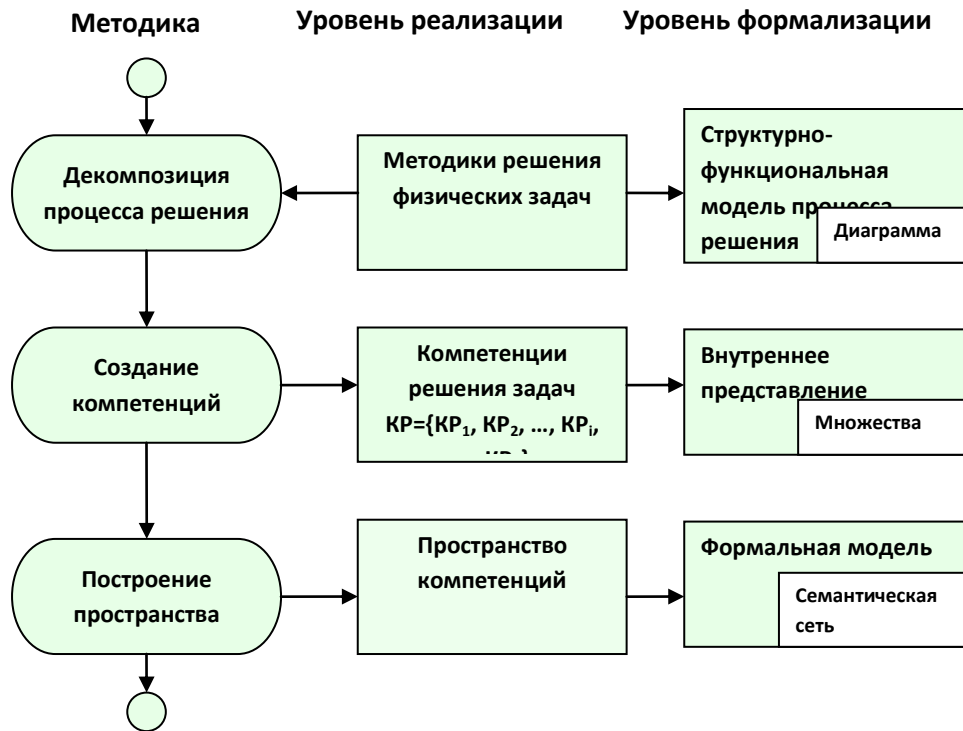


Рисунок 5. Методика представления пространства компетенций

Из структурно-функциональной модели процесса решения физических задач определены 12 компетенций. Каждая функция модели определяет одну компетенцию. Пакеты знаний определяются из онтологии физической задачи. Всего выделено 14 пакетов знаний. Каждая компетенция решения задач опирается на определенные знания так, что компетенции представляются в виде множеств:

$$\begin{aligned}
 C_1 &= \{k_1, k_2\}; & C_2 &= \{k_2, k_7, k_8, k_{13}, k_{14}\} \\
 C_3 &= \{k_1, k_5\}; & C_4 &= \{k_2, k_3\} \\
 C_5 &= \{k_3, k_{10}\}; & C_6 &= \{k_5\} \\
 C_7 &= \{k_4\}; & C_8 &= \{k_6\} \\
 C_9 &= \{k_8, k_9\}; & C_{10} &= \{k_{11}\} \\
 C_{11} &= \{k_{12}\}; & C_{12} &= \{k_7, k_{14}\}.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

где c_i – i -я компетенция решения задач, k_i – i -й пакет знаний.

Онтология физической задачи. Используя алгоритм, создается онтология физической задачи в программе Protege [5]. Множество, полученных в результате установления связей RDF-утверждений, образует ориентированный граф, в котором вершинами являются классы и экземпляры, а рёбра помечены отношениями. На рисунке 6 представлена часть онтологии физической задачи.

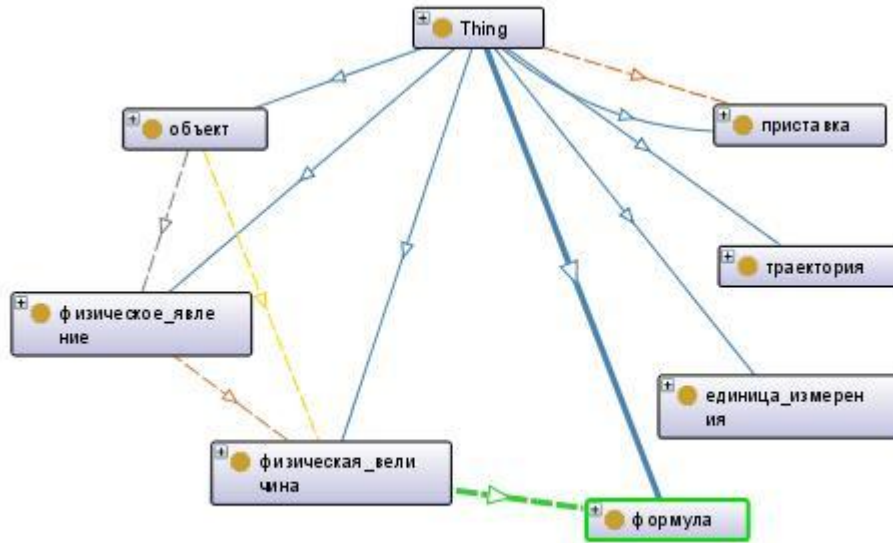


Рисунок 6. Часть онтологии физической задачи

В онтологии отражены вспомогательные понятия в решении задач такие, как траектория, единицы измерения, приставка или множители единицы измерения – кратные или дольные. Например, мили, кило, микро и другие.

Построение траектории обучения. Тестированием определяется уровень знаний обучающегося. Оцениваются ответы в пакетах знаний по формуле

$$lk_i = \frac{kol_prav_i}{kol_vop_i}, \quad i=1,2,\dots,n_1 \quad (3)$$

где kol_prav – количество правильных ответов, kol_vop – всего вопросов в i -м пакете знаний, n_1 – количество пакетов знаний ($n_1=14$).

Вводится отклонение текущего уровня компетенции обучающегося от уровня целевой компетенции:

$$\varepsilon_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_1} v_{ij} \cdot lk_j}{n \cdot \sum_{j=1}^{n_1} v_{ij}} - \frac{rc_i}{n}, \quad i=1,2,\dots,n \quad (4)$$

где $rc_i=1$ уровень целевой компетенции, n – количество компетенций ($n=12$), элементы матрицы определяются следующим правилом:

$$v_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если } i\text{-я компетенция содержит } j\text{-й пакет знаний} \\ 0 & \text{если } i\text{-я компетенция не содержит } j\text{-й пакет знаний.} \end{cases}$$

Отклонения ε_i компетенции принимают различные значения от 0 до 1. Упорядочив их в порядке убывания, получаем порядок формирования компетенций у обучающегося или индивидуальную траекторию обучения.

Критерий включения компетенции в траекторию обучения ненулевые значения отклонений:

$$\varepsilon_i \neq 0, \quad i=1,2,\dots,n \quad (5)$$

Программа оценки уровня компетенций обучающегося и построения индивидуальной траектории обучения разработана в Asp.net MVC 3 RTM (рисунок 7).

Программа тестирования добро пожаловать [имя] [фамилия]

[Главная](#)

Выберите раздел, тему и начинайте отвечать на вопросы

Выберите раздел:

Выберите тему:

- Вопрос 1:
Можно ли объект изучения в задаче принять за материальную точку? С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение было равно ускорению свободного падения?
 - нет
 - да
- Вопрос 2:
Что называется траекторией движения тела?
 - направленный отрезок, соединяющий начальное и конечное положение точки
 - линия, по которой движется точка
- Вопрос 3:
В задаче определите объект изучения. Найдите частоту обращения Луны вокруг Земли.

Рисунок 7. Этап тестирования обучающегося

С начала проводится проверка знаний обучающегося, затем расчет отклонений уровня компетенций от уровня целевой компетенции и построение траектории обучения, используя критерий включения компетенции (рисунок 8).

Индивидуальная траектория обучения

- 1 - 0,042
- 4 - 0,042

Рисунок 8. Результат работы программы

Составление системы уравнений. Программа написана на языке Java в среде разработки Eclipse Classic 3.7.2 Indigo на платформе Microsoft .NET Framework 4.0. В программе реализован графический интерфейс, максимально приближенный к виду решения задачи в тетради обучающегося.

Пользователь вводит объект изучения, физическое явление, физические величины, а программа производит поиск формул и составляет замкнутую систему уравнений, решение которой является решением физической задачи. Для поиска решения используется онтология физической задачи, в которой установлены связи между объектами, присутствующими в физической задаче.

Новыми в работе являются следующие положения и результаты. Разработана модель практико-ориентированного обучения естественно-научным дисциплинам, включающая следующие элементы новизны:

- онтологическую модель физической задачи.
- способ формализации процесса решения физических задач.
- методику представления пространства компетенций решения физических задач.

Текст задачи:

Период обращения платформы карусельного станка 4с. Найти скорость крайних точек платформы, удаленных от оси вращения на 2 м.

Анализ задачи

Объект изучения:

Физическое явление:

Физическая величина:

Единица измерения:

Траектория:

Краткое условие задачи

Выберите величину	Решение
<input type="text" value="R"/>	<input type="text" value="Формула"/>
<input type="text" value="v"/>	<input type="text" value="Связь"/>
<input type="text" value="T"/>	<input type="text" value="Описание"/>
<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="Ход решения"/>

Найти:

Дано:

Решение: Поиск формул с максимальным числом заданных величин... Найдено уравнение: $v = l/T$; $a(n) = v^2/R$ Неизвестные величины: l ; $a(n)$ Найдено уравнение: $w = wR$; Неизвестные величины: w ; Поиск от неизвестных величин невозможен... Получены величины: l, v ; Получены формулы: $v = l/T, l = 2\pi R$

Получить решение

Рисунок 9. Решение физической задачи

Литература

- 1.Кравец, А.Г. Гибридное моделирование практико-ориентированного обучения естественно-научным дисциплинам (на примере физики) / А.Г. Кравец, О.В. Титова // Открытое образование. - 2012. - № 2. - С. 15-17.
- 2.Кравец, А.Г. Моделирование процесса решения задач по физике / А.Г. Кравец, О.В. Титова // Открытое образование. - 2011. - № 2. - С. 76-79.
- 3.Кравец, А.Г. Онтологическая модель физической задачи / А.Г. Кравец, О.В. Титова // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2011) : тез. 11-й междунар. конф. (Москва, 18-20 окт. 2011 г.) / РАН, Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова. - М., 2011. - С. 21.
- 4.Кравец, А.Г. Онтологическая модель физической задачи / А.Г. Кравец, О.В. Титова // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2011) : тр. междунар. конф., 18-20 октября 2011 г. / Учреждение РАН "Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова". - М., 2011. - С. 88-89.
- 5.Кравец, А.Г. Онтология физической задачи / А.Г. Кравец, О.В. Титова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. - 2011. - № 4. - С. 12-16.
- 6.Титова, О.В. Диаграммы процесса решения физических задач / О.В. Титова, А.Г. Кравец // Вестник компьютерных и информационных технологий. - 2011. - № 10. - С. 39-42.
- 7.Титова, О.В. Обучение решению физических задач на основе онтологического и компетентностного подходов [Электронный ресурс] / О.В. Титова, А.Г. Кравец // Современные информационные технологии и ИТ-

образование : сб. науч. тр. VI междунар. науч.-практ. конф., 12-14 дек. 2011 г. Т. 1 / МГУ им. М.В. Ломоносова. - М., 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - С. 251-254.

ПОСТРОЕНИЕ МЕСТОИМЕННЫХ СПЕКТРОВ МОРОЗОВА КАК СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСОВ «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ» И «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Яковлева О.В.

ГБОУ ВПО Московский городской педагогический университет

Предлагается тематика лабораторных работ исследовательского типа для студентов гуманитарных факультетов университетов в курсах «Основы математической обработки информации» и «Информационные технологии в профессиональной деятельности». Предмет исследования: формальные критерии принадлежности художественного текста конкретному автору с помощью местоименных спектров Морозова.

Creation of pronominal ranges of Morozov as the content of research activity of students of humanitarian specialties when studying courses «Basis of mathematical processing of information» and «Information technologies in professional activity». Yakovleva O.V.

The scope of laboratory works of research type for students of humanitarian faculties of universities in courses «Basis of mathematical processing of information» and «Information technologies in professional activity» is offered. Object of research: formal criteria of accessory of the art text to the specific author by means of Morozov pronominal ranges.

В качестве содержания лабораторных работ исследовательского типа для студентов гуманитарных институтов в курсах «Основы математической обработки информации» и «Информационные технологии в профессиональной деятельности» предлагается поиск формальных критериев принадлежности художественного текста конкретному автору. В работах [2,4] были представлено в качестве такого критерия результат частотного анализа поэтического текста по первым буквам слов и всем буквам текста. В работе [1]

С	Д
Местоимение	Частота
я	79
меня	22
мне	15
мной	3
ты	44
тебя	5
тебе	8
тобой	2
оно	0
он	73
его	46
него	15
ему	9
нему	1
им	2
ним	4
нём	0
нем	5

Рис. 2

Н.А.Морозовым предлагается определять авторскую индивидуальность, проявляющуюся в художественном тексте, по соотношению относительных частот вспомогательных слов: предлогов, союзов, наречий, местоимений, так как существительные, прилагательные и глаголы применяются одним и тем же писателем различные в зависимости от темы художественного произведения. Графики относительных частот появления слов названы Морозовым Н.А. лингвистическими спектрами. В работе [3] Сурвило А.В. приведены результаты исследования авторской индивидуальности с помощью предложных спектров Морозова. Частотный анализ использования местоимений у двух авторов: классика русской литературы И.С.Тургенева (повести «Ася» и «Первая любовь») и популярной современной писательницы криминальных мелодрам Т.Устиновой (романы «Подруга особого назначения» и «Первое правило королевы») предлагается ниже. Аналогичное исследование предлагается выполнить студентам в качестве лабораторной работы, причем авторов и их произведения они выбирают сами и в большем, чем два, объеме. На основании индивидуальных исследований подтверждается или опровергается гипотеза об определении автора текста по данному критерию. Выдвигаются другие гипотезы на основании данного анализа. Затем исследования всех студентов собираются в одной таблице и производится оценка полученных сообщений результатов исследования.

Далее кратко излагается процесс исследования. Начнем анализ с произведения Т.Устиновой «Подруга особого назначения».

Вначале подготавливается текст произведения в электронном виде в программе MICROSOFT WORD. Необходимо 25-50 страниц текста произведения (большой текст по данной технологии не обрабатывается программой MICROSOFT EXCEL).

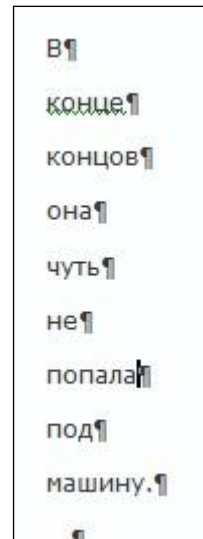


Рис. 1

Затем в программе MICROSOFT WORD используется операция «Найти и

заменить», окно раскрывается полностью нажатием на кнопку окна «Больше». Затем пробел заменяется на знак абзаца (знак абзаца берется из меню кнопки «Специальный»). В результате получается текст, каждое слово в котором занимает одну строку (Рис.1). Необходимо проконтролировать, чтобы слова начинались от границы листа без отступов, выравнивание по левой границе. Если не так, следует поправить.

Далее текст копируется в новую книгу в программе MICROSOFT EXCEL (рамка должна стоять на первой верхней ячейке А1). Каждое слово должно занимать одну ячейку первого столбца. Знаки препинания не будут мешать обработке. В столбцах С и D создается рабочая таблица для подсчета местоимений,

Местоимение	Частота	Подруга особого назначения
я	119	0,013492063
ты	59	0,006689342
он(оно)	155	0,017573696
она	137	0,01553288
мы	18	0,002040816
вы	23	0,00260771
они	29	0,003287982

Рис. 4

наличествующих в тексте. В ячейку С1 заносится заголовок «Местоимение», в ячейку D1 - заголовок «Частота». Начиная с ячейки С2 вниз перечисляются все падежи местоимения «Я», затем через две пустые строки все падежи местоимения «Ты» и т.д. В столбце с заголовком «Частота» будет подсчитываться количество заданных местоимений в тексте с помощью функции СЧЕТЕСЛИ(А:А;D2), где А:А – диапазон ячеек с текстом произведения, а D2 – адрес ячейки, содержащей искомое местоимение (далее D3, D4 и далее соответственно). Результат частично представлен на рис.2. Необходимо перечислить все формы падежей местоимений, в том числе с использованием и без использования буквы Ё. Затем нужно подсчитать количество употребления каждого местоимения во всех падежах, результаты выводятся в новую таблицу, представленную на рис 4. В ячейку Н2 заносится количество слов в данном фрагменте произведения, которое берется из строки состояния документа в программе MICROSOFT WORD (Рис.3). Подсчитывается относительная частота наличия местоимения в тексте. Для этого значение частоты делится на количество слов в тексте. При делении на содержимое ячейки Н2 нужно воспользоваться абсолютной ссылкой \$Н\$2. Результат частично представлен на рис.4. Аналогично анализируются первые 8366 слов произведения Т.Устиновой «Первое правило королевы»

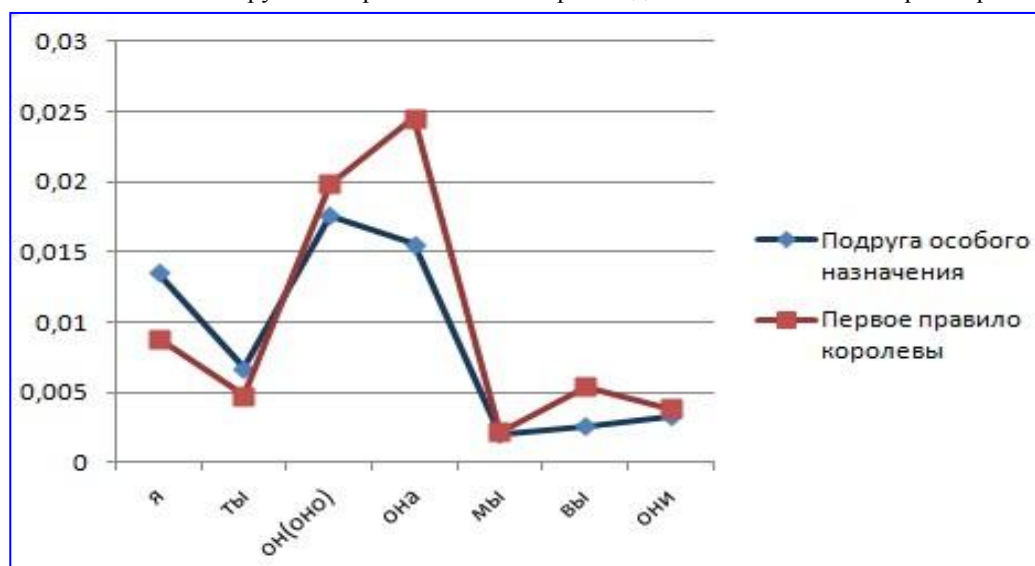


Рис. 5

(25 страниц). Лингвистические местоименные спектры Морозова для двух произведений Т.Устиновой представлены на рис.5.

Может возникнуть вопрос о правомерности использования именно первых страниц произведения. Можно проверить закон устойчивости частот для первых 8820 слов романа Т.Устиновой «Подруга особого назначения», для чего подсчитаем количество местоимений и относительные частоты для первой 1000 слов, затем для первых 2000 слов и т. д. Результат частично приведен на рис.6.

Местоимение	1000	2000	3000	4000	5000
Я	7	14	15	22	33
меня	2	7	7	8	13
мне	1	1	1	1	4
мною	2	3	3	3	3
Я	12	25	26	34	53
Отн.частота	0,012	0,0125	0,0087	0,0085	0,0106

Рис. 6

На рис.7. видно, что начиная с 7000 тысяч слов относительные частоты использования местоимений становятся стабильными. Ту же проверку устойчивости частот желательно провести и с другими исследуемыми текстами, возможно, взяв большее число страниц.

Проведем аналогичный анализ двух повестей И.С.Тургенева «Ася» и «Первая любовь». Местоименные

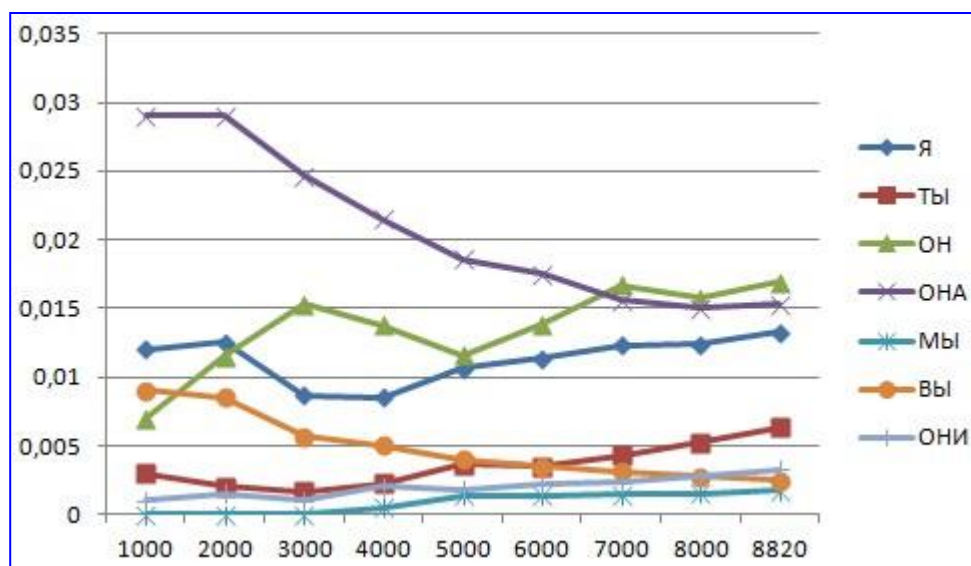


Рис. 7

лингвистические спектры для этих произведений представлены на рис.8.

Удивительное совпадение местоименных спектров двух рассмотренных повестей И.С.Тургенева объясняется тем, что в обеих повестях повествование ведется от первого лица, а героиня – «Она». Такое совпадение – редкость.

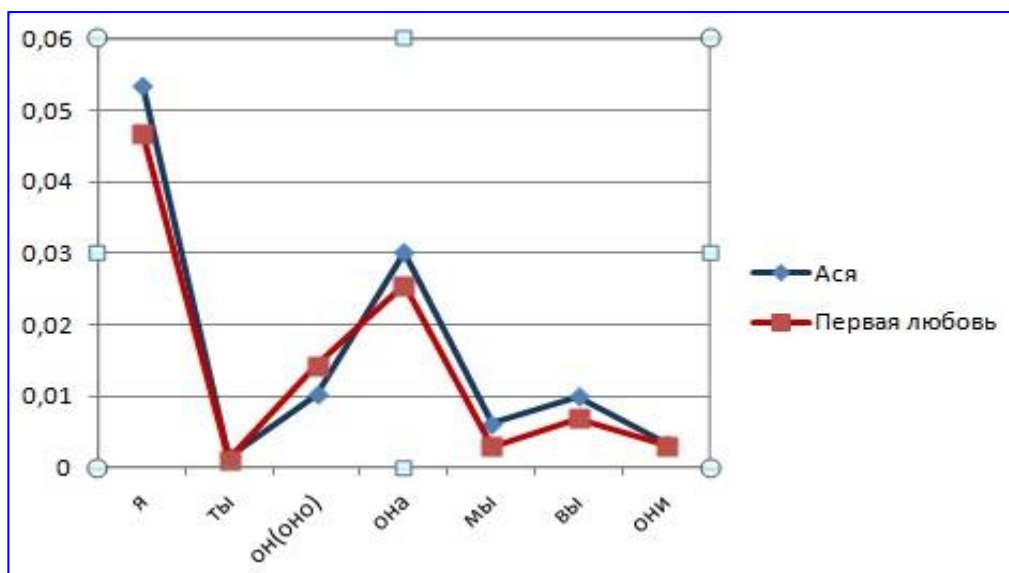


Рис. 8

Следует объяснить студентам, что все подобные оценки носят вероятностный характер, и необходимо провести анализ всех произведений данного автора, сравнить с результатами большого количества лингвистических спектров других авторов, и только тогда можно будет говорить о вероятности определения автора произведения по лингвистическим спектрам. Однако местоименные лингвистические спектры схематично отражают содержание произведения, это видно сразу.

Использование анализа произведения с помощью различных спектров Морозова на лабораторных работах в курсах «Основы математической обработки информации» и «Информационные технологии в профессиональной деятельности» позволяет студентам гуманитариям младших курсов не только освоить приемы обработки текстовой информации в программе MICROSOFT EXCEL, но и провести свои собственные исследования текстов, собрать материал, выдвинуть гипотезу, опровергнуть или подтвердить её, т.е. смоделировать реальное научное исследование.

Литература

1. Морозов Н.А. Лингвистические спектры: средство для отличия плагиатов от истинных произведений того или иного известного автора. Стилиметрический этюд. // Известия отд. Русского языка и словесности Имп. Акад. Наук, Т. XX, кн. 4, 1915
2. Бубнов В.А., Яковлева О.В. Математика и информатика. Программа, методические указания и компьютерный практикум.- М.: МГПУ, 2007. - сс.144-159
3. Сурвило А.В. Анализ авторской индивидуальности литературных текстов Михаила Булгакова с помощью программы Microsoft Excel. Вестник МГПУ №2(24)- М.: МГПУ, - сс. 96-99
4. Яковлева О.В. Использование частотного анализа переводов поэтических текстов при изучении курса «Математика и информатика» на факультетах иностранных языков. Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий», Сочи, 1-10 октября 2010г. - сс.192-195

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ОБЛАСТИ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НИЖЕГОРОДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Гергель В. П., Швецов В. И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

В статье представляется комплексная система подготовки кадров в области высокопроизводительных технологий для вузов и научных организаций. В рамках данной системы реализуются массовая подготовка специалистов на базе открытия новых и развития существующих направлений подготовки, развитие магистратуры, повышение квалификации преподавателей вузов в области высокопроизводительных вычислений, развитие организационной и материальной базы учебной и исследовательской деятельности, выполнение научных исследований, проведение конференций и школ, кооперация с ведущими фирмами, работающими в сфере IT-технологий.

The system of training in the field of supercomputing technologies at the Nizhniy Novgorod state university. Gergel V. P., Shvetsov V. I.

This article describes a comprehensive system of training in the field of high-performance computing technologies for universities and research organizations. In the framework of this system, mass training of experts is implemented by means of opening new areas of studies and developing existing ones, along with professional development of university teaching staff in the field of high-performance computing, development of institutional and infrastructural base for educational and research activities, performing research, conducting conferences and schools, cooperation with leading companies working in the field of IT.

Применение высокопроизводительных вычислительных систем является стратегическим направлением развития вычислительной техники. Это обстоятельство вызвано не только принципиальным ограничением максимально возможного быстродействия обычных последовательных ЭВМ, но и практически постоянным существованием вычислительных задач, для решения которых возможностей существующих средств вычислительной техники всегда оказывается недостаточно. Отсюда вытекает значимость проблемы подготовки высококвалифицированных специалистов, способных эффективно использовать высокопроизводительные компьютерные системы для решения важных научно-технических задач с высокой вычислительной трудоемкостью.

Основная деятельность ННГУ в этой области может быть кратко охарактеризована следующим образом.

Создание суперкомпьютерного консорциума университетов России

Одним из основополагающих принципов деятельности Нижегородского университета в области суперкомпьютерных технологий является координация и взаимовыгодное сотрудничество с ведущими российскими и зарубежными научно-образовательными центрами. Значимым событием в этом направлении явилось создание в декабре 2008 г. Суперкомпьютерного консорциума университетов России (<http://www.hpc-russia.ru>), учредителями которого стали Московский, Нижегородский, Томский и Южно-Уральский университеты.

Целью Суперкомпьютерного консорциума университетов России является разработка и обеспечение выполнения комплекса мероприятий, направленных на эффективное использование имеющегося потенциала высшей школы для развития и активного внедрения суперкомпьютерных технологий в российском образовании, науке и промышленности.

Развитие подготовки кадров в области суперкомпьютерных технологий и высокопроизводительных вычислений по новому направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (ранее «Информационные технологии»)

В соответствии с основными направлениями стратегии подготовки специалистов в области информационных технологий, в содружестве с Московским и Санкт-Петербургским университетами, Московским институтом электроники и математики, Санкт-Петербургским электротехническим университетом и Российским технологическим университетом (МАТИ) Нижегородский государственный университет в 2003 г. провел лицензирование образовательной программы высшего профессионального образования по направлению 511900 — «Информационные технологии» и открыл в порядке эксперимента подготовку бакалавров и магистров по данному направлению.

Стратегической целью новой образовательной программы является подготовка высококвалифицированных специалистов, способных проводить научные исследования актуальных проблем науки и техники с использованием современных достижений информационных и компьютерных (в т.ч. и высокопроизводительных) технологий

Для подготовки кадров в магистратуре в ННГУ в 2001 г. создана первая в Нижнем Новгороде межфакультетская магистерская программа «Математические модели, методы и программное обеспечение современных компьютерных технологий». Подготовка специалистов в рамках данной программы предусматривает в равной степени как продолжение *фундаментального образования* в области математических моделей и методов, служащих основой для разработки современных компьютерных технологий, так и углубленное практическое освоение *передовых промышленных технологий* создания масштабного программного обеспечения.

Переподготовка и повышение квалификации преподавателей вузов

Для переподготовки и повышения квалификации преподавателей вузов в области ИТ Нижегородский государственный университет им. Лобачевского совместно с корпорацией Intel выполнял в 2004-2006 гг. экспериментальный благотворительный проект «Виртуоз», целью которого является подготовка преподавателей к внедрению в региональных вузах России и других стран СНГ нового направления подготовки - «Информационные технологии».

Логическим развитием проекта «Виртуоз» явилось выполнение в 2011 г. проекта «Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения в Приволжском федеральном округе» как составной части работ проекта «Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения», выполняемого Московским университетом в рамках в рамках Федеральной целевой программы развития образования на 2011-2015 годы.

Основой для успешного выполнения работ является научно-образовательный центр «Приволжский научно-образовательный центр суперкомпьютерных технологий» (НОЦ СКТ-Приволжье), созданный в 2010 году в ННГУ им. Н.И. Лобачевского.

В рамках выполнения проекта в 2011 году была проведена подготовка 240 специалистов начального уровня в области СКТ в четырех университетах Приволжского федерального округа. Важным результатом выполнения проекта стало осуществление тесной связи между вузами, РАН, промышленностью, бизнесом. Заключены соглашения о сотрудничестве в области суперкомпьютерных технологий с семью ВУЗами ПФО. В рамках этого направления в 2011 г. в ННГУ им. Н.И. Лобачевского заключено пять соглашений о сотрудничестве с зарубежными организациями.

Важнейшим направлением работ в области подготовки высококвалифицированных кадров в ННГУ является организация научных конференций, семинаров, молодежных с международным участием и широким привлечением студентов, аспирантов и молодых сотрудников. Начиная с 2001 года, ННГУ при содействии ВЦ РАН и Института математического моделирования РАН ежегодно проводит Международные научно-практическую конференцию и молодежную школу "Высокопроизводительные Параллельные Вычисления на Кластерных Системах". С 2004 г. ННГУ и Intel ежегодно проводят зимнюю школу-практикум молодых специалистов "Технологии параллельного программирования". Знаковым событием российского суперкомпьютерного сообщества явилось проведение Суперкомпьютерным консорциумом университетов России на базе ННГУ в 2009 года уникальной Всероссийской молодежной школы «Суперкомпьютерные технологии и высокопроизводительные вычисления в образовании, науке и промышленности». Выполнение образовательной программы было обеспечено ведущими учеными и известными специалистами МГУ, ННГУ, ЮУрГУ, СПбГУ ИТМО, ИММ РАН, ИПМ РАН и других организаций.

Создание Интернет- университет суперкомпьютерных технологий

Создание Интернет-университета суперкомпьютерных технологий (<http://www.hpcu.ru>) была инициировано Нижегородским университетом в содружестве с Интернет-университетом информационных технологий и НИВЦ МГУ. Проект был поддержан и вошел как важная составляющая часть деятельности созданного в 2008 г. Суперкомпьютерного консорциума университетов России.

Нижегородский Центр суперкомпьютерных технологий ННГУ

Вычислительную основу Центра суперкомпьютерных технологий составляет высокопроизводительный кластер, приобретенный Нижегородским университетом в 2007 г. в рамках Национального проекта "Образование". Кластер имеет архитектуру вычислительных систем семейства SKIF. Пиковая производительность составляет 3 Тфлоп (триллионов операций в секунду).

В числе дополнительного компьютерного оборудования Центра вычислительный кластер (2001 г.), 3 мини-кластера (2008г.), серверная установка (2008г.), представители новейшего направления развития компьютерного оборудования для высокопроизводительных вычислений – аппаратные ускорители вычислений (ClearSpeed Advance X620 (более 70 Гфлопс), Nvidia Tesla D870 (1 Tflops)), оборудование для стереовидеографики и др. Для проведения вычислительных экспериментов с многоядерными процессорами Cell в Центре имеется возможность удаленного доступа к компьютерному оборудованию компании T-Платформы: <http://www.t-platforms.ru/ru/cell.php>

В 2011 г. ННГУ приобрел высокопроизводительный вычислительный комплекс с графическими процессорами пиковой производительностью более 100 Tflops. Общее число ядер в графических процессорах – 66 560. Общее число ядер в центральных процессорах – 960.

В рамках научно-технической программы Союзного государства России и Белоруссии «Разработка и использование программно-аппаратных средств грид-технологий перспективных высокопроизводительных (суперкомпьютерных) вычислительных систем семейства «СКИФ» (шифр «СКИФ-ГРИД») создан и функционирует Нижегородский узел распределенных вычислений на базе высокопроизводительного кластера ННГУ. Наличие этого узла позволило обеспечить доступ к высокопроизводительным ресурсам ННГУ специалистам региональных университетов (Тверской технической университет, Мордовский государственный университет, Оренбургский государственный университет и др.) и институтов РАН (Институт прикладной физики РАН, Институт микроструктур РАН и др.).

Разработка учебно-методического обеспечения

Для подготовки специалистов в области высокопроизводительных вычислений, актуальным разработкой общего (интегрального) учебного курса по параллельному программированию, в рамках которого с единых позиций предпринималась бы попытка общего анализа многих проблем в области высокопроизводительных вычислений. Такой курс может быть использован как систематическое введение в предметную область в рамках специализаций и специальностей соответствующей направленности. Кроме того, подобный курс полезен для различных программ переподготовки и повышения квалификации кадров.

Такой учебный курс "Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование" был разработан в ННГУ и читается для студентов ННГУ, НГТУ. Данный курс также был прочитан (после соответствующей переработки) для научных сотрудников Института Прикладной Физики РАН и для работников компании Интел.

В 2001 г. по курсу было подготовлено (переиздано в 2004 г.) учебное пособие "Основы параллельных вычислений", в 2007 г. издан учебник «Теория и практика параллельных вычислений», которые на данный момент используются в учебном процессе более чем 20 вузов страны.

Для проведения лекционных и практических занятий имеется полный комплект компьютерных презентаций в формате системы MS PowerPoint; информационное сопровождение курса обеспечивается ресурсом сети Интернет <http://www.software.unn.ac.ru/ccam/?doc=14>, в котором представлены лекционные презентации и результаты выполнения студенческих заданий. Курс входит в состав библиотеки учебных материалов сайта компании Microsoft (на русском и английском языках). Курс можно изучить и сдать экзамен дистанционно в рамках Интернет-университета информационных технологий. Курс поддерживается лабораторным практикумом на основе программной системы Параллельная Лаборатория (сокращенное наименование ПараЛаб), которая обеспечивает возможность проведения вычислительных экспериментов с целью изучения и исследования параллельных алгоритмов.

Научные исследования в области суперкомпьютерных технологий

Научные и прикладные исследования в области суперкомпьютерных технологий ставили своей целью создание и развитие новых методов и средств вычислительного анализа научно-технических задач с существенной вычислительной трудоемкостью, решение которых невозможно без использования высокопроизводительных вычислительных установок и систем, реализующих парадигму распараллеливания вычислений как основной инструмент преодоления фундаментальной сложности решаемых задач.

Среди выполняемых важных научно-исследовательских работ следует отметить следующие НИР: Создание специализированного аппаратно-программного обеспечения на базе новейших графических процессоров для применения в технологиях медицинской визуализации и телемедицины (совместно с ИПФ РАН); Разработка программных средств поддержки принятия решения в сложных задачах рационального выбора; Разработка программных средств управления средами высокопроизводительных вычислений; Разработка высокопроизводительного программного комплекса для квантово-механических расчетов и моделирования наноразмерных атомно-молекулярных систем и комплексов (совместно с СПбГУ ИТМО); Моделирование деятельности человеческого сердца.

В числе выполненных научно-технических проектов: высокопроизводительные вычисления в глобальной оптимизации: последовательные и параллельные алгоритмы, масштабируемые параллельные алгоритмы вывода и обучения вероятностных сетей в рамках библиотеки Probabilistic Network Library, оптимизация открытых реализаций стандарта MPI для Linux на кластерах архитектуры Power, разработка системы «Метакластер» для управления вычислительными ресурсами в многопроцессорных комплексах (кластерах), технология разработки распределенных параллельных программ с помощью Cluster OpenMP, адаптация библиотеки GROMACS для архитектуры Cell BE, разработка высокопроизводительного программного комплекса для квантово-механических расчетов и моделирования наноразмерных атомно-молекулярных систем и комплексов (головной исполнитель проекта – СПбГУ ИТМО) и многие другие.

УНИВЕРСИТЕТСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА — ЕДИНЫЙ ЦЕНТР ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ВУЗА.

*Тютюньков В.Е., *Юданов Ф.Н., **Кипенко А.А.

**Новосибирск, НГУ; ИВТ СО РАН,*

***Новосибирск, НГУ*

Рассмотрены основные направления развития информационной системы на пути создания единого центра интеграции ресурсов и управления ими. Описаны решения, реализующие каждое из рассмотренных направлений, и показаны их преимущества.

**University information system - unified center of integration university information resources.
Tyutyunkov V.E., Yudanov F.N., Kipenko A.A.**

We considered the main directions of information system development in scope of creating the unified resource integration and management center. We described the solutions that implements each of these directions and showed their advantages.

Университетская информационная система (УИС) – программный комплекс, используемый в НГУ и ряде других вузов России для решения задач автоматизации управления учебным процессом вуза. Система позволяет автоматизировать учет всех этапов пребывания студента в вузе, начиная от прохождения приемной комиссии и заканчивая получением диплома.

Система УИС изначально проектировалась как расширяемый комплекс программных компонентов. Одни и те же данные, могут редактироваться и использоваться в разных компонентах системы. Например, данные об абитуриенте, полученные в процессе работы приемной комиссии могут быть в дальнейшем доступны сотрудникам деканата факультета, на который поступил студент, а данные об учебной нагрузке и результатах сессий используются при формировании приложений к дипломам. Такой подход позволяет избежать затрат, возникающих при применении программных средств, не имеющих подобной степени интеграции, и обеспечивает максимальный эффект от автоматизации вуза.

Начиная с 2005 года, когда УИС была внедрена в НГУ и по сегодняшний день непрерывно ведется работа по расширению функционала системы, который со временем покрывает все большее количество аспектов жизнедеятельности вуза.

Важным этапом в развитии университетской информационной системы стало решение создания на базе УИС единого центра интеграции информационных систем и ресурсов вуза. Для достижения поставленной цели были выделены следующие основные задачи развития УИС:

Разработка универсального механизма обмена данными УИС со сторонними программными комплексами.

Реализация на базе УИС системы управления ресурсами вуза.

Необходимость разработки сервиса обмена данным УИС со сторонними программными комплексами обусловлена рядом причин, но основополагающая из них, это наличие как внешних, так и внутренних информационных систем, выбор использования которых не зависит от вуза.

Средства обмена данными между информационными системами и УИС разрабатывались и модифицировались на протяжении всего времени существования и работы системы. Но количество различных систем, получающих данные из УИС, постоянно растёт, поэтому разработка интерфейсов обмена данными с новыми системами, а так же актуализация имеющихся, требует всё больше ресурсов и времени. Более того, разработка подобных интерфейсов производилась в рамках модификации самой системы УИС.

В связи с этим разработан единый универсальный механизм экспорта данных.

Для организации взаимодействия с системой сделано следующее:

- Построена XML-схема модели данных УИС, то есть отображение всех имеющихся данных системы в виде XML-документа.
- Разработан язык запросов к данным, в основе которого лежит вышеуказанная модель данных систем.
- Реализован механизм преобразования получаемых данных.

Таким образом, организация обмена информацией УИС с внешними системами реализуется выполнением нижеуказанных шагов:

- Определяется набор сущностей, данные которых необходимо экспортировать из системы.
- Строятся условия выборки для этих сущностей.
- На основании требуемого представления выходных данных строятся правила преобразования получаемой информации.

Описанный выше механизм получения данных из УИС позволяет избавиться от наличия различных сервисов системы, фактически реализующих схожую функциональность, но которые невозможно было ранее объединить воедино из-за небольших различий в формате выходных данных и/или условий выборки. Данный сервис позволяет легко интегрировать различные системы с УИС без внесения дополнительных изменений в саму систему, что является не маловажным фактором при внедрении УИС в вузе.

Вторым, не менее важным направлением развития системы стало решение построения на базе УИС единого центра управления информационными ресурсами университета. К информационным ресурсам относятся:

7. информационные системы (УИС, 1С, Руслан)
8. сервисы (wi-fi, почта)
9. компьютеры
10. и другие

Перечисленные выше ресурсы, фактически, работают с одними и теми же данными, но каждый из ресурсов хранит и использует их в различном представлении, из-за чего возникает дублирование информации. Описанный выше механизм обмена позволяет в том или ином виде упростить синхронизацию данных между системами, но не решает задачи управления этими ресурсами.

Из всего множества различных аспектов управления в качестве первого этапа реализации выделена организация единообразного доступа к ресурсам и управление правами пользования.

Для решения поставленной задачи на базе УИС реализуется концепция личного кабинета пользователя, предоставляющего единую точку доступа к ресурсам и системам университета. В его основе лежит использование и адаптация стандартных протоколов и механизмов.

Подводя итог, можно сказать, что описанные подходы выводят систему на новый качественный уровень, позволяющий существенно упростить процесс автоматизации и управления учебным заведением, а так же внедрения и интеграции с уже имеющимися системами. Это позволяет извлечь максимальный выигрыш от внедрения системы и оптимизировать процесс автоматизации вуза в целом.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТА, РЕАЛИЗУЕМОГО МОН РФ

Шумихина Т.А.

Национальный Фонд Подготовки Кадров (НФПК)

Описаны основные направления работ проекта МОН РФ по развитию электронных образовательных интернет-ресурсов нового поколения. Проект проектировался как целостная система создания, внедрения и поддержки в процессе использования нового цифрового контента в российской школе. Рассказывается об основных достижениях проекта и проблемах, возникших в процессе его реализации.

Electronic educational resources for the new generation. The project, implemented by the Russian Ministry of Education: key achievements and challenges. Shumihina T.

There is a number of directions, in which the Russian Ministry of Education is intending to develop the next generation of the electronic educational resources (including online services). This project was created and since then has grown as an elaborate structure, that helps to create, introduce and support new digital content in Russian schools. Let us speak about so far the greatest achievements of the project and numerous difficulties that we came upon its realization.

В настоящий момент времени МОН РФ реализует проект «Развитие электронных образовательных интернет-ресурсов нового поколения, включая культурно-познавательные сервисы, а также систем дистанционного общего и профессионального обучения (e-learning), в том числе для использования людьми с ограниченными возможностями» (далее, Проект).

Название Проекта очень значимо. В первую очередь, оно отражает заинтересованность министерства и последовательность его действий по пути создания базы для внедрения инновационных технологий, развития системы создания электронного контента. Электронные образовательные ресурсы нового поколения (ЭОР НП) – это ресурсы, создаваемые в полном соответствии с требованиями новых федеральных образовательных стандартов (ФГОС нового поколения) и с техническими требованиями, обеспечивающими возможность их использования как в очном режиме при работе в классе, так и в дистанционном формате. Кроме этого, в Проекте большое внимание уделяется ресурсам, с которыми могут «работать» учащиеся с ограничениями по здоровью (слабослышащие и плоховидящие, а также дети с соматическими заболеваниями), что крайне важно для социализации данных категорий детей.

В Проекте участвуют 29 российских компаний и организаций, ведущих работы по нескольким взаимосвязанным направлениям.

Основное внимание уделяется разработке ЭОР, и в первую очередь, ресурсам для дошкольного образования и начальной школы, а также разработке конструкторов и творческих моделирующих сред для средней школы. Разработка ЭОР неслучайно занимает главенствующее место. Несмотря на громадное количество ресурсов, разработанных ранее по различным федеральным и региональным программам, начиная с 90-х годов прошлого столетия и по настоящее время, только 14% педагогов говорят о полной обеспеченности ЭОР, почти половина педагогов (48,6%) говорит о практически полном их отсутствии по своему предмету. Причем катастрофически не хватает ресурсов учителям математики и технологии, естествознания и обществознания, а также учителям русского языка и литературы. Эти данные получены в ходе специальным образом организованного исследования, проведенного в рамках Проекта.

Выбор указанных возрастных категорий также неслучаен, именно с начальной школы началось введение новых ФГОС, напрямую связанных с использованием современных информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе. Кроме этого, необходимо с самого начала закладывать основы понимания того, что компьютер – это инструмент, а не только «игровая приставка». Общеизвестно, что дети осваивают современную технику и программное обеспечение намного быстрее и проще сегодняшних взрослых. Абсолютное большинство современных учащихся играют в компьютерные «стрелялки», и только единицы умеют использовать компьютерные технологии для приобретения знаний. Тем важнее становится задача создания привлекательных для ребенка ресурсов именно образовательного назначения. Результаты исследований, проводимых в рамках Проекта, показывают, что абсолютное большинство учащихся средней и старшей школы используют компьютеры вне рамок учебного процесса и даже вне кружковой работы (рис.1). Даже если сложить все время, когда учащийся использует компьютер 1 раз в день «под присмотром» (и будем считать, что в кружках и в школе он использует его с образовательными целями), эта сумма составит менее 10%, в то время как дома как минимум 1 раз в день «сидят» за компьютером более 50% российских школьников.

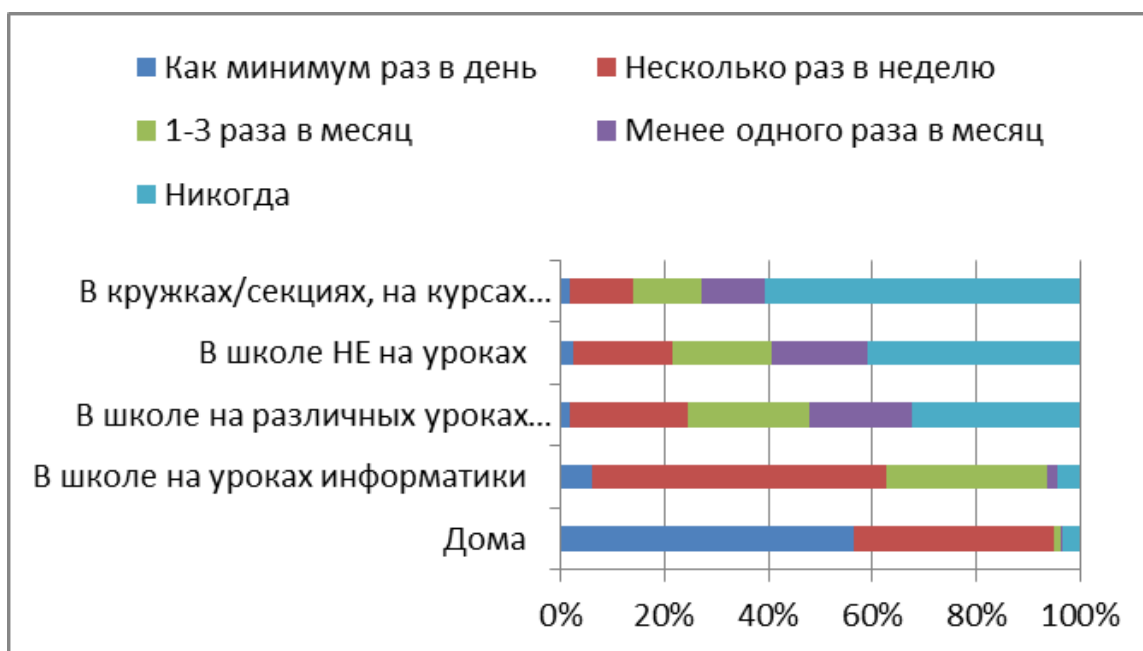


Рис. 1 Частотная характеристика использования компьютера учащимися (в %)

То, что данное «сидение» – это подготовка к урокам, отметили менее 1% учащихся. В связи с этим особо актуальной становится разработка различных моделирующих сред и конструкторов, позволяющих реализовать творческие способности ребенка, удовлетворить его любопытство, интерес к окружающему миру, а заодно и существенно расширить рамки традиционного подхода к проведению уроков и обеспечить требования ФГОС в части организации активно-деятельностного обучения. Разработке таких инструментов для начальной школы и учащихся 5-9 классов в Проекте уделяется особое внимание.

Еще одним важным направлением работ является создание методик использования ИКТ и ЭОР. Сегодня каждый второй российский педагог считает (по данным уже упоминавшегося ранее исследования), что использование ЭОР существенно увеличивает время его работы, и связывает это с необходимостью дополнительных усилий на подготовку к уроку. При этом каждый четвертый педагог отметил, что полностью отсутствует методическая поддержка по вопросам использования ЭОР. В связи с этим понятна важность не только чисто теоретических исследований, анализирующих эффективность тех или иных форм применения в образовательном процессе данных технологий, но главное – разработка конкретных примеров, сценариев этого эффективного применения. Создание комплектов методических материалов (сценариев уроков и занятий по различным школьным предметам) обеспечивает возможность для педагога «быстрого» поиска нужного контента, существенно сокращает время на подготовку к уроку, и таким образом повышает его заинтересованность в современных формах работы. Система методической поддержки деятельности педагогов в области ИКТ и ЭОР включает в себя и сетевые активности, в частности, создание сети методических сетевых объединений, занимающихся консолидацией учительского опыта, обсуждением возможных вариантов применения существующих ресурсов, оказанием помощи по различным возникающим в процессе работы с ЭОР вопросам.

Одним из препятствий на пути внедрения ЭОР являются и технические проблемы, когда для загрузки и работы с ресурсами требуются специальные программные средства, зачастую просто отсутствующие в свободном доступе. В Проекте ведется разработка специального ПО (информационных систем, плееров, плагинов и т.д.), предназначенного для обеспечения кроссплатформенности и кроссбраузерности, а также ведется модификация и конвертация разработанных ранее по федеральным программам ЭОР.

Обучение учителей – еще одна из важнейших задач, решаемых в Проекте. Повышение квалификации педагогов в области ИКТ ведется также с конца прошлого века. Однако, в основном все программы повышения квалификации обеспечивают ту или иную степень ознакомления педагогов с различного рода программным обеспечением (и в первую очередь, с офисным пакетом). Но владение MS PowerPoint'ом (чем российский учитель овладел практически в совершенстве, судя по количеству домашних заданий, которые он хочет увидеть в формате презентаций, а также результатов различных конкурсов и общественных выступлений) и эффективное использование ЭОР – совсем не одно и то же. В рамках Проекта разработаны программы и проводится обучение учителей именно использованию ЭОР и анализу результатов этого использования.

Перечисленное выше – наиболее значимые, но далеко не единственные, направления работ Проекта. К важным результатам Проекта можно отнести следующие:

- Разработано и апробировано в реальном образовательном процессе:
 - 700 ЭОР для дошкольников и 700 ЭОР для учащихся начальной школы;
 - 5 творческих конструктивных сред для начальной школы и 3 для средней ступени образования;

- 150 интерактивных моделей по математике для основного общего образования, 25 интерактивных моделей по физике и 20 по биологии;
- 700 ЭОР по тематике «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» для начальной, средней и старшей школы, а также системы НПО;
- 700 сценариев (и сопровождающих методических материалов) уроков и занятий, построенных на использовании ЭОР и ИКТ;
- Разработано 2040 ресурсов культурно-познавательного характера («Природно-экологические комплексы России», «Сокровища российских музеев», «История освоения космоса Россией», «Мир современной техники»);
- Разработан и постоянно функционирует сайт Проекта (<http://eor-np.ru>);
- Разработан и идет опытная эксплуатация сайта методической и технической поддержки использования ЭОР в образовательном процессе (<http://eorhelp.ru>);
- Разработан, прошел опытную эксплуатацию и введен в промышленную эксплуатацию комплекс инструментальных средств организации проектной деятельности учащихся (<http://sp.edu.ru/> и <http://school-project.edu.ru/>);
- Разработан «контент-агрегатор», обеспечивающий хранение, экспертное сопровождение и распространение ЭОР (<http://na5plus.ru>). Ведутся работы по его наполнению, расширению его функционала и вводу в промышленную эксплуатацию;
- Разработаны программы повышения квалификации в области использования ЭОР в образовательном процессе для тьюторов и учителей начальной школы, по которым прошли обучение порядка 700 тьюторов и почти 40 000 учителей;
- Проведены исследования возможности использования в учебном процессе современных мобильных устройств с предустановленными на них интерактивными мультимедийными электронными учебниками, причем исследования возможностей как с точки зрения действующего законодательства (соблюдение интересов правообладателей контента, требований СанПин, анализ проблем, связанных с материальной ответственностью и т.д.), так и с точки зрения педагогической целесообразности;
- Разработаны и локализованы порядка трехсот 3D-моделей и планируется их апробация в школах РФ;
- Проведено 2 всероссийских конкурса для педагогов по наиболее эффективному использованию ЭОР в образовательном процессе, в которых приняли участие более 5000 человек;
- Проведен отбор и подготовлено описание и 50 видеороликов с лучшими учительскими примерами применения ЭОР;
- Проведен конкурс для журналистов на лучший материал по проблематике Проекта;
- Разработаны требования к электронному учебнику нового поколения (предназначенному для использования на мобильных устройствах) и подготовлены прототипы таких учебников по нескольким предметам школьного курса.

Косвенно об эффективности Проекта говорит и тот факт, что за период его реализации количество обращений к ресурсам федеральных цифровых коллекций увеличилось в 3 раза.

В процессе реализации любого проекта возникают проблемы и риски, описываемый Проект не исключение из правил. Поскольку победителями конкурсных процедур, как правило, становятся организации, предложившие наиболее выгодные условия по срокам и стоимости выполнения работ, зачастую из-за этого просто страдает качество. Первоначально в Проекте ни один отчет не был принят с первого раза, в среднем это происходило только после 3-ей доработки. Четкое экспертное сопровождение, а также специально организованное общественное обсуждение получаемых результатов позволили вывести эту ситуацию из зоны риска и срыва проектных работ. Однако, в будущем для реализации инновационных проектов желательно предусматривать спектр мер по недопущению неоправданных «падений» (когда участник конкурса заведомо неоправданно занижает ценовые параметры и сокращает сроки работ), например, определять иные процедуры отбора исполнителей, или допускать к участию в конкурсе только тех исполнителей, которые представили действующий прототип, или устанавливать минимально допустимые параметры «падения», ниже которых вводить понижающие коэффициенты или даже снимать заявки с конкурса.

Существенные проблемы при реализации Проекта были связаны и с отсутствием утвержденных технических регламентов (ГОСТ), однозначно-тракуемых норм СанПин для такого рода продуктов, а также психолого-педагогических, дизайн-эргономических и т.д. требований, аналогичных тем, которые действуют в отношении бумажных учебников. Разработка комплекса регламентов и норм СанПин не являлась целью Проекта, однако сформированные и используемые в Проекте критерии можно рассматривать как основу для будущих регламентов оценки качества электронной образовательной продукции.

Кроме этого необходимо отделить процедуры разработки ресурсов от процедур их апробации, необходимо выделять специальное направление работ по апробации и поручать это внешним по отношению к разработчикам ресурсов организациям. В случае проведения апробации самим разработчиком, как это было в Проекте (и даже при честном выполнении этих работ), разработчик проверяет только качество реализации задуманного им продукта, а не качество «задумки». А если еще учесть проблемы сроков и жесткого финансирования (связанные, как уже говорилось выше, с желанием выиграть «любой ценой»), то проведение апробации вообще может стать фиктивным.

Еще одно достаточно важное замечание касается необходимости планирования специального направления работ по широкомасштабной работе с педагогической общественностью. Речь идет не просто о создании пула источников, которые обеспечивали бы информирование, методическую помощь или привлечение к добровольному участию в обсуждении результатов работ, а в первую очередь о постоянной и «ответственной обратной связи», т.е. о создании таких условий, при которых широкие массы участников образовательного процесса будут заинтересованы в проведении самостоятельного анализа возможностей и целесообразности использования ЭОР, с одной стороны, но и обязаны будут аргументированно отвечать за свои замечания и предложения, с другой.

В заключение, надо заметить, что несмотря на высокую эффективность Проекта, на действительно высокие его показатели, значимые для развития информатизации системы образования, тем не менее, полученные результаты не являются той критической массой, которая позволит «количеству перейти в качество» и «сдвинуть» все российское педагогическое сообщество в сторону активного и целесообразного использования ЭОР. Для сравнения: итоговое плановое количество обученных в рамках Проекта педагогов составит менее 5% от общего количества педагогов страны, а обеспеченность дошкольного и начального общего образования электронными ресурсами составит всего лишь 15 и 25% соответственно.

Таким образом, для достижения неоднократно провозглашенных целей инновационного развития страны в ближайшие годы требуется не просто продолжение работ Проекта по всем направлениям, но и существенное увеличение их объемов и интенсивности.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ УЧАЩИХСЯ МЛАДШИХ КЛАССОВ

Черномордова А.К., Ежова Г.Л.

Москва, ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет»

В статье рассмотрены особенности использования обучающих программ при изучении английского языка учащимися младших классов. Приведен анализ наиболее используемых обучающих программ в области их комплексного использования в учебном процессе.

Information and communication technologies multipurpose use in the English studying junior classes. Chernomordova A.K., Ezhova G.L.

Junior classes English studying educational programs using features are considered in the article. The most used educational programs in the area of their educational process complex using analyze was made.

В современном обществе все более возрастает роль иностранных языков, знание которых дает возможность приобщиться к мировой культуре, использовать в своей деятельности потенциал обширных ресурсов глобальной сети Интернет, а также работать с информационными и коммуникационными технологиями и мультимедийными средствами обучения.

Цель обучения иностранному языку – коммуникативная деятельность учащихся, то есть практическое владение иностранным языком. Задачи учителя – активизировать деятельность каждого учащегося в процессе обучения, создать ситуации для их творческой активности. Основной целью обучения иностранному языку младших школьников является воспитание личности, желающей и способной к общению, людей, желающих и способных получать самообразование. Участие в разнообразных международных программах, возможность учиться за границей, получить престижную работу практически всегда связано с владением иностранным языком и предполагают не только высокий уровень владения языком, но и определенные качества личности: коммуникабельность, отсутствие языкового барьера, знание норм международного этикета, широкий кругозор, знание современных основ общества, его этикета общения. Для достижения всех перечисленных целей, безусловно, эффективную помощь учителю оказывает использование средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) и ресурсов Интернет в обучении английскому языку.

Специфика предмета иностранного языка обуславливает активное применение средств ИКТ в образовательном процессе. Ведущим компонентом содержания обучения иностранного языка является обучение различным видам речевой деятельности: говорение, аудирование, чтение, письмо. Обучающая компьютерная программа является тренажером, который организует самостоятельную работу обучаемого, управляет ею и создает условия, при которых учащиеся самостоятельно формируют свои знания, что особо ценно, поскольку знания, полученные в готовом виде, не обладают высоким коэффициентом запоминания. Использование средств ИКТ на уроках английского языка – потребность времени. Формы работы с компьютерными обучающими программами на уроках иностранного языка включают: изучение лексики; отработку произношения; обучение диалогической и монологической речи; обучение письму; отработку грамматических явлений.

На уроках английского языка с помощью средств ИКТ представляется возможным решение целого ряда дидактических задач: формирование навыков и умения чтения, используя материалы глобальной сети;

совершенствование умения письменной речи школьников; пополнение словарного запаса учащихся; формирование у школьников устойчивой мотивации к изучению английского языка.

Работа со средствами ИКТ не только способствует повышению интереса к изучению английского языка, но и дает возможность регулировать использование учебных задач по степени трудности, поощрение правильных решений, позволяет ученику довести решение задачи до конца, опираясь на необходимую помощь.

В настоящее время на уроках английского языка часто используют такие средства обучения, как презентации, видеоролики, аудиоматериалы, ресурсы сети Интернет, обучающие компьютерные программы (использование таких обучающих программ как, например, «Tell me more» в практике обучения стало обычным явлением), интерактивная доска. Они позволяют активизировать познавательную деятельность школьников, развить их творческие способности, инициативность и мотивацию к обучению, создать условия для успешного овладения языком.

Среди множества обучающих компьютерных программ по английскому языку для учащихся младших классов средней школы учителю в настоящее время необходимо по особым критериям и качествам каждой программы отобрать те, которые отвечают современным педагогическим требованиям и одновременно интересны ученику. Используя обучающие компьютерные программы на уроках английского языка учащихся младших классов средней школы, необходимо учитывать особенности каждой программы в отдельности и применять её в определенной части урока. Так, например, существуют обучающие программы, которые не обладают возможностью продолжения игры с достигнутого уровня или результата, безусловно, это большой недостаток таких обучающих программ, поскольку возможно ученик не сможет охватить все тонкости изучаемой темы. Также во многих обучающих программах отсутствует возможность организации информационного взаимодействия в распределенном режиме, в тоже время, среди обучающих программ, обладающих этой функцией, встречаются такие, в которых обучающийся может создать своего героя полностью или его индивидуальный образ, непохожий ни на какой другой (так в обучающей программе «Tell me more» ученик может создать абсолютно сказочного персонажа с телом божьей коровки и головой человека, и этот образ будет сопровождать ученика на протяжении всей игры, а в обучающей программе «Антошка: Рецепты Английского» ученик создает лицо своего персонажа, который в игре будет олицетворять самого ученика).

Обучающая компьютерная программа должна обладать свойствами мультимедийности и интерактивности, она должна учитывать режим труда и отдыха учащегося младших классов. Существуют обучающие программы, в которые встроена система распознавания речи, ориентированная на проверку правильности произношения иностранной речи учащимся. Подобные программы реагируют на тон, звуки, которые произносит обучающийся и тем самым тренирует свои речевые навыки. Ряд обучающих компьютерных программ не обладает функцией контроля и мониторинга успеваемости ученика, также важно наличие такой функции, как оценивание результата прохождения того или иного задания учащимся. Необходимо отметить, что так называемые оценки могут выставляться как в явном виде – общее количество набранных баллов за уровень на фоне максимального количества возможных баллов или специфический символ, использующийся в конкретной игре (так, например, в обучающей программе «Tell me more», используется цветок, высота которого говорит о количестве допущенных ошибок учащимся), по которому можно судить о качестве конечных результатов, которые достиг ученик, так и в неявном виде – система награды за прохождение уровня, вне зависимости от количества допущенных в ходе его выполнения ошибок, выражение определенных похвальных одобрительных фраз в устной форме героем обучающей игры. Немаловажную роль для учащегося младших классов играет наличие сюжетной линии в обучающей игре. Существуют игры, которые представляют собой довольно упрощенный набор определенных упражнений и комплексов для тренировки различных аспектов языка, а существуют такие обучающие компьютерные программы, в которых упражнения представляют собой определенные миссии, где необходимо помочь, а иногда даже спасти, главного героя. Обучающие компьютерные программы с наличием сюжетной линии воспитывают в учащемся благородные качества, такие как доброта, отзывчивость, чувство ответственности за своего героя.

Рассмотрим наиболее используемые обучающие компьютерные программы при изучении английского языка учащимися начальных классов. Например, «Azбука Pro» – программа, предназначенная для обучения детей от 3 до 7 лет русскому и английскому алфавиту, основам чтения и счёта в игровой форме. Основной принцип обучения – нахождение пар букв или слогов с произношением текущей выделенной буквы или слога. При регулярных занятиях по 2-3 упражнения в день в течение трех месяцев ребёнок выучит весь алфавит. При этом программа обладает дополнительными возможностями - обучение цифрам от 0 до 20 и слогам. Высокая степень обучения достигается за счёт обучения азбуке в игровой форме и включением в процессе игры памяти ребёнка. Буквам сопоставляются соответствующие звуки (за исключением твёрдого и мягкого знаков), а не "классическое" произношение букв, так как конечной целью является обучение ребёнка чтению. Есть возможность выбора мужского или женского голоса. Ведётся статистика количества сделанных упражнений и нажатий на буквы. Имеется выбор из пяти цветовых схем.

Обучающая программа «BBC Muzzy Interactive» - мультипликационный телекурс английского языка для детей, предоставленный телеканалом [BBC](#). По сути, это сегментированный мультфильм с анимационными обучающими вставками, которые в простой, ненавязчивой форме знакомят зрителей с азами английского языка. К видеокурсу прилагается обучающая компьютерная программа по английскому языку. Увлеченно погружаясь

в приключения и квесты, ребенок изучает английский язык весело и непринужденно. Обучающая компьютерная программа имеет четыре части – начиная с простого уровня и заканчивая сложным. Как и мультфильм «Muzzy» обучающая компьютерная программа направлена на изучение английского языка в игровой форме, во время игры ребенку предлагаются несколько вариантов ответа. Для того чтобы выбрать правильный ответ, ученик должен прочитать предлагаемые варианты – закрепляются навыки чтения. Ученик выбирает правильный ответ – компьютер озвучивает – восприятие иностранной речи на слух. Тщательно продуман грамматический блок – упражнения разнообразные, логически обоснованные. В процессе игры не только отдельные слова, но целые предложения легко запоминаются ученику, он может говорить по-английски о цветах, временах года, животных, природных явлениях, игрушках и играх, учится знакомиться и приветствовать других.

Лексикон обучающей компьютерной программы «*Hello, Бу. Английский для малышей*» составляет более 150 английских слов и выражений, озвученных носителями языка, к наиболее значимым особенностям обучающей компьютерной программы следует отнести её страноведческую направленность, благодаря которой в ученике воспитывается толерантность к культуре чужой страны, приобретаются знания об исторических особенностях жизни населения страны изучаемого языка.

В обучающей программе «*Алиса. Английский в Стране Чудес*» ученики могут не только поиграть с любимыми героями, но и послушать и почитать отрывок из замечательной книги Л. Кэрролла «Алиса в Стране Чудес» на языке оригинала. Сюжетная линия обучающей программы создана по мотивам знаменитой сказки-фантазии Л. Кэрролла, она делает процесс изучения английского языка удивительным приключением. В путешествии по волшебной стране ученика сопровождает главная героиня истории – Алиса, в Стране Чудес их ждут захватывающие события и чудесные открытия. Увлекательные мини-игры разного уровня сложности позволяют детям от 5 до 8 лет, приступающим к изучению английского языка, закрепить знание алфавита и выучить слова на самые распространенные темы. Ученики знакомятся с названиями животных и растений, предметов одежды и чисел, при этом взрослые могут следить за процессом обучения своего ребенка исходя из данных отчета, который формируется по результатам выполнения заданий. Обучающая компьютерная программа отличается хорошей 3D-графикой, знакомыми персонажами и фантастической атмосферой. Имеется несколько уровней сложности – для детей разного возраста и уровня подготовки. В обучающей программе в общей сложности 15 мини-игр, объединенных общим сюжетом, имеется иллюстрированный английский алфавит. В обучающей программе лексика подобрана с точки зрения использования в повседневной жизни, содержатся голосовые и анимационные подсказки, а также возможность наблюдения за успехами ребенка, при этом в обучающей программе продуман рекреационный момент, основывающийся на внутреннем ощущении ученика, готов ли он продолжать обучение, способен ли продолжать по физическим возможностям или ему необходим отдых.

«*Английский для детей: Дома и во дворе*» - уникальная обучающая компьютерная программа, с которой ученик делает первые шаги в изучении английского языка. Решая веселые задачки, учащиеся запоминают первые английские слова, развивают память, приобретают навыки обращения с компьютером. Обучающая компьютерная программа разработана в форме игры, не требует начального знания языка, сюжетная линия отсутствует. В обучающей программе более ста английских слов, несколько уровней сложности подачи материала.

«*Английский для детей: Я и моя семья*» – обучающая программа, в игровой форме учит ребенка азам английского языка, при этом формирует начальный словарный запас (более ста слов по темам: семья, строение человека, одежда, цвета, цифры и многое другое). Развивает зрительную память, логическое мышление и навыки работы с компьютером. Игра разработана лучшими западными педагогами и лингвистами и переведена на русский язык при участии российских специалистов. Обучающая компьютерная программа разработана в форме игры, не требует начального знания языка, сюжетная линия отсутствует. В обучающей программе более ста английских слов, несколько уровней сложности подачи материала.

«*Занимательный английский для детей*» – программа разработана таким образом, будто ученик находится в гостях у старого морского волка, ученикам предстоит узнать английский язык благодаря красочно оформленным играм и заданиям, которые спрятаны в интерьере логова героя обучающей компьютерной программы. Задания имеют разную сложность: от самых простых – на угадывание слова по картинке – до сложных, на написание пропущенных букв в предложении. Познавательные игры и система наград за их прохождение увлекают ученика и повышают его мотивацию в изучении английского языка. Обучающая компьютерная программа рассчитана на детей от 6 до 12 лет, с лёгкостью может быть использована при изучении лексики на всевозможные темы на уроках английского языка в начальной школе, то есть с учениками, которые уже могут читать, и знают некоторые слова. Обучающая компьютерная программа нацелена на увеличение словарного запаса учеников, для достижения этой цели в обучающей компьютерной программе 12 игр на запоминание и повторение слов и предложений. Яркое и красочное оформление заданий помогут ученику в запоминании иностранной лексики, также в обучающей компьютерной программе тщательно продуман простой и понятный интерфейс, с освоением которого не должно возникнуть никаких проблем у учеников младших классов средней школы. Система наград за каждую игру заинтересует ученика и привлечет его к повторному прохождению, которое не будет каждый раз одинаковым.

Обучающая компьютерная программа «*Tell me more*» при установке позволяет выбрать желаемый вариант английского языка для изучения: британский или американский. Сюжет обучающей программы

заключается в том, что ученик в сопровождении двух забавных друзей Альберта (исследователя) и Калико (попугая) исследует загадочный мир «Правильного английского». Курс предлагает 200 заданий; 140 игр; 35 мультфильмов на английском языке, которые ученик может озвучить самостоятельно, чем улучшит свое произношение и интонацию, поскольку в программу встроена функция проверки правильности произношения иностранной речи; 25 песенок-караоке, разучив которые ученик сможет записать свой вариант исполнения песни, сохранить его и в любой момент вернуться к его прослушиванию. Коммуникативная методика совмещена с системой распознавания речи: вовлечение в диалог; поэтапное использование новых слов; увлекательные сюжеты; игры, мультфильмы, караоке. Данная обучающая компьютерная программа помогает не только изучить английский язык, но и развить наблюдательность, память, логическое мышление, способность классифицировать, в каждом разделе (в играх, мультфильмах и караоке) все задания имеют три уровня сложности:

Таким образом, использование средств ИКТ помогает реализовать личностно-ориентированный подход в обучении, обеспечивает индивидуализацию и дифференциацию с учетом особенностей детей, их склонностей и уровня обученности. Изучение английского языка с помощью обучающих компьютерных программ вызывает огромный интерес у учащихся, кроме того, позволяет полностью устранить одну из важнейших причин отрицательного отношения к учебе – неуспех, обусловленный непониманием материала или пробелом в знаниях, именно этот аспект и пренебрежен авторами многих обучающих компьютерных программ. Обучаемому предоставлена возможность использовать различные справочные пособия и словари, которые можно вызвать на экран одним щелчком мыши, работая со средствами ИКТ на уроке, ученик получает возможность довести решение задачи до конца, опираясь на необходимую помощь.

Использование обучающих компьютерных программ на уроках английского языка в младших классах предполагает порционную подачу языкового материала, его пошаговую отработку в соответствии с заданным алгоритмом действий, пошаговый контроль и оказание помощи учащемуся. Работа с обучающими компьютерными программами на уроках иностранного языка включает: изучение лексики; отработку произношения; обучение диалогической и монологической речи; обучение письму; отработку грамматических явлений.

Литература

1. Александров К.В. Компьютерная программа для формирования лексической компетенции при изучении иностранного языка // Иностранные языки в школе. – 2010. – №6. – С. 70-77.
2. Первин Ю.А. Дистанционное обучение младших школьников: опыт, проблемы, перспективы.// Труды большого московского семинара по методике раннего обучения информатике. – М.: Изд-во РГСУ, – 2008. С.134-139.
3. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технический аспекты). 2-е издание, дополненное. – М.: ИИО РАО, 2008. – с. 246.
4. Соколова, И.В. Социальная информатика (социологические аспекты) / И.В.Соколова. – М.: Союз, – 1999. – 208с.
5. Соколова И.В. О формировании концепции раннего обучения информатике: социально-педагогический подход.// Труды большого московского семинара по методике раннего обучения информатике. – М.: Изд-во РГСУ, – 2008. С.180-187.

НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ УЧРЕЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Зубкова Л.Г.

Москва, ФГНУ «Институт информатизации образования» Российской академии образования

Рассмотрены проблемы обучения специалистов технического профиля в системе среднего профессионального образования. Предложены основные направления стратегического развития учреждений среднего профессионального образования на примере ГБОУ СПО «Московский технический колледж».

Secondary vocational education technical profile innovative directions development. Subkova L.G.

Secondary vocational education technical specialists educational problems are considered in the article. The basic directions of secondary vocational education strategic development were offered. FSBEI HPE "Moscow Technical College" was taken as an example.

Развитие радиотехнических, телекоммуникационных и информационных технологий заявлены Российским государством в числе наиболее приоритетных направлений модернизации экономики. Отрасль динамично развивается в различных регионах Российской Федерации, в том числе и в Москве, что отражено в стратегических программах развития: концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года; государственной программе «Стимулирование экономической

активности» на 2012–2016 годы; Федеральной целевой программе развития образования на 2011-2015 годы; Городской целевой программе развития образования «Столичное образование»; подпрограмме «Москва – инновационная столица России».

Современное состояние в области электронной техники характеризуется широким применением высокоэффективных цифровых технологий на всех участках сети связи. Интенсивное внедрение информационных и коммуникационных технологий в радиотехнических системах и устройствах вызвало потребность в специалистах новой квалификации – радиотехниках, специализирующихся в области компьютерных систем, и программистах, владеющих основами радиотехники.

Создаваемая в Москве инновационная инфраструктура остро нуждается в таких специалистах, расширенный набор компетенций которых позволит им быстро адаптироваться в условиях перманентного развития производственных технологий и усложнения профессиональной деятельности. Государственное бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Московский технический колледж» (ГБОУ СПО МТК) работает над созданием такой эффективной системы подготовки квалифицированных, конкурентоспособных специалистов для предприятий и организаций всех отраслей промышленности на основе гармоничного сочетания высокого качества обучения и объективности оценки его результатов.

Основой образовательного процесса ГБОУ СПО «Московский технический колледж» являются принципы плановости, системности, преемственности и непрерывности. На современном этапе возникает необходимость в разработке новых подходов к развитию колледжа с учетом динамично изменяющихся условий и современных факторов образовательной и рыночной среды, тенденций в развитии системы среднего профессионального образования (СПО).

Существуют теоретические исследования адаптации системы среднего профессионального образования к рыночной экономике (С.И.Вершинин, О.Г.Грохольская, Н.Н.Михайлова, Е.И.Тупикин, Л.А.Харисова, О.Б.Читаева и др.), но еще не удалось создать цельной теории по созданию модели учебного заведения среднего профессионального образования, полностью отвечающей запросам современного общества, экономики и социальной сферы. Именно поэтому возникла необходимость в поиске пути развития колледжа, т.к. современные отношения между системой подготовки кадров и рынком труда, а также работодателями не отвечают запросам государства и общества.

Стратегической целью является устойчивое развитие колледжа как современного учебного заведения, предназначенного для кадрового обеспечения предприятий и организаций различных отраслей промышленности на основе повышения эффективности и качества образовательного процесса, развития интеллектуальных и материальных ресурсов, расширения интеграционного взаимодействия колледжа с регионами Москвы и Московской области, с ведущими отечественными предприятиями и организациями.

Для достижения этой цели необходимо решение следующих задач:

- обоснование и реализация эффективной конкурентной стратегии на рынке образовательных услуг, учитывающей собственные конкурентные преимущества и основных участников конкурентной борьбы, потребности рынка в инновационных проектах и их реализацию, интересы потребителей услуг колледжа (населения, образовательной сферы, государства, общества);
- формирование системы подготовки квалифицированных кадров в направлении более гармоничного сочетания запросов личности, реальных потребностей рынка труда и перспектив развития образования и общества в целом;
- изменение содержания подготовки и его качественное обновление для перехода на модель опережающего образования, обеспечивающую развитие личностно-профессионального потенциала и мобильности молодых специалистов;
- обеспечение рациональной реорганизации с целью мобилизации и интеграции внутренних интеллектуальных, материально-технических, творческих ресурсов развития колледжа;
- создание лабораторной, экспериментальной и спортивно-оздоровительной базы для подготовки современных специалистов;
- расширение взаимодействия колледжа с субъектами социального партнерства;
- развитие качественных характеристик преподавательского и студенческого коллективов на основе сбалансированной кадровой политики, формирования адекватных социальных пакетов поддержки;
- создание механизмов привлечения внешних финансовых, материальных и гуманитарных ресурсов для развития колледжа и формирование привлекательного имиджа колледжа и благоприятного инвестиционного климата для бизнес-окружения.

Стратегическим направлением в инновационном развитии Московского технического колледжа является постепенный переход на качественно новый уровень организации всех составляющих образовательного процесса и преодоление ограничений, обусловленных современным социально-экономическим развитием России, при этом наиболее важным является сохранение накопленного педагогического потенциала и духовно-нравственных традиций колледжа.

Основными направлениями в стратегическом развитии Московского технического колледжа являются:

- реализация инновационной образовательной деятельности, ориентированной на подготовку специалистов, обладающих комплексными современными техническими знаниями и способных применять

свои знания в новых социально-экономических условиях российской действительности;

- разработка инновационных учебных программ в рамках действующих ФГОС СПО по специальностям колледжа, формируя конкурентоустойчивые признаки образовательных услуг: потребительскую ценность, уникальность, новизну; адаптированность образовательных программ к требованиям рынка труда; учет цикла восполнимости кадровых ресурсов;

- осуществление программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов с учетом имеющихся инновационных технологий при постоянно нарастающей сложности решаемых задач и непрерывно изменяющихся условий их решения;

- разработка прогнозных моделей квалифицированных кадров на основе стратегического планирования их профессиональных компетенций для предприятий, организаций и учреждений (государственных и негосударственных);

- разработка программ и методик дистанционной подготовки, повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов технического профиля на основе современных средств ИКТ;

- разработка и использование в инновационной образовательной деятельности компьютерных имитационных комплексов, обеспечивающих моделирование реальных производственных ситуаций, технологий и методических систем их реализации.

Многолетние традиции, квалифицированный преподавательский коллектив, достаточная по своему потенциалу материально-техническая база позволяют Московскому техническому колледжу превратиться в ведущее учебное заведение по кадровому обеспечению предприятий, организаций и учреждений Москвы и Московской области для технического обслуживания, системного администрирования, разработки и сопровождения программного обеспечения и вычислительной техники и др.

Новые требования к качеству образования в ближайшие годы связаны с задачами интеграции России в общеевропейское и мировое пространство профессионального образования, обеспечения признания российских дипломов на мировом рынке образовательных услуг. Для достижения этой цели коллектив колледжа должен обеспечить постоянную готовность к внешнему мониторингу своей деятельности по широкому кругу параметров.

Приоритеты развития Московского технического колледжа определяются в соответствии со стратегическими, концептуальными направлениями.

К первому направлению относится развитие качества подготовки специалистов для предприятий, организаций и учреждений различной отраслевой направленности независимо от их организационно-правовых форм, соответствующего статусу колледжа инновационного типа. Реализация этого направления предполагает следующие приоритеты: внедрение научных исследований, составляющих содержательную часть программ обучения в колледже, разработку и внедрение образовательных программ и реализацию учебной деятельности, а также обеспечение качества образовательных программ и учебного процесса на уровне отечественных и международных (европейских) стандартов; организация и проведение совместных с отечественными и зарубежными колледжами научно-исследовательских работ и разработка новых образовательных программ с учетом развития потребностей рынка труда; обеспечение доступности образования на основе использования сетевых технологий и принципа оказания образовательных услуг «Колледж к потребителю»; проведение постоянных маркетинговых исследований рынка образовательных услуг по изучению спроса на образовательные программы, реализуемые в колледже и расширения перечня направлений и специальностей; постоянная готовность Московского технического колледжа к участию в оценках по российским и международным рейтингам.

Второе направление связано с достижением устойчивого экономического состояния и развития системы управления, отвечающей возможностям и задачам колледжа, а также с развитием и модернизацией системы организационного управления колледжем. Для реализации данного направления определены следующие приоритеты: изыскание новых и рациональное использование имеющихся источников финансирования деятельности колледжа, включая:

- повышение эффективности деятельности специализированных подразделений (центров, лабораторий, мастерских), нацеленных на разработку и коммерческое внедрение научно-технических результатов, предоставление услуг традиционным потребителям сферы образования;

- поиск и системную работу с новыми перспективными заказчиками образовательных услуг;

- привлечение спонсорской и меценатской помощи со стороны заинтересованных организаций и лиц, выпускников колледжа и других, развитие частно-государственного партнерства;

- привлечение иностранных студентов на обучение в колледж;

- получение дополнительных финансовых ресурсов за счет интенсивного развития услуг дополнительного образования;

- реализацию мероприятий по снижению нерациональных затрат на всех направлениях научно-образовательной деятельности в колледже и поиск дополнительных источников финансирования научно-педагогической деятельности.

- разработку системы эффективной мотивации трудовой деятельности преподавателей и сотрудников учебно-вспомогательных подразделений с целью повышения ее эффективности, закрепления кадров и поддержки молодых педагогов;

- совершенствование системы оценочных показателей качества работы каждого структурного подразделения и всех сотрудников колледжа.

Третье направление направлено на формирование стратегических партнерств и структурирование профессионального сообщества и равноправное вхождение в отечественную и мировую образовательную среду.

Реализация третьего направления задает следующие приоритеты: формирование вокруг колледжа сообществ российских преподавателей-исследователей, методистов и практиков, передовых научных и образовательных центров в профильных областях для распространения и эффективного применения передовых педагогических знаний и практик и совместной (согласованной) деятельности. В связи с этим необходимо:

- добиться общественной аккредитации колледжа как инновационного научно-педагогического центра, ответственного за разработку и предоставление ежегодного научно-аналитического доклада о развитии технических специальностей в системе СПО и путях повышения их конкурентоспособности в условиях глобальной конкуренции;
- организовать деятельность ассоциаций и объединений в сфере научно-технических исследований, созданных на базе Московского технического колледжа;
- активизировать и расширять спектр контактов с ведущими отраслевыми научными центрами и авторитетными учеными в профильных для колледжа областях знаний;
- активизировать контакты с ведущими специалистами-практиками сферы технического образования и услуг для непрерывной актуализации научных и образовательных задач, стоящих перед колледжем;
- расширять профессиональные научные контакты с крупнейшими техническими колледжами и вузами с целью совместного осуществления исследовательских проектов;
- регулярно проводить обмен опытом учебных подразделений колледжа с ведущими российскими педагогами и специалистами-практиками, в том числе в ходе проведения научно-практических конференций и других мероприятий.

б) активизация международной деятельности колледжа, интернационализация образовательно-научной деятельности, вхождение в европейскую и мировую образовательную среду:

- расширение долгосрочных контактов и сотрудничества с зарубежными колледжами и научными центрами в целях участия в международных проектах и программах, повышения академической мобильности, равноправного вхождения в европейскую и мировую научную и образовательную среду;
- активизация деятельности по программе «Двойной диплом» и программам повышения квалификации и переподготовки кадров;

Четвертое направление связано с формированием кадровой, материальной, информационно-технологической и технической базы, адекватной стратегической цели деятельности колледжа. Реализация этого направления определяет следующие приоритеты:

а) дальнейшее формирование и укрепление кадрового потенциала колледжа, включая:

- к 2015 году обеспечение своевременного замещения на конкурсной основе молодыми педагогическими кадрами, выпускниками педагогических и технических вузов города Москвы коллег, уходящих по возрасту из колледжа;
- совершенствование системы проведения аттестации педагогических и учебно-вспомогательных работников колледжа;
- обеспечение своевременной переподготовки и повышения квалификации педагогических кадров колледжа на базе лучших педагогических колледжей и вузов России, а также путем проведения стажировок их в учебных заведениях и на предприятиях Москвы и Московской области;
- эффективное использование педагогического потенциала колледжа. Исключение в учебном процессе факта замещения преподавателей внешними совместителями;
- осуществление эффективных мер по закреплению молодых педагогических работников в колледже;

б) развитие и совершенствование учебно-материальной базы колледжа, в том числе:

- обеспечение отделений, ПЦК и подразделений колледжа необходимым современным оборудованием;

в) развитие и совершенствование информационно-технологической и технической базы колледжа, в том числе:

- приобретение оборудования, обеспечивающего современный уровень технологий преподавания;
- приобретение технологического и технического оборудования, необходимого для получения современных и опережающих научно-педагогических результатов;
- оснащение колледжа передовой компьютерной и сетевой техникой и программным обеспечением, позволяющим в полном объеме реализовать концепцию единого информационного пространства колледжа, использовать в научных исследованиях, преподавательской и управленческой деятельности современные достижения в области информационно-коммуникационных технологий;
- дальнейшее развитие информационной и издательской деятельности колледжа, в том числе с использованием передовых электронных технологий;
- дальнейшую работу по обеспечению необходимого уровня владения передовыми образовательными технологиями всего преподавательского состава колледжа.

Концепция стратегического развития Московского технического колледжа разработана с учетом современных достижений и инновационных тенденций российского и зарубежного образования и основывается

на выявлении ключевых компетенций и факторов развития колледжа, а также направлена на обеспечение общественно значимого эффекта от внедрения инновационных принципов во все базовые сферы жизнедеятельности колледжа.

Литература

Российское образование 2020: модель образования для экономики, основанной на знаниях. Издательский Дом ГУ ВШЭ, М., 2008.

Тенденции и многосценарность развития среднего профессионального образования в XXI веке. Под ред. Г.И.Ибрагимова. Казань, 2001.

Глушенко А.А., Зеленова Г.В., Иванцов В.В., Медведев В.П., Николаев В.А. Теоретические основы сертификации специалиста. – М.: МПА-ПРЕСС, 2006 – 259 с.

ФОРМИРОВАНИЕ КОНТЕНТА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Первезенцева Э.А.

Омск, НОУ ВПО «Омский юридический институт»

Рассмотрены цели, сроки формирования контента распределенного информационного ресурса образовательного назначения, его особенности и структура, используемые методы обучения.

The formation of content of network information educational resource. Pervezentseva E.A.

The investigations let determinate the purpose and the time of the formation of content of network information educational resource, the features and the structure, teaching methods used.

На сегодняшний день нет однозначного определения понятия электронный учебный контент в связи с нечеткостью его границ. Общее у этих определений то, что понятие контента применяется электронному средству учебного назначения (электронному учебному курсу, электронному или цифровому распределенному образовательному ресурсу).

В Толковом словаре терминов понятийного аппарата информатизации образования контент, иначе «содержание информационных потоков» определяется как «содержание различных видов научно-педагогических, учебно-методических, информационных, инструктивно-организационных, нормативных, технических и других материалов, представленных в электронном виде» [1].

Контент - совокупность содержательных элементов, представляющих объекты, процессы, абстракции, которые являются предметом изучения в электронном образовательном ресурсе. Контент, как правило, дополняется элементами управления, которые позволяют перемещаться по содержательному массиву, т.е. переходить от одного его фрагмента к другому. Организацию нелинейного перемещения с помощью этих элементов принято называть *навигацией*.

Выделяются виды электронного учебного контента [2]:

- вузовские или школьные электронные курсы;
- корпоративные электронные курсы;
- курсы для поддержки очных и заочных тренингов;
- курсы широкого профиля для коммерческой продажи на CD/DVD;
- курсы от вендоров (поставщиков товаров и услуг).

Поговорим подробнее о вузовском электронном учебном контенте и особенностях его формирования.

Объем

Часы – покрытие семестровой учебной дисциплины (соответствие уровню подготовки высшего образования). «Электронный курс, чтобы полностью, по Государственному образовательному стандарту, покрывать семестровую учебную дисциплину должен иметь объем текстовой части около 10 авторских листов или (с учетом дополнительных материалов, тестов, глоссария и т.п.) — около 0,5 млн знаков».

Время

Курс должен быть актуален не менее 5 лет (время смены стандартов).

Цели обучения

Передача учащемуся определенных знаний, выработка умений и навыков, приобретение компетенций, получение высшего образования (формирование полученных знаний в цельную структуру или образ, имеющих собственную ценность).

Представление материала

Главное в представлении материала вузовской дисциплины — показать ее структуру во всей полноте.

В основе логики подачи материала может лежать сетевая структура тезисов, сетевая структура семантических связей. «Представление курса в виде сетевой структуры тезисов — это особенность вузовского

учебного контента. В такой структуре можно придумать любое количество иерархий, произвольно назначив нужный узел сети корневым и разорвав ненужные связи. Такая структура легко может становиться открытой, встраиваясь в другие сети — сеть библиотеки других электронных курсов и сети внешних ресурсов знаний — таких как Википедия, картографические сервисы, другие общеобразовательные и специализированные энциклопедические ресурсы Интернета» [2].

Возможности для отображения структуры материала: традиционный гипертекст; применение дизайна страницы и элементов верстки для различного отображения разных уровней иерархии и разных структурно логических единиц курса; всплывающие окна с дополнительным материалом; раздвигающийся текст (контент поделен на уровни); интерактивные элементы, показывающие новую порцию учебного материала после произведения учащимися того или иного действия; мультимедиа-элементы курса (анимированные оглавления и средства навигации, открывающаяся иерархия, всплывающие смысловые слои, звуки-события и звуковое оформление операций).

Процесс обучения

В центре процесса обучения находится самостоятельная познавательная деятельность обучаемого (учение, а не преподавание). Задача преподавателя – помогать слушателям успешно овладевать знаниями и навыками, консультировать слушателей, давать им обратную связь, поддерживать мотивацию.

Организация самостоятельной (индивидуальной или групповой) деятельности обучаемых в сети предполагает использование новейших педагогических технологий, адекватных специфике данной формы обучения, стимулирующих раскрытие внутренних резервов каждого ученика и одновременно способствующих формированию социальных качеств личности. Наиболее удачны в этом отношении обучение в сотрудничестве (для активизации познавательной деятельности каждого ученика в сетях), метод проектов (для творческого интегрированного применения полученных знаний), исследовательские, проблемные методы.

Самостоятельное приобретение знаний не должно носить пассивный характер, напротив, обучаемый с самого начала должен быть вовлечен в активную познавательную деятельность, не ограничивающуюся овладением знаниями, но непременно предусматривающую их применение для решения разнообразных проблем окружающей действительности.

Рекомендуется использование активных методов обучения таких, как выполнение заданий в учебных материалах, нацеленных на решение собственной практической ситуации, активное конспектирование, выполнение письменных заданий по практической ситуации студента, групповые обсуждения в Интернет и т. д.

Процесс обучения включает некоторые обязательные виды работ: работа с текстами лекций, учебников и пособий, электронными информационными ресурсами (электронной библиотекой); текущий контроль; дискуссия – виртуальный семинар и анализ конкретных профессиональных ситуаций (case-study); письменные задания (контрольная или курсовая работа, эссе, реферат). Упор делается не на традиционный семестровый экзамен, а на серии работ прикладного характера, побуждающих не учить тексты, а творчески и активно осваивать информацию.

В основном, образовательный процесс строится на применении специальных программных средств и продуктов:

1. Аудио- или видео-лекция позволяет, с одной стороны, преподавателю тщательно подготовить излагаемый материал, а студенту прослушать просмотреть такой материал в удобное для него время. Дополнительное преимущество - отсутствие эффекта «усталости» преподавателя, контроль качества преподавания.

2. Консультация — один из видов учебных занятий в системе образования и повышения квалификации; проходит, как правило, в форме беседы преподавателя с учащимися и имеет целью расширение и углубление их знаний. Наиболее удобной программной платформой для обеспечения консультаций является система программного обеспечения, разделенная на 2 части. Первая часть позволяет студентам направлять преподавателю вопросы, а вторая часть ретранслирует ответы преподавателя всем находящимся на консультации студентам (ICQ, Skype, интернет-радио, электронная почта).

3. Практическое занятие — это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. Главной целью практических занятий является усвоение метода использования теории, приобретение профессиональных (практических) умений, необходимых для изучения последующих дисциплин. Результатом практического занятия, как правило, является составленный документ (текстовый документ, электронная таблица и пр.).

4. Многоступенчатый корректирующий контроль результатов обучения, нацеленный на поддержку слушателя. Система контроля должна носить систематический характер и строиться как на основе оперативной обратной связи (предусмотренной в структуре учебного материала, оперативного обращения к преподавателю или консультанту курса в любое удобное для обучаемого время), автоматического контроля (через системы тестирования) так и отсроченного контроля (например, при очном тестировании). Текущий контроль знаний студентов, в основном, проходит в форме тестирования. До прохождения тестирования студент имеет возможность поработать с тестовой системой в специальном режиме тренинга.

В заключение несколько слов об условиях эффективности осуществления разработки распределенного ресурса образовательного назначения. Необходима строгая стандартизация контента (авторских материалов, методической составляющей, конечного продукта), унификация дизайна (дизайн должен быть разработан для

всей серии курсов), четкая организация и формализация всех бизнес-процессов создания электронного контента [2]. Немаловажную роль играет подбор и обучение кадров, участвующих в разработке контента.

Литература

1. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования. – М.: ИИО РАО, 2009. – 96 с.
2. Электронный учебный контент/ П. Каллиников - [электронный ресурс] – свободный доступ: <http://e-college.ru/elearning/analytics/a0006/>

Симпозиум 2
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА И
МОДЕЛЕТЕКИ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

Абалов Н.В., Губарев В.В.
Новосибирск, НГТУ

Предложено использовать вариативное моделирование, основанное на совместном применении сингулярного спектрального анализа и метода моделетеки для получения аналитических модельных представлений временных рядов, сочетающих адекватность, компактность и интерпретируемость.

Use of methods of singular spectral analysis and modeleteka for the identification of time series.

Abalov N.V., Gubarev V.V.

We propose to use the variative (variant) modeling, based on the joint use of singular spectrum analysis and method of modeleteka for obtaining analytical models of time series that combines adequacy, compactness, and interpretability.

Неотъемлемым этапом исследования временных рядов является получение компактных и наглядных модельных представлений рядов. При этом используемый на данный момент инструментарий для определения структуры и модельного представления временных рядов (ВР) инфекционной заболеваемости (ИЗ) зачастую не позволяет достичь желаемого качества одновременно с простотой и интерпретируемостью полученных результатов. Во многом это вызвано тем, что ВР ИЗ имеют сложную структуру и характеризуются наличием нестационарности.

Наиболее распространённым подходом при идентификации ВР ИЗ на данный момент является двухэтапное исследование ВР [1,2]. На первом этапе изучается структура ВР с использованием периодограммного спектрального анализа (СА). На втором этапе строится модельное описание ВР с использованием полигармонических моделей. Основными недостатками такого подхода являются: необходимость предварительной обработки ВР для снижения нестационарности; фиксированность базиса разложения, состоящего лишь из гармонических колебаний.

Сингулярный спектральный анализ (ССА), сам метод и его объединение с методом «Гусеница» [3], является относительно новым методом анализа временных рядов. Среди основных сильных сторон этого метода можно отметить то, что он: не требует предположения о стационарности процесса; позволяет выделять как сложные нестационарные компоненты, в частности нелинейный тренд, затухающие колебания, так и периодические компоненты.

Его слабой стороной является отсутствие аналитического модельного представления ряда, например, в виде суммы простых функций, компактное аналитическое представление которых могло бы быть нагляднее и доступнее для интерпретации, чем совокупность большого количества компонент.

Нами предлагается подход, основанный на совместном использовании методов сингулярного спектрального анализа (ССА) и моделетеки, позволяющий получать компактное интерпретируемое модельное представление изучаемого ВР с желаемым уровнем качества. Первый этап предлагаемого подхода заключается в разложении исходного ВР с помощью ССА на набор аддитивных компонент, которые могут быть проинтерпретированы как тренд, сезонные составляющие и шумы. На втором этапе каждая из отобранных компонент идентифицируется как можно более простой и хорошо интерпретируемой, согласно цели идентификации, моделью, выбираемой из априори сформированной моделетеки [2]. В результате получается итоговая модель ряда в аддитивной, мультипликативной или аддитивно-мультипликативной форме.

Отметим, что при построении модели непосредственно на основе исходного временного ряда, выбор модели по ее сложности, форме отдельных компонент и их количества сложен и зачастую основывается на гипотетических предположениях о структуре временного ряда. Поэтому вместо выбора сложной модели и подстройки её ко всему ВР в целом, более предпочтительно выбирать и подстраивать простые проверенные модели к каждой компоненте исходного ряда по отдельности. Именно такой подход, реализованный с помощью моделетеки, используется на втором этапе.

Предлагаемый подход был испытан как на искусственных, так и на реальных данных, описывающих мутность воды в реке в городе Челябинске за 2005 год. При эксперименте на искусственных данных доля дисперсии, объясненная суммарной моделью, составила 0,94, были выделены все компоненты, заложенные в ряд. Для реальных данных получена наглядная модель с долей объясненной дисперсии 0,81. В результате применения подхода получены приемлемо адекватные и легко интерпретируемые модели, а также показана возможность варьирования модельного базиса в зависимости от целей исследователя.

Литература

- [1] Альсова О. К., Губарев В. В., Локтев В.Б. Использование вариативного моделирования при идентификации временных рядов инфекционной заболеваемости. // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах", 2011, т.11. №12 -с. 42-47.
- [2] Губарев В. В. Алгоритмы спектрального анализа случайных сигналов. – Новосибирск: Из-во НГТУ, 2005. - 660 с.
- [3] Данилов Д.Л., Жиглявский А.А. Главные компоненты временных рядов: метод Гусеница. – СПб: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1997. - 307 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОШИБОК ПРИ ВЗЛЁТЕ САМОЛЁТА

Увайсова А. С., Увайсова С. С., Авдияров А. А.

Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана, ГБОУ ВПО «СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ Ханты-Мансийского автономного округа - Югры»

В данной работе представлен метод, который обеспечивает безопасность выполнения взлета самолета, основанный на математическом моделировании и контроле изменяющихся параметров разгона.

Automated system which prevents errors during takeoff. Uvaysova A. S., Uvaysova S. S., Avdiyarov A.A.

There is a method of takeoff safety based on mathematical modeling and controlling dynamic parameters of the acceleration

«Время — самое драгоценное из всех средств», Теофраст. Поэтому люди разными способами пытаются извлечь из этого ресурса максимальную выгоду, придумывают способы его сохранения и продления. Данная мысль посетила и умы ученых и разработчиков, развивающих транспортную сферу. Так были изобретены первые паровые машины, автомобили, паровозы, летательные аппараты. На данный момент наиболее экономичным во времени является самолет. Объемы перевоза воздушным транспортом пассажиров существенно возрастают из года в год. По статистике при выполнении полетов наиболее сложными этапами для пилотов являются процессы взлета и посадки. На эти фазы приходится большая часть авиакатастроф. В подтверждение этому находится немало примеров. Например, ...

В процессе нахождения решения для уменьшения рисков была проделана работа. В статье приведено ее наглядное представление. Для реализации разработанной программы рассматривалась физика процесса взлета летательного аппарата, действующие на него силы, погодные условия, необходимые параметры.

На самолет при разбеге действуют следующие силы:

- 1) сила тяги двигательной установки P ;
- 2) сила веса самолета G ;
- 3) подъемная сила Y ;
- 4) сила лобового сопротивления Q ;
- 5) нормальная сила реакции земли N ;
- 6) сила трения пневматиков о грунт F ;

Уравнения движения самолета при разбеге будут иметь вид:

$$P - Q - F = \frac{G}{g} \cdot i_x,$$

$$Y - G + N = 0,$$

где $i_x = \frac{dv}{dt}$ – ускорение движения тела.

Из уравнения следует, что в направлении движения действует неуравновешенная сила, равная разности сил $P - (Q + F)$ и вызывающая ускорение движения. Нарастание скорости при разбеге прямопропорционально величине этой неуравновешенной силы. Сила трения колес о землю равна: $F = f \cdot N = f \cdot (G - Y)$, следовательно, сила трения в конце пробега обращается в нуль, так как при отрыве $G=Y$.

Ускорение при разбеге может быть выражено $i_x = g \cdot \frac{P - [Q + f \cdot (G - Y)]}{G}$ или $i_x = g \cdot \frac{P - (Q + F)}{G}$.

Ввиду того что сила тяги в процессе разбега изменяется незначительно, а сила лобового сопротивления Q при увеличении скорости увеличивается примерно в такой же мере, в какой уменьшается сила P , ускоряющая сила на разбеге изменяется также незначительно.

Это означает, что ускорение при разбеге сохраняется постоянным ($i_x = const$), т.е. разбег - равноускоренное движение самолета. В реальных условиях среднее ускорение сильно зависит от величины коэффициента трения, который изменяется в зависимости от состояния взлетно-посадочной полосы. Для расчетов применяется: $f^1 = \frac{(Q+F) \cdot \mu}{G}$, где f^1 - осредненная величина коэффициента трения, зависящая от состояния поверхности ВПП.

В таблице приведены величины коэффициента трения для различных взлетных полос.

Вид взлетной полосы	F	f^1
Бетон	0,03-0,04	0,06
Твердый грунт	0,05-0,06	0,06
Мягкий песчаный грунт	0,02-0,30	0,11-0,23
Сырой вязкий грунт	0,25-0,35	0,20-0,26

На основе вышеуказанных формул было реализовано программное средство, производящее моделирование полёта самолёта и последующую его проверку на ошибки.

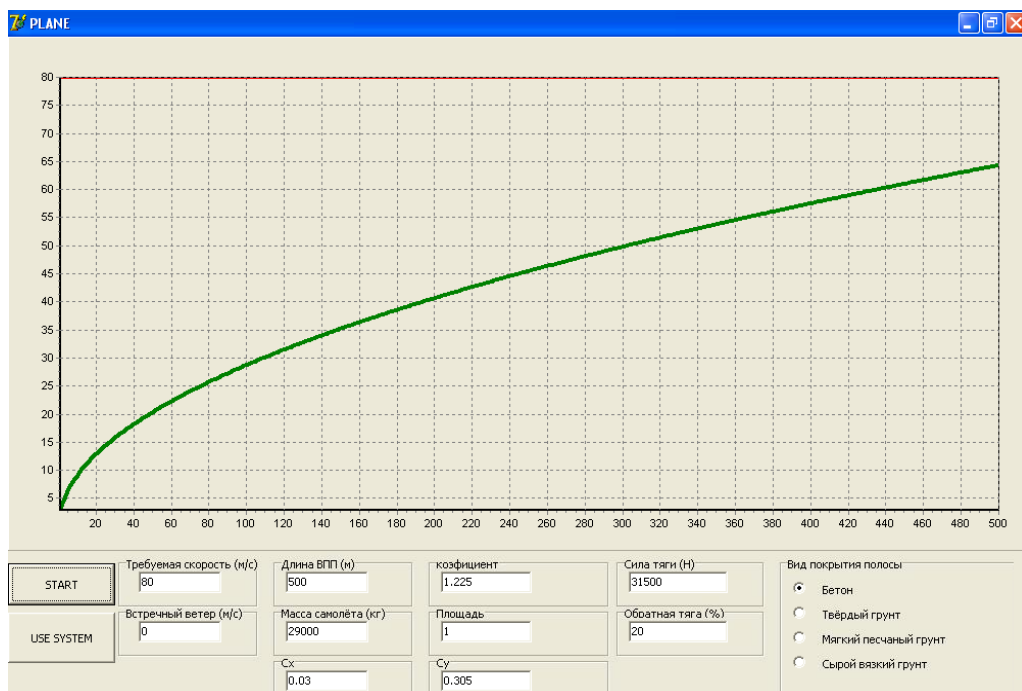


Рис. 1. Главное окно приложения. Моделирование взлёта.

При нажатии на кнопку «START», исходные данные считываются с формулы, происходит моделирование полёта с данными условиями, строится график, отображающий изменение скорости в зависимости от пройденного расстояния.

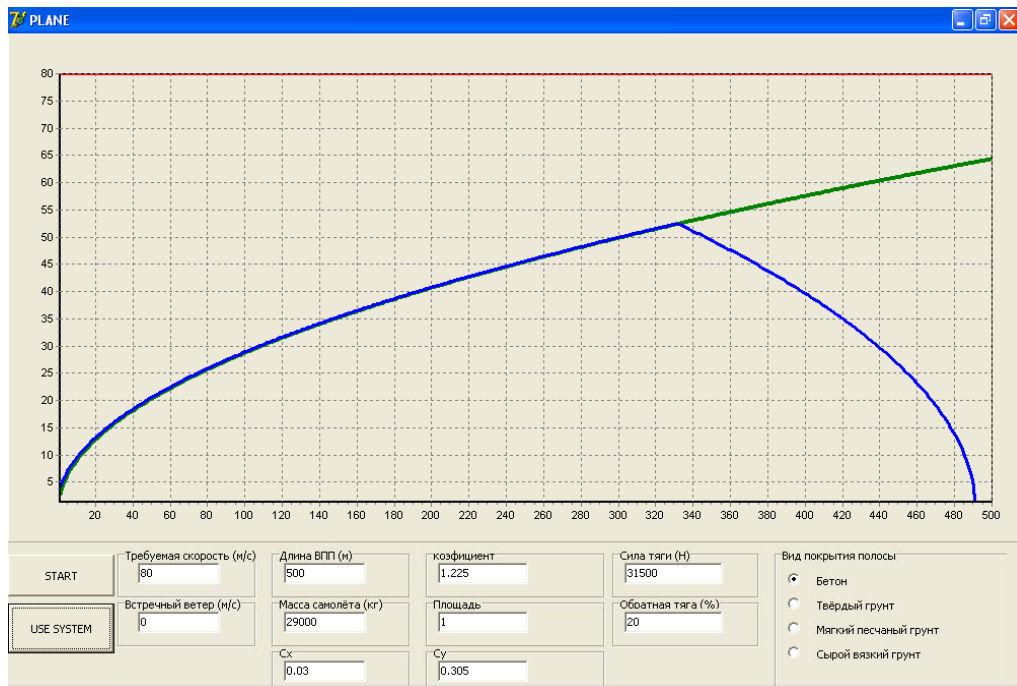


Рис. 2. Главное окно приложения. Расчёт возможности взлёта.

При нажатии кнопки «Use system» происходит постепенный анализ графика, для каждой точки программа производит параллельный расчёт 2х формул: одна из них проверяет, хватит ли оставшейся ВПП для набора требуемой скорости, вторая – хватит ли ВПП для торможения. Как только система выявляет, что условие взлёта недостижимо, принимается решение об экстренном торможении.

В ходе данной учебно-исследовательской работы была изучена предметная область – аэродинамика взлёта самолёта. Также на основе теоретических материалов было разработано программное средство, рассчитывающее возможность взлёта самолёта и предупреждающее возможные ошибки на этой стадии.

Использованные формулы пока ещё достаточно несовершенны, но уже сейчас отражают основные действующие силы и процессы и позволяют делать приблизительные расчёты. В дальнейшем планируется продолжить работу в этой области и сделать расчёт максимально точным и применимым для задач авиации.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Артюхова М. А., Полесский С. Н.
Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

Показатели надежности на ХИТ в технических условиях (ТУ) [4] даны для конкретных режимов работы и их использование для расчетов при других условиях эксплуатации дает большую погрешность. В справочниках по надежности отсутствуют сведения для расчета показателей безотказности и сохраняемости ХИТ, нет моделей прогнозирования надежности [5-9]. В статье приведена кумулятивная модель учета физических факторов, влияющих на расчетную емкость химических источников тока.

Reliability prediction of chemical power sources. Artyukhova M.A., Polesskiy S.N.

Reliability indicators for chemical current source (CPS) in the technical specifications are given for specific modes and their application in the calculation gives a large error. In references to reliability there is no information for the calculation of reliability and persistence of CPS, there is no model for calculation. The article presents a model for taking into account the cumulative physical factors affecting the estimated capacity of chemical current sources.

Многие электронные средства (ЭС), широко применяемые людьми, являются автономными и используют в качестве источника питания химические источники тока (ХИТ). Чаще всего ХИТ делят по возможности или невозможности повторного использования: первичные ХИТ (например, батарейки никель-кадмиевые), вторичные ХИТ (например, свинцово-кислотный аккумулятор) и электрохимические генераторы.

ХИТ относятся к категории сложных функциональных элементов, у которых может произойти нарушение работоспособного состояния двух видов - внезапный или постепенный отказы [2, 3]. Элементы работают до наступления первого из этих отказов. Если $P_0(t)$ - вероятность того, что за время t не произойдет

внезапный отказ, а $P_n(Z, t)$ - вероятность того, что за время t значение централизованного коэффициента запаса по емкости (ключевого параметра ХИТ) останется в пределах (заданных границах), т.е. не произойдет постепенного отказа, то, предполагая, что отказы возникают независимо друг от друга, получаем, что функция надежности ХИТ $P(Z, t)$ равна:

$$P(Z, t) = P_o(t) \cdot P_n(Z, t), \quad (1)$$

где: $P_o = \begin{cases} 0,999 \\ 0,9999 \end{cases}$ - это вероятность безотказного состояния ХИТ в момент его задействования из справочника [1], которая определена по результатам испытаний.

При определении показателей безотказности и сохраняемости, необходимо разделить модель (1) на два режима работы с учетом момента включения на разряд. Таким образом, получается следующая общая модель надежности:

$$P(Z, t) = \begin{cases} P_p(Z, t) = P_o(t) \cdot P_{np}(Z, t); \\ P_{xp}(Z, t) = P_o(t) \cdot P_{nxp}(Z, t), \end{cases}$$

где: P_{np} и P_{nxp} - определяются по нормальному закону распределения.

Ключевым параметром ХИТ, как следует из статистического анализа [1], является средняя электрическая емкость, определяемая по кумулятивной формуле:

$$C = C_t - A_t \cdot \Delta t + A_j \cdot \Delta J - A_{xp} \cdot t_{xp} - A_u \cdot N_u, \quad (2)$$

где: A_t, A_j, A_{xp}, A_u - табличные градиенты изменения емкости по температуре работы, продолжительности хранения, разрядному току и наработке в зарядно-разрядных циклах соответственно; C_t - значение средней емкости ХИТ; $\Delta t = t_\phi - 20^\circ C$, где t_ϕ - температура функционирования; $\Delta J = J_t - J_\phi$, где J_t - требуемый ток разряда, J_ϕ - фактическое значение тока разряда; t_{xp} - время хранения.

Эмпирическую модель (2) можно разделить на две составляющие в зависимости от режима работы, при условии независимости двух событий. Упрощенный вид модели расчета приведен ниже:

- для режима хранения средняя электрическая емкость определяется по формуле:

$$C(J_\phi, t_{xp}) = C_t + A_j \cdot \Delta J - A_{xp} \cdot t_{xp} \quad (2.1)$$

где t_{xp} - фактическое время хранения.

- для режима работы средняя электрическая емкость определяется по формуле:

$$C(T, \Delta J, N_\phi) = C_t - A_t \cdot \Delta T + A_j \cdot \Delta J - A_\phi \cdot N_\phi, \quad (2.2)$$

Как было показано выше, на надежность аккумулятора влияют температура окружающей среды, ток разряда, количество циклов заряд-разряд, срок хранения и условия хранения.

Построим зависимости $C(J_\phi, t_{xp})$ по модели (2.1) (см. рис. 1). Из рис. 1а видно, что с увеличением времени хранения, средняя электрическая емкость падает по линейной зависимости. С увеличением тока разряда, $C(J)$ также линейно падает (рис. 1б).

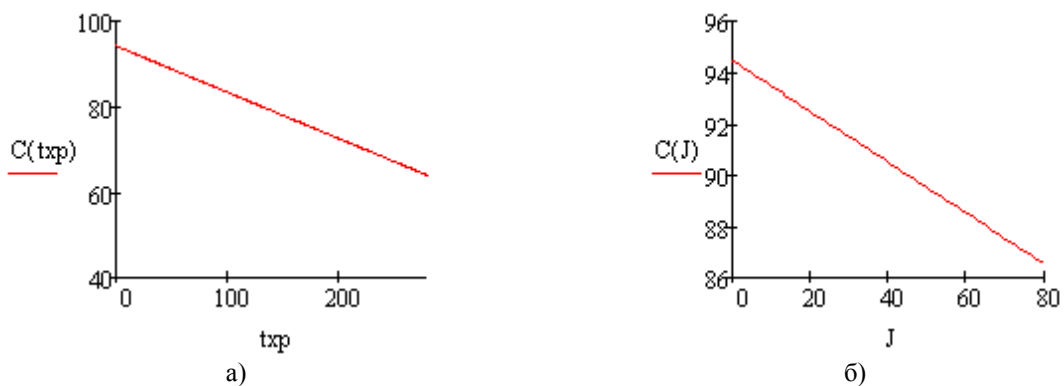


Рис. 1. Зависимость средней электрической емкости от времени хранения и тока разряда: а) $C(t_{xp})$; б) $C(J)$

Для режима работы (модель (2.2)) построим зависимости $C_p(T, N_c)$. На рис. 2а приведена зависимость $C_p(T)$, из которой видно, что до $T=+20^\circ C$ график емкости линейно растет ($T=+20^\circ C$ соответствует нормальным условиям эксплуатации), то есть в точке $T=+20^\circ C$ средняя электрическая емкость достигает своего

максимального значения, после чего начинает линейно падать. График зависимости $Cp(Nc)$ линейно падает с увеличением количества циклов заряд-разряд (рис. 2б).

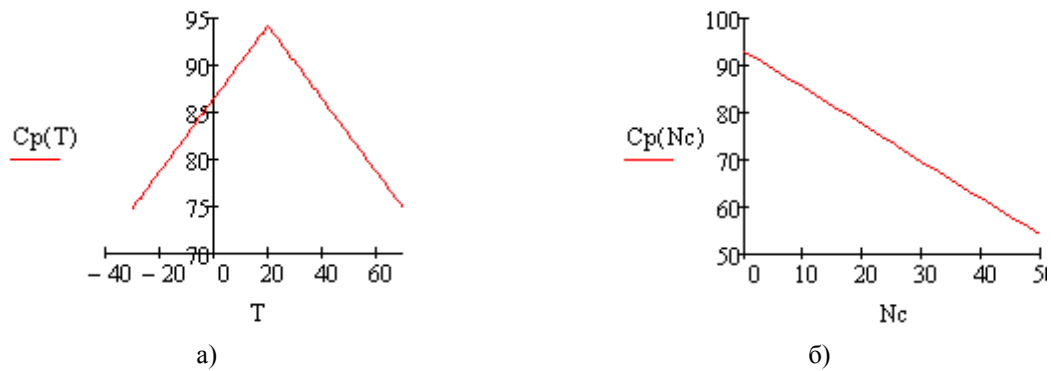


Рис. 2. Зависимость средней электрической емкости от температуры работы и количества циклов заряд-разряд в режиме эксплуатации: а) $Cp(T)$; б) $Cp(Nc)$

Рекуррентная формула расчета вероятности безотказной работы ХИТ за время хранения t_{xp} равна:

$$P_{npr}(t_{xp}) = 0.999999 - 2.626 \cdot 10^{-3} \cdot t_{xp} + 6.786 \cdot 10^{-5} \cdot t_{xp}^2 - 4.76 \cdot 10^{-7} \cdot t_{xp}^3 + 5.724 \cdot 10^{-10} \cdot t_{xp}^4 + 7.959 \cdot 10^{-13} \cdot t_{xp}^5$$

На рис. 3 приведены зависимость вероятности безотказности в режиме хранения $P(t_{xp})$ (сплошная линия) и зависимость $P_{npr}(t_{xp})$ (пунктирная линия) построенные по модели (1).

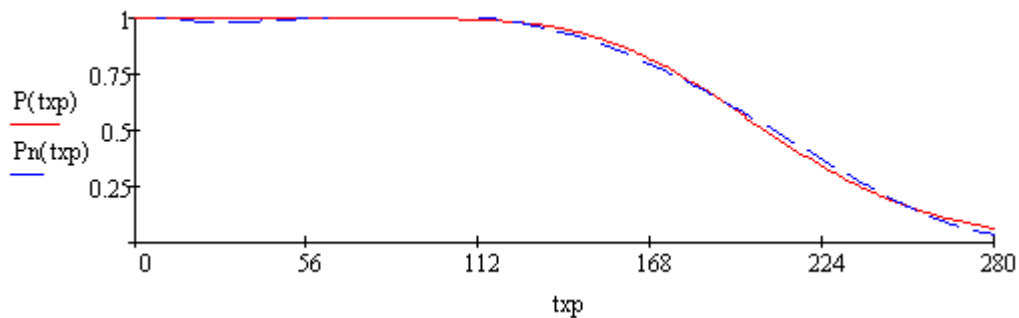


Рис. 3. Зависимость $P(t_{xp})$, зависимость $P_{npr}(t_{xp})$

Графические зависимости вероятности безотказной работы от тока разряда, количества циклов заряд-разряд и температуры приведены на рис. 4-6.

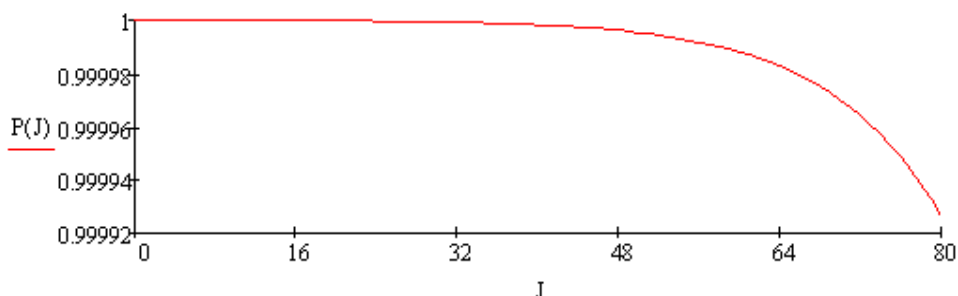


Рис. 4. Зависимость $P(I)$

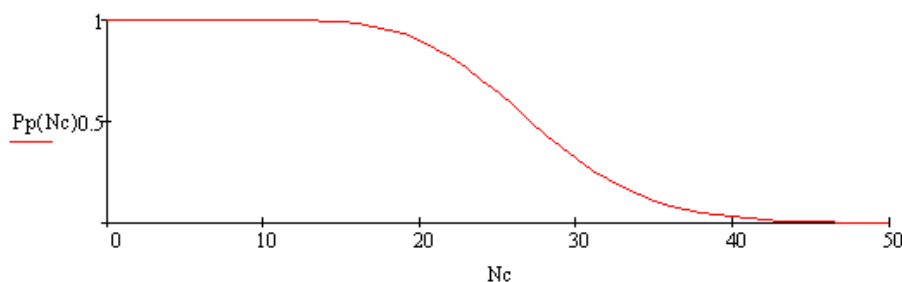


Рис. 5. Зависимость $P(Nc)$

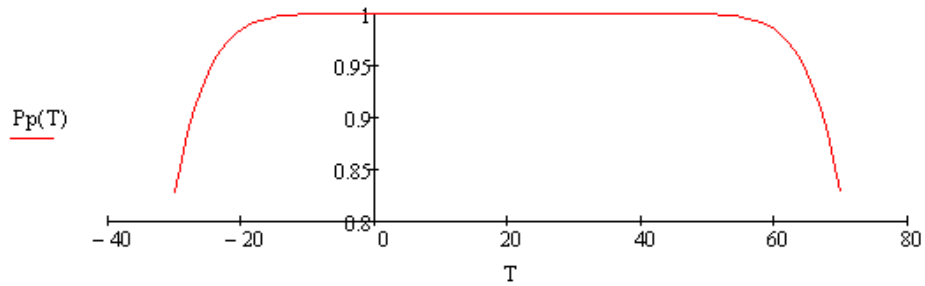


Рис. 6. Зависимость $P(T)$

Для проведения глубокого анализа на рис. 7 приведена зависимость интенсивности отказов в режиме хранения при постепенных отказах в зависимости от времени хранения (рис 7).

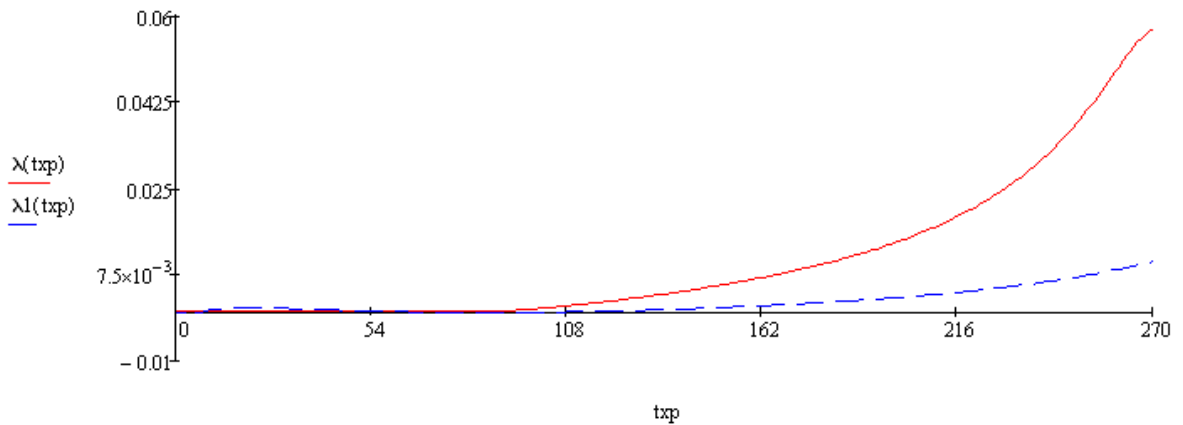


Рис. 7. Зависимость интенсивности отказов в режиме хранения от времени хранения

На рис. 7 хорошо видно, что на гарантийном сроке хранения оцениваемого аккумулятора (≈ 100 месяцев из ТУ [4]) графики зависимостей ИО от времени хранения, построенные по двум разным моделям из [1] практически совпадают. Это дает основание утверждать, что при оценке сохраняемости ХИТ можно пользоваться экспоненциальным распределением.

Графики зависимостей $\lambda(J)$, $\lambda(T)$, $\lambda(N_{\text{и}})$ приведены на рис. 8-10.

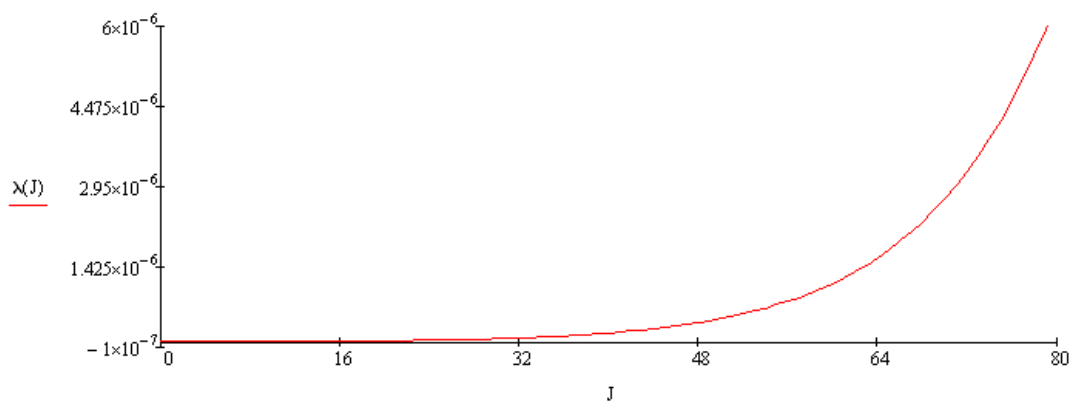


Рис. 8. Зависимость интенсивности отказов от тока разряда

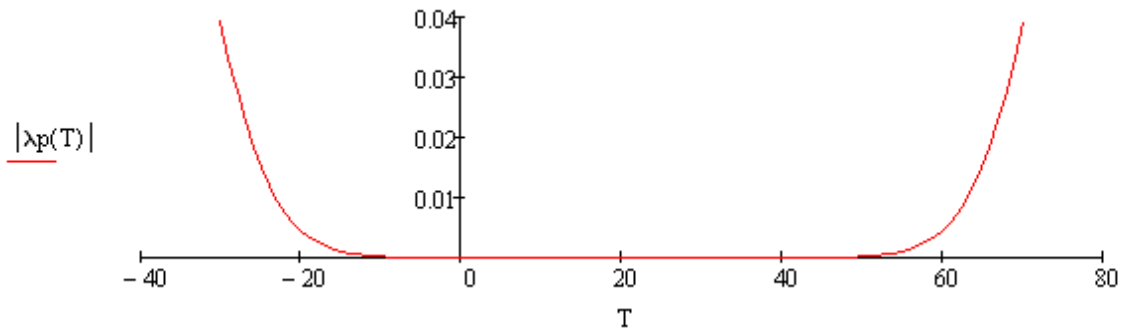


Рис. 9. Зависимость интенсивности отказов от температуры эксплуатации

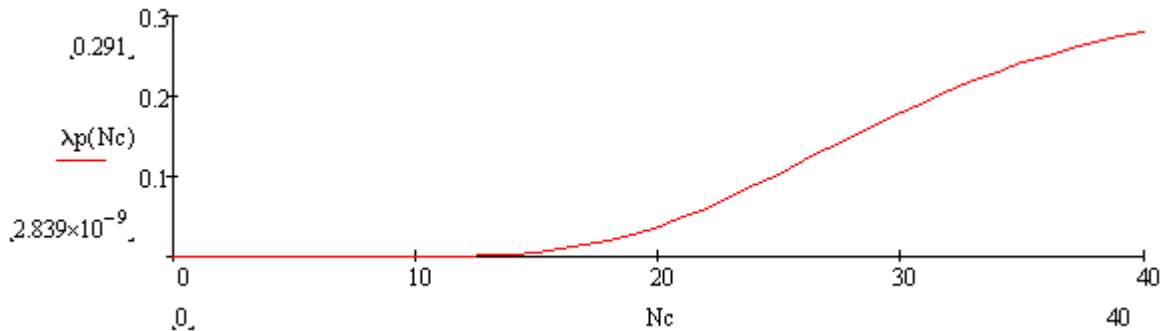


Рис. 10. Зависимость интенсивности отказов от количества циклов заряд-разряд

Исходя из положения, что основным параметром ХИТ является средняя электрическая емкость, была разработана модель прогнозирования ВБР ХИТ, учитывающая основные параметры, влияющие на емкость: температура эксплуатации, время хранения, количество циклов заряд-разряд, ток разряда. Приведенная модель прогнозирования надежности ХИТ позволяет более точно оценить интенсивность отказов исходя из модели эксплуатации (режим хранения, режим эксплуатации, сеансовый режим) в составе конкретного ЭС. Данная модель дает возможность оценить влияние различных технических характеристик и условий хранения (работы) на ИО ХИТ.

Литература

1. Надежность ЭРИ: Справочник. // С.Ф. Прытков, В.М. Горбачева, А.А. Борисов и др. / Науч. рук. С.Ф. Прытков – М.: 22 ЦНИИИ МО РФ, 2006. – 574 с.
2. Жаднов В.В., Сарафанов А.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств. М.: СОЛОН-Пресс. 2004. – 546 с.
3. Надежность технических систем: Справочник/ Под редакцией И.А.Ушакова. М.: Изд-во «Радио и связь», 1985. – 608 с.
4. ГОСТ Р 53165-2008. Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные для автотракторной техники. Общие технические условия.
5. MIL – HDBK – 217F. Reliability prediction of electronic equipment.
6. Telcordia (Bellcore) SR 332
7. CNET RDF-2000. Recueil de données de fiabilité des composants électronique
8. British Telecom HRD5.
9. Chinese Military / Commercial Standard. GJB/z 299B.

МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В АИС

Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В.
Москва, МЭСИ

Рассматривается задача синтеза системы обеспечения безопасности информации в АИС, приводится её математическая модель и метод решения.

Problem of synthesis of safety information ais and method of its decision. Berkotov G. A., Mikryukov A. A., Fedoseev S.V.

We consider the problem of synthesis of information security in the AIS, it is a mathematical model and solution method.

При формальной постановке задачи используются следующие исходные данные:

$M = \{1, 2, \dots, m\}$ – множество возможных угроз несанкционированного доступа (искажения информации);

$N = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество способов (средств) перекрытия каналов несанкционированного доступа (умышленного или вирусного искажения информации), которые могут быть включены в СЗ;

$R = \{1, 2, \dots, L\}$ – множество защищаемых объектов (информационных ресурсов);

$P = (p_{ik}^j)$ – трехмерная матрица вероятностей нейтрализации угроз механизмами защиты, где p_{ik}^j – вероятность предотвращения i -ой угрозы k -ым механизмом при защите j -го ресурса;

$C = \{c_k\}_k^n$ – вектор стоимостей средств защиты, где c_k – приведенные затраты, связанные с разработкой и поддержанием k -ого механизма защиты;

$\gamma = (\gamma_i^j)^{m \times n}$ – матрица требуемых вероятностей неискажений при реализации i -ой угрозы по отношению к j -му информационному ресурсу. Введем в рассмотрение набор булевых переменных $X = \{x_k\}_k^n$,

где $x_k = 1$, если j -е средство защиты информации включается в СЗ,

$x_k = 0$ – в противном случае.

Тогда математическая модель задачи выбора оптимального состава механизмов системы защиты может быть представлена в следующем виде:

$$\min: F(X) = \sum_{k=1}^n c_k x_k + \sum_{k=1}^L \sum_{i=1}^m r_i^j (1 - \prod_{k \in N_j(X)} p_{ik}^j), \quad (1)$$

$$f_i^j(X, P) = \prod_{k \in N_j(X)} p_{ik}^j \geq \gamma_i^j; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, L}, \quad (2)$$

$$x_k \in \{0, 1\}, k = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где:

$f_i^j(X, P)$ – вероятность неискажения информации в j -ом информационном объекте (ресурсе) в результате реализации i -ой угрозы при выбранном составе механизмов защиты X ;

$N_j(X)$ – множество индексов средств защиты для предотвращения несанкционированного доступа к j -му ресурсу при заданном X ;

r_i^j – средний ущерб при реализации i -ой угрозы относительно j -го объекта.

Представленная задача относится к классу задач дискретного программирования с булевыми переменными.

Для решения задачи использован метод вектора спада, который в определенном смысле является аналогом метода градиентов и применяется для решения задач дискретной оптимизации.

На множестве бивалентных векторов $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, где $x_i \in \{0, 1\}$, вводится метрическое пространство M с метрикой Хэмминга $\rho(X, X')$, определяемой числом компонент векторов X и X' , для которых $x_i \neq x'_i$. Замкнутая окрестность радиуса μ точки X^0 определяется равенством

$$U_\mu(X^0) = \{X | \rho(X, X^0) \leq \mu\}. \quad (4)$$

Точка X^* называется точкой минимума функции $F(x)$ относительно окрестности радиуса μ , если для всех точек $X \in U_\mu(X^*)$ выполняется неравенство $F(x^*) \leq F(x)$ и $U_\mu(X^*) \setminus \{x^*\} \neq \emptyset$.

Поскольку расстояние Хэмминга является целочисленной величиной, в качестве радиуса μ используются целые положительные числа.

Вектором спада функции $F(X)$ относительно окрестности радиуса μ является определенная на X^n вектор-функция вида

$$\Delta_\mu(X) = \{\Delta(X, X^1), \dots, \Delta(X, X^S)\}, \quad (5)$$

где: $\Delta_k = \Delta(X, X^k) = F(X^k) - F(X)$; $k = \overline{1, S}$,

$\{X^k | X^k = (x_1^k, \dots, x_n^k), k = \overline{1, S}\} = U_\mu(X)$.

Значениями компонент вектора спада являются некоторые действительные числа.

Для вектора спада выполняются следующие свойства:

1) Точка X является точкой локального минимума функции F тогда и только тогда, когда $\Delta_i \geq 0$ при всех $i = \overline{1, S}$;

2) Если X не является точкой локального минимума функции F относительно $U_\mu(X)$, то с помощью вектора спада можно определить точку $X' \in U_\mu(X)$ такую, что $F(X') < F(X)$.

Множество решений задачи, удовлетворяющих ограничениям (2), обозначим через D . Алгоритм решения поставленной задачи представлен на рис.1.

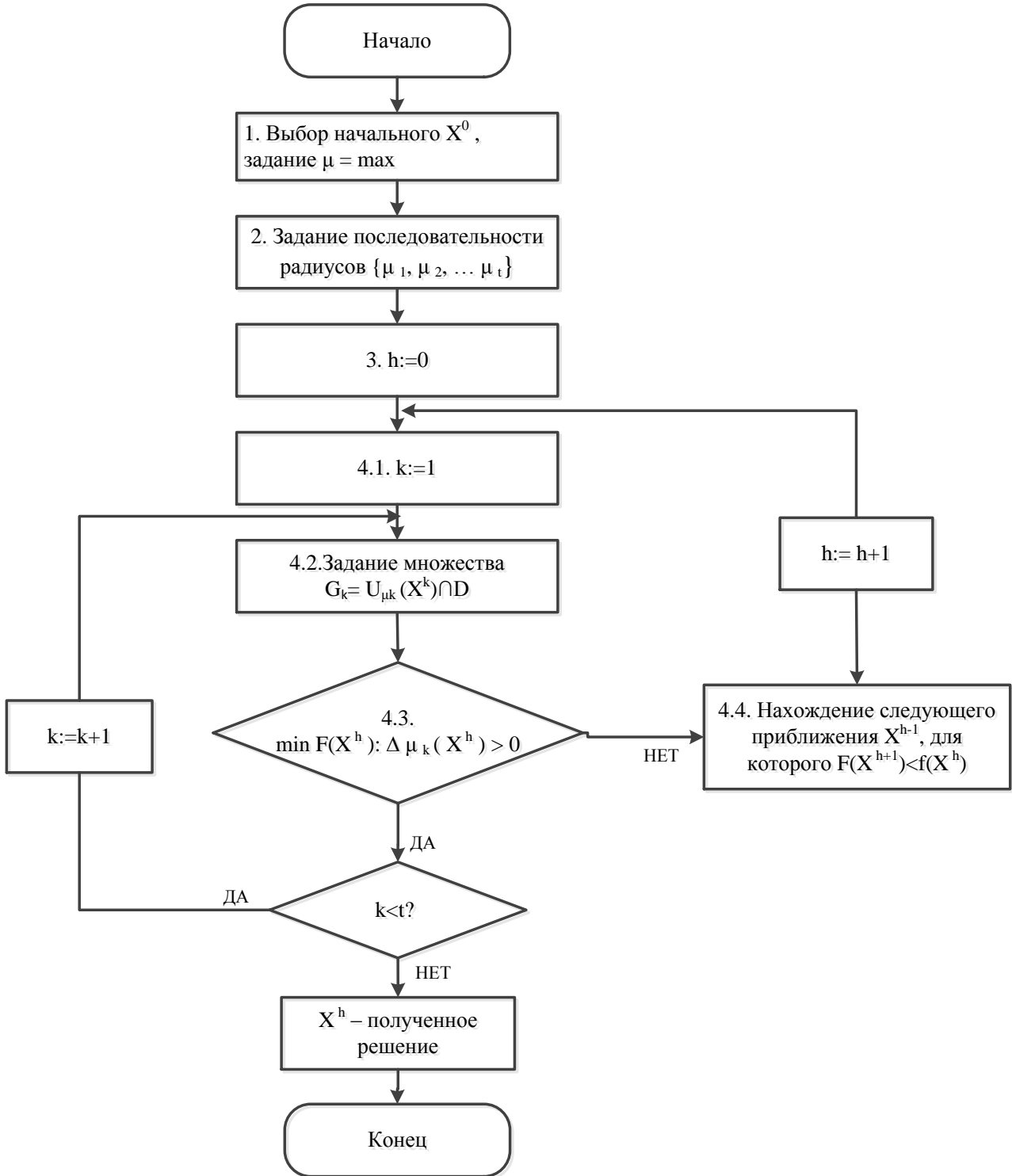


Рис. 1. Алгоритм решения задачи построения рационального набора механизмов защиты.

Шаги алгоритма включают:

Шаг 1. Случайным образом выбрать некоторое начальное приближение X^0 и задать максимальную величину радиуса μ .

Шаг 2. Задать некоторую последовательность радиусов $\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_t\}$, удовлетворяющую соотношениям $0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_t = \mu$.

Шаг 3. Положить $h=0$.

Шаг 4. На каждом $(h+1)$ -м шаге алгоритма выполнить следующие действия.

4.1. Положить $k=1$.

4.2. Рассмотреть окрестность $U_{\mu_k}(X^h)$ и определить множество $G_k = U_{\mu_k}(X^h) \cap D$.

4.3. По значениям компонент вектора спада $\Delta_{\mu_k}(X^h)$ определить, является ли значение $\square(\square^k)$ минимумом функции F относительно G . Если да, то при $k < t$, заменив k на $k+1$, перейти к п. 4.2, а при $k=t$ перейти к п.5. В противном случае перейти к п. 4.4.

По значениям компонент вектора спада найти в G точку (решение) $\square^{\square+1}$, для которой $F(\square^{\square+1}) < f(\square^{\square})$.
Заменив n на $h+1$ и перейти к п.4.

Шаг 5. Конец алгоритма.

При нахождении глобального экстремума задачи в качестве максимального радиуса \square приходится использовать достаточно большое целое число, что для задач большой размерности может привести к неприемлемому объему вычислений.

В таком случае можно ограничиться приближенным решением, либо организовать повторные вычисления по алгоритму с различными начальными приближениями X^0 при небольшом \square .

Проведенный вычислительный эксперимент подтвердил работоспособность разработанного алгоритма.

Литература

1. Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Аль-Каиби Еман Габар Абдул Хасан. Математическая модель оптимизации системы обеспечения безопасности информации в АИС. – Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве» – М.: Протвино, 2011, С. 76-77.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУПЕРЭВМ ДЛЯ СИСТЕМЫ АСОНИКА

Манохин А.И.
МИЭМ НИУ ВШЭ

The possibility analysis super computer use for ASONIKA system. Manokhin A.I.

Use powerful or even allows to expand with the super computer a circle of tasks and increase in volume of calculations of projected equipment by means of CAE systems ASONIKA (The automated system of ensuring reliability and quality of equipment).

Использование мощных или даже суперЭВМ позволяет расширять круг задач и увеличение объема расчетов проектируемой аппаратуры с помощью CAE ((Computer Aided Engineering –компьютерный инженерный анализ) системы АСОНИКА (Автоматизированная система обеспечений надежности и качества аппаратуры). Базовым принципом повышения производительности расчетов являются параллельные вычисления, реализованные параллельными вычислительными системами. Параллельные вычислительные системы — это физические компьютерные, а также программные системы, реализующие тем или иным способом параллельную обработку данных на многих вычислительных узлах.

Общая классификация архитектур ЭВМ по признакам наличия параллелизма в потоках команд и данных была предложена в 70-е годы Майклом Флинном (Michael Flynn):

- ОКОД — Вычислительная система с одиночным потоком команд и одиночным потоком данных (SISD, Single Instruction stream over a Single Data stream).

- ОКМД — Вычислительная система с одиночным потоком команд и множественным потоком данных (SIMD, Single Instruction, Multiple Data).

- МКОД — Вычислительная система со множественным потоком команд и одиночным потоком данных (MISD, Multiple Instruction Single Data).

- МКМД — Вычислительная система со множественным потоком команд и множественным потоком данных (MIMD, Multiple Instruction Multiple Data). Класс MIMD включает в себя многопроцессорные системы, где процессоры обрабатывают множественные потоки данных.

Типы параллелизма:

- параллелизм на уровне битов (Эта форма параллелизма основана на увеличении размера машинного слова);

- параллелизм на уровне инструкций (изменение порядка инструкций, и распределение их по группам, которые будут выполняться параллельно, без изменения результата работы всей программы);

- параллелизм данных (Основная идея подхода, основанного на параллелизме данных, заключается в том, что одна операция выполняется сразу над всеми элементами массива данных);

- параллелизм задач (стиль программирования, основанный на параллелизме задач, подразумевает, что вычислительная задача разбивается на несколько относительно самостоятельных подзадач и каждый процессор загружается своей собственной подзадачей.);

-распределённые операционные системы (распределённая ОС, динамически и автоматически распределяя работы по различным машинам системы для обработки, заставляет набор сетевых машин обрабатывать информацию параллельно);

Чаще всего для измерения производительности компьютеров используют внесистемную единицу FLOPS (FLoating-point Operations Per Second) — показывающая, сколько операций с плавающей запятой в секунду выполняет данная вычислительная система.

Интересно, но в архитектуре Intel семейства x86 вычислениями с плавающей запятой (точкой) занимается специальный математический сопроцессор x87, который раньше выпускался отдельной микросхемой, но, начиная с процессора Intel486DX и по настоящее время сопроцессор встроен в процессор и в отдельный корпус не выделяется.

Возможными вариантами параллельной архитектуры могут служить: SISD — один поток команд, один поток данных; SIMD — один поток команд, много потоков данных; MISD — много потоков команд, один поток данных; MIMD — много потоков команд, много потоков данных.

SIMD-расширения (single instruction, multiple data) используют в процессорах архитектуры x86 Это инструкции MMX; MMX Extended; 3DNow!; 3DNow! Extended; SSE; SSE2; SSE3; SSSE3; SSE4 и последний набор AVX в процессорах архитектуры Sandy Bridge. SIMD-компьютеры состоят из одного командного процессора (управляющего модуля), называемого контроллером, и нескольких модулей обработки данных, называемых процессорными элементами.

Основным трендом современных процессоров является использование многоядерности, т.е. многоядерный процессор — центральный процессор, содержащий два и более вычислительных ядра на одном процессорном кристалле или в одном корпусе.

Современные процессоры фирмы Intel могут выполнять два потока команд на одном ядре. На данный момент массово доступны процессоры с 2, 3, 4 и 6 ядрами, а также 2, 3 и 4-модульные процессоры AMD поколения Bulldozer. В серверном сегменте также доступны 10-ядерные процессоры (20 потоков) Xeon и Nehalem (Intel) и 16-ядерные Opteron (16 потоков) (AMD).

Кроме того существуют экспериментальные многоядерные процессоры как Intel, так и других архитектур, но которые не получили пока широкого распространения или находятся в стадии разработки. Например, в 2006 года Intel продемонстрировала прототип 80-ядерного процессора. Предполагалось, что массовое производство подобных процессоров станет возможно не раньше перехода на 32-нанометровый техпроцесс.

Производительность процессоров: -AMD Athlon 64 2,211 ГГц (2003) — 8 Гфлопс; -Intel Core 2 Duo 2,4 ГГц (2006) — 19,2 Гфлопс; -Intel Core i7-975 XE 3,33 ГГц (2009) — 53.328 Гфлопс;

Производительность суперкомпьютеров: компьютер ЭНИАК, построенный в 1946 году, при массе 27 т и энергопотреблении 150 кВт, обеспечивал производительность в 300 флопс; БЭСМ-6 (1968) — 1 Мфлопс (операций деления); Эльбрус-2 (1984) — 125 Мфлопс; Эльбрус-2 (1984) — 125 Мфлопс; Cray-2 (1985) — 1,9 Гфлопс; Ломоносов (2011) — 1,3 Пфлопс (число ядер : 33072); IBM Sequoia (2012) — 16,32 Пфлопс (1 572 864 ядер).

Производительность калькулятора 10 флопс. ☺.

Как известно, в компьютерах есть графический процессор (graphics processing unit, GPU) — отдельное устройство персонального компьютера или игровой приставки, выполняющее графический рендеринг. Современные графические процессоры очень эффективно обрабатывают и отображают компьютерную графику. Благодаря специализированной конвейерной архитектуре они намного эффективнее в обработке графической информации, чем типичный центральный процессор. Графический процессор в современных видеоадаптерах применяется в качестве ускорителя трёхмерной графики.

В последнее время стала широко распространяться технология GPGPU (General-purpose graphics processing units — «GPU общего назначения») — техника использования графического процессора видеокарты, который обычно имеет дело с вычислениями только для компьютерной графики, чтобы выполнять расчёты в приложениях для общих вычислений, которые обычно проводит центральный процессор. Это стало возможным благодаря добавлению программируемых шейдерных блоков и более высокой арифметической точности растровых конвейеров, что позволяет разработчикам ПО использовать потоковые процессоры для не графических данных.

CUDA — технология GPGPU, позволяющая программистам реализовывать на языке программирования Си (а так же C++/C#) алгоритмы, выполнимые на графических процессорах ускорителей GeForce восьмого поколения и старше (GeForce 8 Series, GeForce 9 Series, GeForce 200 Series, GeForce 300 Series, GeForce 400 Series, GeForce 500 Series, GeForce 600 Series), Nvidia Quadro и Nvidia Tesla компании Nvidia. Технология CUDA разработана компанией Nvidia.

Tesla — название семейства вычислительных систем NVIDIA на основе графических процессоров с архитектурой CUDA, которые могут быть использованы для научных и технических вычислений общего назначения. Tesla не может полностью заменить обычный универсальный процессор, но позволяет использовать вычислительный ресурс множества своих ядер для решения определенного круга ресурсоемких задач, которые позволяют независимую параллельную обработку данных

Системы Tesla впервые появились на рынке с выходом графического чипа NVIDIA восьмого поколения — G80. Tesla строится на базе обычных графических процессоров, но, в отличие от

видеоускорителей, не имеет средств вывода изображения на дисплей. Являясь своего рода сопроцессором, Tesla может использоваться для создания вычислительных систем на базе персональных компьютеров, а также в составе серверов и вычислительных кластеров. Интересно, но последнее обновление суперкомпьютера Ломоносов уже содержит узлы на видеоускорителях: T-Platforms T-Blade2/1.1, Xeon X5570/X5670/E5630 2.93/2.53 GHz, **Nvidia 2070 GPU**, PowerXCell

Для решения задачи выявления узких мест производительности необходимо провести анализ требований системы АСОНИКА к вычислительным ресурсам, а на основе этого оценить требования к аппаратной части СуперЭВМ.

Первичной является задача анализа вычислительных требований к ЭВМ составляющих системы АСОНИКА, а точнее ее подсистем. На данный момент это следующие подсистемы: АСОНИКА-В, АСОНИКА-М, АСОНИКА-Т, АСОНИКА-ТМ, АСОНИКА-П(А), АСОНИКА-Д, АСОНИКА-Б, АСОНИКА-БД, АСОНИКА-Р, АСОНИКА-М(ANSYS), АСОНИКА-У, АСОНИКА-УМ, АСОНИКА-С, АСОНИКА-К, АСОНИКА-К-ЗИП АСОНИКА-К-СИ, АСОНИКА-К-СЧ.

Из этих подсистем большинство являются простыми исполняемыми приложениями, а часть имеют клиент серверную архитектуру (АСОНИКА-УМ, АСОНИКА-К) на СУБД MS SQL Server и ORACLE. Все подсистемы работают на операционной системе MS Windows (XP & 7).

Требования к вычислительным ресурсам меняются в зависимости от стадии выполнения программы: ввод данных, расчет и вывод результатов. Самый ресурсоемкий цикл это расчет. Но иногда и циклы ввода данных, например, для модели печатного узла с большим количеством электро-радио элементов и вывода требуют интенсивного использования процессора и дисковой подсистемы.

Для ускорения выполнения программ обычно используется распараллеливание выполняемых вычислительных процессов. Параллельные программы обычно выполняются — выделяя каждому вычислительному процессу один или несколько процессоров (находящихся рядом или распределённых в компьютерную сеть). На каждой ЭВМ сейчас чаще всего используют многоядерный процессор — центральный процессор (CPU), содержащий два и более вычислительных ядра на одном процессорном кристалле (от 2 до 8 Intel x-86 архитектуры) или в одном корпусе. Кроме того есть некоторые задачи которые хорошо распараллеливаются. Например, при расчете частотной характеристики в механике можно раскидывать расчет по разным частотам на разные процессоры, а потом свести расчет на одни график.

Как показывает опыт использования для большинства подсистем системы АСОНИКА мощности средних ЭВМ более чем достаточно. И выполнение расчета занимает секунды, в крайнем случае минуты. И требования к объему памяти невысокие. Практика расчетов показала, что на данный момент критичными являются подсистема АСОНИКА-М (ANSYS) расчетные задачи на которых могут идти часами. Через STEP, IGES форматы производится обмен геометрическими данными с такими комплексами как SolidWorks, Inventor, Pro/E, Unigraphics, Catia и др.

Анализ доступной информации показал, что уже есть пример решения похожей задачи - расчет механических характеристик конструкций с использованием как центрального ядра (CPU) так и графического (GPU) программой Интегрированная Система Прочностного Анализа (ИСПА). <http://www.ispa-soft.ru/statxi/statxq17.htm> Но автором утверждается, что для некоторых задач, в частности итерационных вычислений CPU предпочтительней GPU из-за высокой производительности их сопроцессоров.

Для нее есть количественные статистики времени решения задач в зависимости от количества ядер вида используемых вычислительных ресурсов и их количества.

Например, модель из 895 646 узлов и 912 530 элементов (4 860 330 уравнений), которая состоит из 3-х 4-х узловых оболочек и 2-х узловых стержневых элементов. Для нее время полной численной факторизации матрицы жесткости составило одно ядро 113 с, два 58 с., четыре – 32 с., при требуемой оперативной памяти 17 ГБ (Windows 7 64 разряда):

Очевидно, эти цифры могут служить ориентиром для возможного выигрыша при использовании графического ядра в рамках системы АСОНИКА-М с ядром ANSYS или подобным.

Очевидно, если для анализа механических режимов используется вычислительное ядро ANSYS, то необходимо использовать версию, предназначенную для многоядерных процессоров, а также позволяющую использовать для расчета специализированные графические ускорители, в частности, Nvidia Tesla.

КРАТКИЙ ОБЗОР И АНАЛИЗ АГЕНТСТВА ПО ПЕРСПЕКТИВНЫМ ОБОРОНЫМ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ РАЗРАБОТКАМ США (DARPA)

Мартынов М.В., Сафонов А.А., *Увайсов С.У.
Москва ОАО «МКБ «КОМПАС»; *Москва, МИЭМ

В статье рассмотрена военная сеть трансфера технологий DARPA, её основные характеристики, структура и сфера деятельности.

Summary and analysis of agency defense advanced research projects USA (DARPA). Martynov M., Cafonov A., Uvaysov S.

The article deals with the military network of technology transfer DARPA, its main characteristics, structure and scope.

DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) - Агентство передовых оборонных исследовательских проектов (первоначально - ARPA) будучи одной из самых известных научно-исследовательских организаций не только в США, но и во всём мире, является основным центром исследований Министерства обороны (МО) США.

Агентство было сформировано в 1958 г. для организации поддержки прорывных исследований оборонной направленности и предупреждения непредвиденного появления для США новых технических систем вооруженной борьбы.

Появление данной организации, координирующей такие важные для Минобороны США направления, как научно-исследовательские работы по прорывным технологиям, было ответом на первый советский спутник. Советский Союз внезапно для американцев обошел США в гонке покорения космоса.

По распоряжению президента Эйзенхауэра было организовано это Агентство, для того, чтоб не только учитывать появление таких непредвиденных ситуаций в будущем, но и для достижения технологического превосходства США в мире.

Фактически DARPA образовала своеобразную надстройку над ведущими исследовательскими центрами Министерства обороны США.

В компетенцию DARPA входят не отдельные виды войск, а высоко рискованные исследования всего Министерства обороны США, направленные на современные прорывные технологии, которые при условии успешной реализации могут весьма ощутимо повысить уровень национальной безопасности США.

DARPA отличается от других научно-исследовательских подразделений Минобороны США тем, что она не владеет каким-либо собственным научно-исследовательским подразделением, в ней нет собственной финансово-технической базы для осуществления испытаний, проведения лабораторных исследований и создания опытных образцов.

DARPA в процессе поиска и отбора передовых идей, а также при их подготовке к внедрению, берет на себя управляющие и координирующие функции, выступая для научно-исследовательского сообщества, отраслями промышленности и Министерства обороны США высококлассным коммуникационным менеджером (провайдером прорывных технологий).

Необходимо отметить, что залогом успешной координирующей деятельности DARPA в процессе поиска и реализации идей является наличие сложившейся и развитой инновационной инфраструктуры США.

Важно отметить особенность, что в своей деятельности агентство использует технологию коллективного общественного разума (hive mind), основывающуюся на вовлечении рядовых граждан в решение задач безопасности государства и обороны.


	Bridging the gap – Устранение разрывов. Powered by ideas – Движимый идеями.
Год создания	1958 г.
Штаб-квартира	г. Арлингтон, штат Вирджиния, США.
Численность сотрудников	247 чел.
Исполнительный директор	Dr. Kaigham (Ken) J. Gabriel.
Подчиненность	Министру обороны США.
Бюджет на 2012 г.	2,8 млрд. долл. США.
Сайт	http://www.darpa.mil/
Миссия	«Предотвращение технологических сюрпризов», а также опережение других государств в технологическом плане.

Таблица 1. Карточка компании

Результаты работы DARPA за более, чем 50 лет, оказались весьма внушительными.

Среди достижений Агентства: системы глобального позиционирования, технологии снижения радиолокационной заметности, беспилотные системы, технологии глобальной сети Интернет (прообразом которой была ARPANET, созданная DARPA).

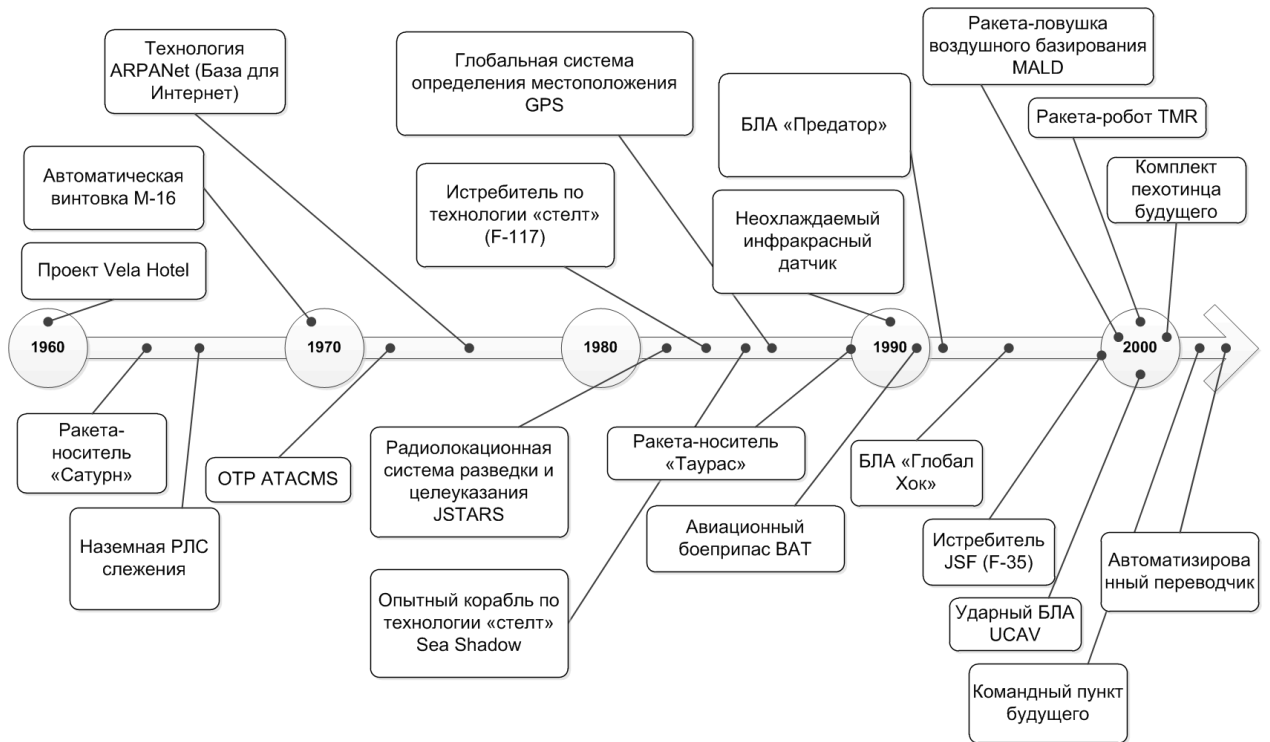


Рисунок 1. Наиболее известные проекты DARPA.

Численность сотрудников DARPA составляет около 247 чел., и половина из них – вспомогательный и административный персонал.

Структура численности DARPA по подразделениям

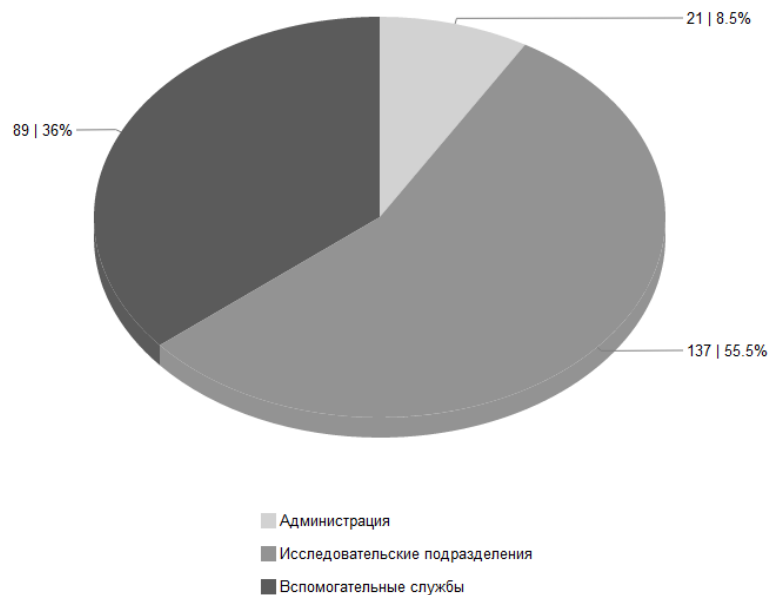


Рисунок 2. Структура численности DARPA по подразделениям.

На рисунке ниже представлена схема организационной структуры Агентства.



Рисунок 3. Организационная структура DARPA.

Деятельность DARPA финансируется из бюджета Министерства обороны США, и на каждый финансовый год Агенство планирует свой бюджет и программу перспективных исследований. Бюджет публикуется в феврале, финансовый год начинается с октября.

Общий объем бюджета DARPA за последние годы существенно не менялся. Объем финансирования на 2012 финансовый год снизился по отношению к 2011 г. на 19,3 млн. долл. США или на 0,7%. Объем финансирования на 2013 финансовый год незначительно увеличился по отношению к 2012 г. – на 1,4 млн. долл. США или 0,05%.

Структура бюджета агентства приведена на Рисунках 4 и 5.

Структура бюджета DARPA на 2012 ФГ, тыс долл. США, %



Рисунок 4. Структура бюджета DARPA на 2012 ФГ.

Структура бюджета DARPA на 2013 ФГ, тыс долл. США, %

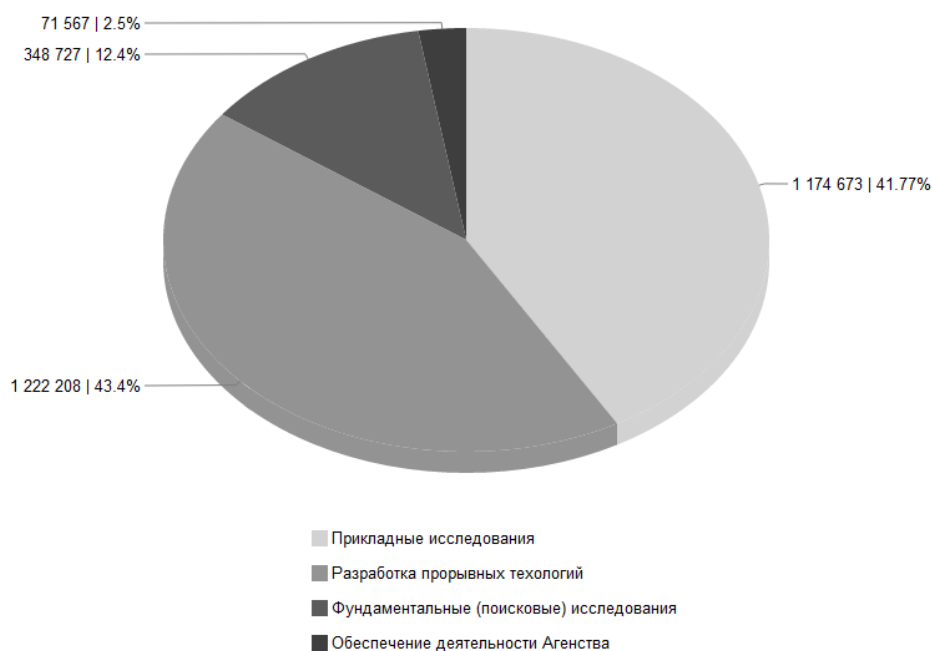


Рисунок 5. Структура бюджета DARPA на 2013 ФГ.

Процесс работы над проектом состоит из этапов:

1. Поиск идей/проектов.
2. Отбор идей/проектов.
3. Отбор исполнителя.
4. Заключение контракта.
5. Реализация проекта:
 - Оценка результатов программ.
 - Выполнение показателей.
6. Внедрение технологии.

Таким образом, можно утверждать, что основными факторами успеха деятельности DARPA являются:

1. Ставка на человеческий фактор.

В DARPA уверены, что все удачные проекты и программы начинаются только с эффективных идей, и только высокопрофессиональные специалисты добиваются их успешного выполнения. Без уверенности в этих показателях DARPA не начинает программы и проекты.

В Агентстве работает трансдисциплинарная команда исполнителей и сотрудников мирового класса, к работе подключены лучшие «умы» мира. В то же время, в DARPA делается высокая ставка на таких руководителей проектов, к которым предъявляют очень высокие требования по квалификации.

Работать в DARPA считается очень престижным. Зарплата сотрудников DARPA примерно в 1,5 раза выше среднего уровня зарплат в Национальных лабораториях и других управлениях Минобороны, тем не менее, поиск специалистов осуществляется постоянно и по всему миру.

2. Уникальная модель функционирования - так называемая «модель DARPA», основными управляющими и функциональными характеристиками которой являются:

- достаточно не крупная организация по численности (247 чел.);
- свободный и быстрый обмен информацией за счет плоской неиерархичной структуры;
- стабильное обновление состава рабочих кадров (Руководители проектов работают в Агентстве в общей сложности 3-5 лет);
- самостоятельная деятельности и независимость от бюрократических препятствий;
- ориентированность на быстроизменяющиеся и легко адаптируемые программы, а также на высоко рисковые научные технологии и исследования, которые способны привести к глобальным изменениям.

3. Хорошо развитая система коммуникаций с научно-исследовательской сферой, промышленностью, бывшими сотрудниками DARPA, проведение активной гражданской политики, которая направлена на формирование соответствующего мнения общественности о деятельности Агентства.

4. Открытость информации о проводимых конкурсах, запросах. Доступность Руководителей проектов для общественности: все контакты размещены в открытом доступе на сайте DARPA и любой желающий может связаться с ними напрямую и предложить свою идею.

5. Принципы управления персоналом:

- Руководитель проекта не может сделать карьеру в Агентстве, благодаря контрактной системе трудоустройства сроком на 3-5 лет. Это позволяет ему эффективнее работать над высоко рисковыми проектами и быть уверенным, что их неуспешная реализация не отразится на его карьерном росте.

- Руководители проектов имеют очень широкие полномочия в части управления и финансирования проектов, что обуславливает беспрецедентную для государственных организаций гибкость в управлении проектами и прямую ответственность за успех программы.

6. Проектная ориентированность.

DARPA направлена на проведение такого вида исследований, которые не находят поддержки у других программ НИОКР вооруженных сил:

- комплексные исследования (межведомственные и трансдисциплинарные), лежащие на стыке ответственности стандартных подразделений НИОКР;
- исследования, направленные на развитие новейших, революционных и экспериментальных технологий;
- высоко рисковые исследования (риск не нахождения технического решения существующих задач);
- концептуальные исследования (рассмотрение и разработка задач, которые могут стать актуальными в будущем, и которые могут сформировать новый поток задач).

7. Отсутствие собственных лабораторий.

DARPA не содержит внутри своей инфраструктуре ни одного собственного исследовательского подразделения, у Агентства нет собственных лабораторий; вместо этого эффективно используется система грантов, контракты, кооперативное финансирование для проведения НИОКР в частных компаниях и университетах.

8. Создание инновационной инфраструктуры под четко выделенную идею и конкретного человека.

DARPA ведет отбор идей и людей и обеспечивает им условия для работы, т.е. создает плодотворную инфраструктуру, в которой идеи находят воплощение в жизнь – приглашает соответствующих научных специалистов, находит лаборатории и т.д.

Литература

1. Office of the Under Secretary of Defense (Comptroller)/ Defense Wide Budget Documentation - FY 2013/ http://comptroller.defense.gov/defbudget/fy2013/budget_justification/index.html
2. Defense Advanced Research Projects Agency/ <http://www.darpa.mil/>
3. Екатерина Россихина. Обзор отчета DARPA за 2010 год / <http://2045.ru/articles/28537.html>

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАРЯДНЫМ ТОКОМ ОКСИДНОГО КОНДЕНСАТОРА

Богачёв К.А., Крючков Н.М.

Дается обоснование применения контроллера, управляющего током зарядки конденсатора с оксидным диэлектриком. Данный подход при оптимизации алгоритмов регулирования режима заряда приведет к повышению надежности работы и срока службы электронных устройств.

Management features charge current oxide capacitor. Bogachev K.A., Krukov N.M.

Justification of application of a controller that manages a capacitor with an oxide dielectric current charging. This approach will increase reliability and lifetime of electronic devices and charging mode optimization.

Известно, что наиболее частой причиной выхода из строя электронных средств (ЭС) является отказ электролитических конденсаторов, как в высоковольтных, так и в низковольтных цепях питания. Причины возникновения дефектов могут быть как внутренние (старение, технологические и конструктивные дефекты), так и внешние (климатические, механические и электрические).

Исходя из важности проблемы, в электронной аппаратуре используют ограничители тока зарядки конденсаторов, обеспечивающие «режим мягкого включения» блоков питания. Однако практика их применения показала, что, обеспечивая желаемый "плавный" запуск, они совершенно не пригодны в случаях повторного включения. Подавляющее большинство таких схем строится на основе ограничителей тока на термисторах, реле, тиристорах и т.д.

Важно, чтобы ограничители зарядного тока были не только простыми, но и имели минимальные габариты, высокие надежность и КПД, а самое главное — во всех случаях обеспечивали нормальное

функционирование. Поэтому сегодня основным остается традиционный метод: токоограничивающий резистор, шунтируемый после включения тринистором или контактами реле.

Из вышеперечисленного напрашивается предположение, что применение контроллера в цепи управления режимом зарядки конденсатора может оказаться целесообразным для источников питания по техническим (упрощение схемы управления, дополнительные функции, гибкость настройки и алгоритма работы) и экономическим (резкое удешевление элементов схемы управления) причинам.

Литература

1. Богачёв К.А., Крючков Н.М. Методы ограничения тока зарядки конденсатора в сетевом выпрямителе. — Электромагнитная совместимость и проектирование электронных средств. — Сборник научных трудов МИЭМ, кафедра РТУиС, 2012.
2. Мурадханян Э. Ограничение тока зарядки конденсатора сетевых выпрямителей. — Радио, 2004, № 10, с. 35-36.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЕМКОСТНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В БЛОКАХ ПИТАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ЛАЗЕРОВ И ОСВЕТИТЕЛЕЙ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

Богачёв К.А., Савко С.М.

Рассмотрен импульсный режим управления энергией в блоках питания импульсных лазеров и осветителей высокой мощности. Данный подход позволит повысить надежность работы блока накопителей заряда и системы в целом, обеспечив точное дозирование энергии импульса.

Improve the accuracy and reliability of functioning capacitive energy storage in the power supply of pulsed lasers and illuminators high power

Bogachev K.A., Savko S.M.

Overview of pulse mode energy management in power supply of high-power impulse lasers and illumination systems. This approach will improve reliability of drive units and of the whole charging system, ensuring accurate dosing of pulse energy.

В настоящее время для электропитания импульсных лазеров и осветителей высокой мощности широко используются электрические конденсаторы и конденсаторные батареи, работающие в сложных температурно-токовых условиях. К особенностям этих систем относится необходимость формирования короткого импульса высокой энергии, служащего для накачки рабочего тела импульсного лазера или возникновения мощного светового импульса в системах технического освещения. Важным звеном систем питания является модуль управления энергией импульса, обеспечивающий зарядку конденсаторной батареи и отключение ее от зарядных цепей на время рабочего импульса. Классическая схема модуля управления представляет собой линейный ограничитель зарядного тока, выполненный например, на резистивном балласте. Данная реализация имеет ряд существенных недостатков, главным из которых является низкий КПД блока, поскольку имеется значительное тепловыделение на ограничителе. Также имеется трудность точного дозирования энергии заряда, поскольку процесс заряда нелинеен.

Как альтернатива классическому, рассматривается импульсный режим заряда накопительного блока. К особенностям схемы управления относится использование сильноточного ключа, работающего в импульсном режиме с частотой коммутации в десятки и сотни килогерц.

Преимущества данного подхода очевидны:

1. Высокий КПД модуля управления энергией – в импульсной режиме теплорассеяние происходит преимущественно во время переходных процессов и может быть существенно снижено вследствие использования быстродействующих драйверов сильноточных ключей.
2. Высокая точность дозирования энергии заряда – необходимый уровень энергии определяется количеством импульсов управления ключевым элементом и может быть точно определено цифровой схемой задатчика уровня (контроллера заряда).
3. При использовании широтно-импульсной модуляции (ШИМ) легко добиться требуемой скорости процесса заряда.
4. Автоматическое бланкирование схемы заряда на время рабочего импульса во избежание сквозных токов – реализуется выработкой схемой управления установки команды прерывания заряда.

Благодаря своим достоинствам, данный подход с успехом применим при проектировании модулей управления энергией мощных импульсных лазеров, а также импульсных установок высокой мощности.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОКОМПОЗИЦИОННОЙ
СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

Бородин Ю.В., Сергеев А.Н.

*Томск, Национальный исследовательский Томский
политехнический университет*

В работе представлены результаты моделирования нанокomпозиционной структуры кристаллов со спиральной организацией решетки. Моделирование нанокomпозиционных структур кристаллических веществ основано на специфическом поведении атомов с учетом обменных взаимодействий их электростатических полей, простирающихся на несколько периодов решетки.

The results of modeling of nanocomposite structure of crystals with a helical organization of the lattice. Simulation of nanocomposite structures of crystalline substances based on the specific behavior of atoms taking into account the exchange interactions of electrostatic fields extending over several lattice periods. Borodin Y.V., Sergeev A.N.

Развитие науки о материалах с низкоразмерными и аперриодическими структурами вновь высветило проблему существующего несоответствия картин распределения электронной плотности с кристаллографическим описанием бесконечно транслируемых решеток [1-3]. Остается некоторая известная условность между модельными искажениями и дефектностью решеток с одной стороны и электронной микроскопическими снимками с другой. Сканирующая туннельная микроскопия способствует пониманию строения низкоразмерных структур, но объяснение остается в рамках существующих кристаллографических положений [4,5]. Слабо описаны наноструктурные материалы [6], политипные образования [7] и другие проявления аперриодического расположения атомов в решетке. Необходимы дополнительные способы моделирования решетчатых структур, одним из которых может быть нанокomпозиционный (НК), предусматривающий спиральную организацию решетки [8]. НК модель более адекватно описывает свойства кристаллов и особенно квантовые коллективные явления переноса и пластичности [3,9]. Спиральная организация решетки основана на специфическом поведении атомов с учетом обменных взаимодействий их электростатическими полями, простирающимися на несколько периодов решетки и тонкой внешней оболочки [2,8,10,11]. Такая оболочка обеспечивает проворачивание и выполнение принципа самоподобия атомов с одинаковой химической природой, а также возможность их плотнейшей упаковки. В НК модели при различных схемах распределения центров самоподобных атомных частиц (С-частиц) всегда будет получаться одна и та же внешняя огранка с соответствующей симметрией для данного кристалла [10]. Представляется возможным с помощью компьютерного моделирования рассмотреть закономерности организации НК структур из одного и многих центров кристаллизации.

Моделирование НК структуры кристаллических веществ проводилось с учетом полей обменных взаимодействий атомных частиц, принципов плотнейшей упаковки и самоподобия [8,10]. Точка рассматривается как центр атома, точечная система изучается без учета химической природы атомов, а частицы кристалла интерпретируются шариками с подвижной тонкой внешней оболочкой и силами притяжения и отталкивания между собой. Организация решетки ведется поэтапно с помощью находящихся на минимальном расстоянии от нулевой точки С-частиц в соответствии с выбранной федоровской группой симметрии. С-частицы соединены дугами внешних оболочек и отстоят друг от друга на несколько периодов решетки.

Уже на начальных этапах роста из одного центра кристаллизации кристалл приобретает определенные мотивы структурной зональности, которые выражаются в разделении пространства растущего кристалла по степени упорядоченности, плотности распределения и правильности узлов решетки. Из рис. 1 видно, что выделяются привершинные, приреберные и центральный секторы. В привершинных наблюдаются максимальная разупорядоченность и минимальная плотность расположения С-частиц. В центральном секторе внутренней зоны фиксируется максимальная плотность и наиболее высокая степень совершенства решетки. Из рис.1 видно также, что по границам центрального сектора наблюдается высокая плотность упаковки С-частиц. Центральный сектор имеет симметрию кристаллического многогранника и может идентифицироваться как СЭ. Выделяя фрагменты решетки с плотнейшей упаковкой С-частиц по их границам можно сформировать набор микроблоков с размерами ребер, подчиняющимися последовательности Фибоначчи. Это указывает на самоподобный характер каждого из микроблоков и их иерархическую соподчиненность включая СЭ.

При организации полицентрического кристалла на начальных этапах кристаллизации зональность не проявляется и по мере роста фиксируется в периферийных зонах как при росте из одного центра кристаллизации. Приближение к плотнейшей упаковке с предельным наложением обменных полей от различных центров кристаллизации приводит к зональности и микроблочности внутреннего строения и являются внешним состоянием МК структуры. В пустотелом кристалле обменные поля центров кристаллизации пересекаются уже с малыми наложениями и наблюдается обратная зональность. Структурные параметры полей СЭ при их взаимном наложении обеспечивают кристалл этими же параметрами и в зависимости от расположения центров кристаллизации можно иметь его варианты от строго симметричного до неправильного. МК модель не исключает зональности кристаллов при смене физико-химических условий

роста. Если рост кристалла идет присоединением СЭ, то структура имеет наноблочный характер. При несоблюдении этого условия блочность регламентируется сохранением электронейтральности растущего кристалла. При смене электрической обстановки в срезе роста меняется электрическая устойчивость грани и появляется габитусная зональность. Направление спайности определяется анизотропией механических свойств, вызванных неправильной укладкой СЭ.

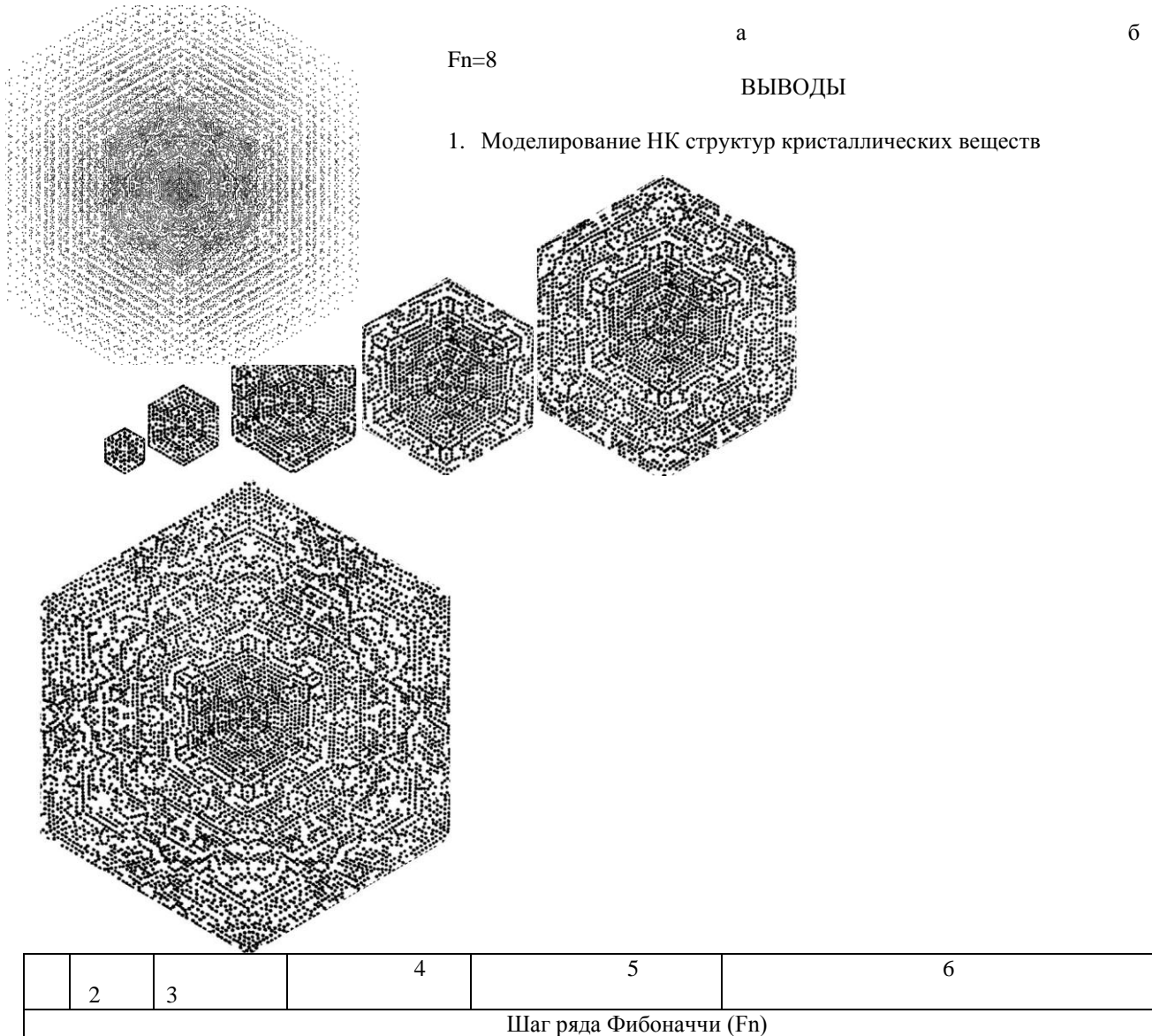


Рис.1. Общий вид (а) и картины детализации самоподобных микроблоков (б) по ряду Фибоначчи НК структуры кристалла с гексагональной сингонией при росте из одного центра кристаллизации.

ВЫВОДЫ

1. Моделирование НК структур кристаллических веществ характеризуется спиральным ростом кристаллов из С-частиц.
2. При росте кристаллов из одного центра кристаллизации выделены самоподобные структурные элементы и самоподобные наноблоки из них с размерами по ряду Фибоначчи.
3. Высшая плотность упаковки С-частиц по границам структурных элементов коррелируют с наблюдающимися полосами максимальной электронной плотности.
4. В НК структуре при различных схемах распределения С-частиц всегда получается одинаковая внешняя огранка с соответствующей симметрией для данного кристалла.

Литература

1. *Озеров Р.П., Стрельцов В.А.* Использование синхротронного излучения при исследовании электронной плотности в кристаллах // *Поверхность: Рентген., синхротрон. и нейтрон. Иссл.* 1996. №7. С.44-51.
2. *Rothen F., Pieranski P.* Mechanical equilibration of conformal crystals // *Phys. Rev. E.* 1996. V.53. №3. P.2828-2842.
3. *Visscher M.I., Baner C.E.W.* Mesoscopic charge-density wave junctions // *Phys. Rev. B.* 1996. V.54. № 4. P.2798-2805.
4. *Kulakov M.A., Henn G., Bullemer B.* SiC (0001) 3x3-Si surface reconstruction - a new insight with STM // *Surface Sci.* 1996. V.346. №1-3. P.49-54.
5. *Edelman V.S.* STM observation of twin microlayers on cleaved bismuth surfaces // *Phys. Lett. A.* 1996. V.210. №1-2. P.105-109.
6. *Gleiter H.* Nanocrystalline solids // *I.Appl. Crystallorg.* 1991. V.24. №2. P.79-90.
7. *Michalski E., Kasczmarek S., Demianiuk M.* The diffraction of X-rays by close-packed polytypic crystals containing single stacking faults. II. // *Acta crystallorg. A.* 1988. V.44. №5. P.650-657.
8. *Santra S.B., Bose I.* Scaling behavior of cluster hulls in spiral site percolation // *I. Phys. A.* 1993. V.26. №16. P.3963-3971.
9. *Артеменко С.Н., Волков А.Ф. Зайцев - Зотов С.В.* Квазиодномерные проводники с волной зарядовой плотности // *Успехи физ. Наук.* 1996. E.166. №4. С.434-439.
10. *Сергеев А.Н., Семухин Б.С., Шакалов Ф.Е. и др.* Исследование надатомной структуры кристаллов простых веществ // *Тез. докл. VI Всероссийской конф. по химии твердого тела и новым материалам.* 1996. Т.1. С.167-169.
11. *Sadoc I.-F., Charvolin I.* Crystal structures built from highly symmetrical units // *J.Phys.Sec.1.* 1992. V.2. №6. P.845-859.

МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ВИБРОУДАРОИЗОЛЯЦИИ КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Бурдаев А.И.
Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ;

Рассмотрен метод автоматизированного синтеза параметров системы виброудароизоляции конструкций радиоэлектронных средств (РЭС). Показаны недостатки используемых в настоящее время однокритериальных методов синтеза систем виброизоляции и предложен метод синтеза оптимальных параметров систем виброудароизоляции конструкций РЭС.

Method for automated synthesis of vibroisolation system parameters for radio-electronic equipment. Burdaev A.

We have considered method for automated synthesis of vibroisolation system parameters for radio-electronic equipment.

We have shown limitations of currently used one-criterion methods for the synthesis of vibroisolation systems and we have proposed the method for the synthesis of optimal parameters of the vibroshockisolation system radio-electronic equipment.

Механические воздействия вызывают от 30 до 50% отказов РЭС [1]. Подавляющее большинство отказов РЭС из-за механических воздействий связано с выходом за пределы, установленные нормативно-технической документацией, механических характеристик конструкций РЭС - ускорений, перемещений, напряжений, что приводит к нарушению прочности и устойчивости работы аппаратуры. При этом ускорение на каждом электрорадиоизделии (ЭРИ) не должно превышать допустимое по техническим условиям на него значение. Кроме того, к нарушениям прочности ЭРИ часто приводит накопление усталостных повреждений в их выводах.

Кроме вибрации, РЭС может подвергаться ударным воздействиям, возникающим при транспортировке, монтаже или эксплуатации, при действии ударной волны и т.д. В процессе ударного воздействия большие перегрузки к элементам РЭС прикладываются в течение короткого промежутка времени. Вследствие этого возникающие ускорения, перемещения и напряжения элементов аппаратуры могут достигать критических значений и вызывать различные повреждения.

Сложные динамические и климатические условия эксплуатации виброизолированной РЭС в сочетании с жесткими требованиями к надежности ее работы накладывают серьезные ограничения на выбор виброизоляторов и схему их расположения. Характеристики виброизоляторов, их конструкции и схема расположения должны обеспечивать надежную защиту РЭС от динамических воздействий.

Вследствие того, что на современных подвижных объектах одновременно действуют как установившиеся вибрации, так и периодические удары, проблема конструирования виброизоляторов бортовой

РЭС является весьма сложной. Требования, предъявляемые к виброизоляторам, предназначенным для защиты от ударов, часто не согласуются с требованиями к виброизолирующим виброизоляторам [4]. Виброизоляторы должны обеспечивать защиту РЭС от вибраций и ударов, действующих под любым углом к плоскости несущего основания.

Демпфирующие устройства виброизоляторов рассеивают колебательную энергию в результате трения, возникающего при взаимном перемещении деталей, осуществляющих воздушное ("вязкое") или фрикционное ("сухое") трение [4].

В зависимости от типа упругого элемента виброизоляторы можно классифицировать на резиновые и пружинные, а по виду демпфирования - на виброизоляторы с внутренним демпфированием в упругом материале, с воздушным, фрикционным и структурным демпфированием.

Используемые в настоящее время методы синтеза систем виброизоляции являются однокритериальными [1,2,3], т.к. в целевую функцию входит лишь минимизация отклонения расчетной перегрузки от допустимого значения. При этом не учитываются требования к рациональному монтажу виброизоляторов и к оптимальному учету влияния температуры на параметры виброизоляторов, что не обеспечивает наилучших условий их работы и оптимальности проектного решения. Метода оптимального синтеза систем виброудароизоляции при одновременном воздействии вибраций и ударов вообще не существует. Поэтому актуальной задачей является разработка методов синтеза оптимальных параметров систем виброудароизоляции конструкций РЭС.

При проектировании системы виброудароизоляции РЭС необходимо выполнить ряд условий, обеспечивающих оптимальную по качеству ее работу. Для этого производится статический расчет системы виброудароизоляции.

Целью статического расчета системы виброудароизоляции является определение статических нагрузок на каждый из виброизоляторов и последующий выбор типоразмера виброизолятора в соответствии с найденными нагрузками. Иногда бывает необходимо определить или уточнить координаты расположения виброизоляторов – это позволяет расположить виброизоляторы в соответствии с условиями рационального монтажа.

К таким условиям относятся [4]:

суммарная грузоподъемность всех виброизоляторов равна силе тяжести виброизолируемой аппаратуры; координаты центра масс виброизолируемой аппаратуры должны совпадать с центром жесткостей системы виброизоляторов по всем возможным направлениям воздействия;

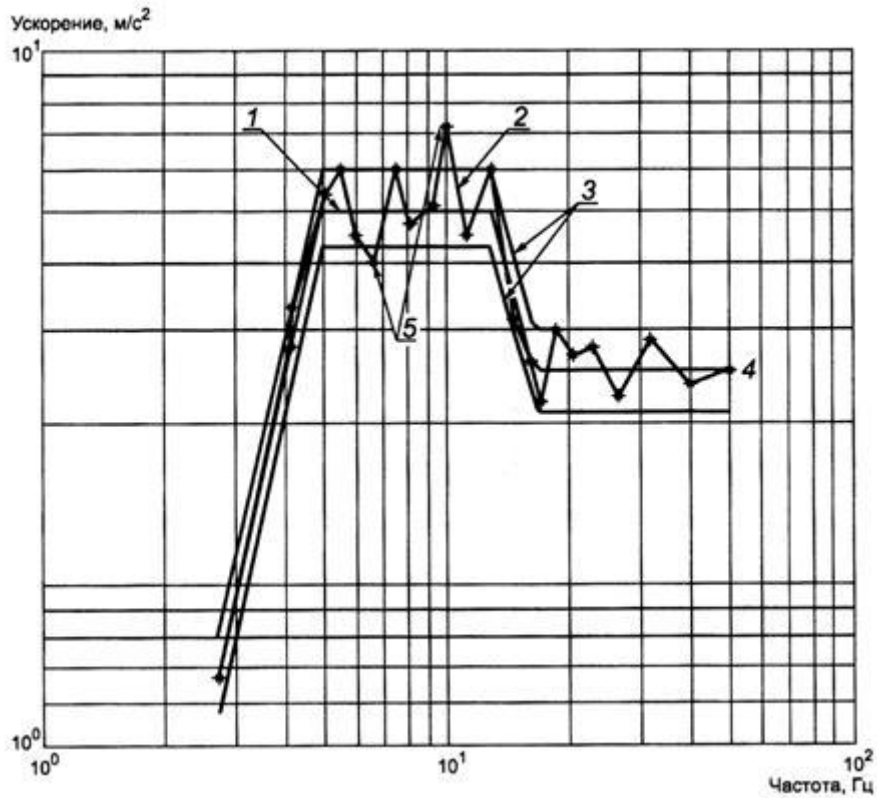
парциальные резонансные частоты системы виброизоляции должны быть сгруппированы в узкой полосе частот (чтобы конструкция стояла без перекосов);

система виброудароизоляции должна обеспечивать заданное уменьшение уровня вибрационных и ударных перегрузок, передаваемых на аппаратуру от источника внешних механических воздействий.

При совместном воздействии вибрации и удара на аппаратуру приходится одновременно решать несколько задач. При вибрации главное снизить перегрузки на элементах конструкции, а при ударе амплитуду колебаний и механические напряжения. Так как удар является неустановившимся процессом, это составляет основную сложность при анализе воздействия удара на аппаратуру и при расчете ее системы виброудароизоляции на удар. Возбуждение системы при ударном воздействии возникает не периодически в виде механических импульсов перегрузки различной формы - полусинусоидальные, треугольные, прямоугольные и т.д. Входное воздействие при ударе может быть задано как во временной области, так и в виде ударного спектра.

Максимальное ускорение и его длительность определяют в большинстве случаев максимальное механическое напряжение в элементах конструкции и максимальное их относительное смещение.

Ударный спектр представляет собой график зависимости максимального отклика (перемещения, скорости или ускорения) на заданное входное воздействие ансамбля осцилляторов с заданным значением добротности от собственных частот колебаний этих осцилляторов без учета демпфирования (рис.1). При расчетах, если иное не обусловлено, используют линейные системы с одной степенью свободы с вязкостным демпфированием [6].



1 - заданный ударный спектр; 2 - реальный ударный спектр; 3 - область допуска ($\pm 1,5$ дБ); 4 - высокочастотная асимптота - значение, к которому асимптотически стремится кривая ударного спектра в области высоких частот; 5 - точки ударного спектра за пределами области допуска.

Рис. 1. Типичный график ударного спектра (в логарифмическом масштабе).

Пример ударного спектра, заданного для расчета, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Частота, Гц	100	1000	3000	10000
Спектр удара, g	6	150	200	180

Примечание: Изменение значений спектра – линейное в двойном логарифмическом масштабе.

Пример используемого при проведении автономных испытаний режима ударного нагружения представлен в таблице 2.

Таблица 2

Максимальное ускорение, g	Количество ударов в каждом из 3 ^x взаимноперпендикулярных направлений	Длительность импульса, мс
± 90	2	от 1 до 3

Широкополосное случайное вибрационное воздействие задаётся в виде зависимости спектральной плотности перегрузки от частоты. Пример заданного вибрационного воздействия приведен в таблице 3.

Таблица 3

Этап эксплуатации	Время воздействия режима, с	Поддиапазоны частот, Гц					
		0 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 500	500 – 1000	1000 – 2000
Спектральная плотность виброускорения, g ² /Гц							
Режим 1	120	0,02	0,02	0,02–0,05	0,05	0,05–0,025	0,025–0,015
	480	0,02	0,02	0,02	0,02–0,008	0,008–0,004	0,004–0,002
Режим 2	875	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004–0,002

При проведении поиска проектного решения для системы виброудароизоляции следует учитывать, что оптимальное решение для защиты от вибрации не является оптимальным решением для защиты от удара и наоборот.

На основе предварительно проведенного расчета механического режима конструкции определяются требования к системе виброудароизоляции, а именно, допустимая перегрузка конструкции при ударном воздействии и допустимые спектральные плотности перегрузки конструкции при вибрационном воздействии, которые указываются по частотным диапазонам.

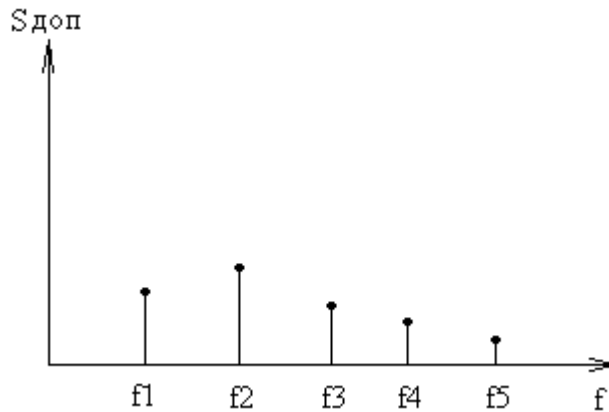


Рис.2. Задание допустимой спектральной плотности при случайной вибрации.

Для проведения процесса оптимизации при виброударном воздействии создается единый базис для суммирования вибрационных и ударных воздействий – спектральная плотность воздействия, т.к. ударный импульс создает и дополнительное вибрационное воздействие, что необходимо учитывать при расчете на вибрационное воздействие. Для этого ударный импульс, заданный во временной области, переводится в спектральную форму (спектральная плотность перегрузки) с помощью прямого преобразования Фурье. Ударный импульс, заданный в виде ударного спектра также переводится в спектральную плотность. Случайная вибрация уже задана в виде спектральной плотности.

При базисе воздействия в виде спектральной плотности представляется возможность в процессе оптимизации учитывать воздействие на конструкцию вибрации и удара одновременно.

При оптимизации используется математическая модель динамики системы виброудароизоляции, описанная в работе [5].

Расчет реакции линейной системы на случайное воздействие построен на известных формулах:

$$S_{\text{вых}}(\omega) = |K(\omega)|^2 * S_{\text{вх}}(\omega); \int_{\omega_1}^{\omega_2} S_{\text{вых}}(\omega) d\omega = D = \sigma^2,$$

где: $S_{\text{вх}}(\omega)$ – спектральная плотность входного воздействия (перегрузки) в диапазоне частот $\omega_1 \dots \omega_2$, ω – круговая частота, $K(\omega)$ – коэффициент передачи системы, $S_{\text{вых}}(\omega)$ – спектральная плотность перегрузки на выходе системы, D – дисперсия перегрузки на выходе системы, σ – среднеквадратическое значение перегрузки на выходе системы.

Таким образом на конструкции получаем суммарное воздействие от удара и вибрации, при этом изменяется спектральная плотность в частотном диапазоне воздействия вибрации.

Вычисление перегрузки на конструкции и деформации виброизоляторов при ударном воздействии производится с использованием обратного преобразования Фурье для перехода от спектрального представления реакции к временному.

Для проведения оптимизации разработан глобальный критерий оптимальности $Z_{\text{гл}}$, состоящий из трех структурно одинаковых частей $Z_{T_{\min}}$, $Z_{T_{20}}$, $Z_{T_{\max}}$ (структура приведена ниже в формуле для $Z(T)$), каждая из которых учитывает требования к рациональному монтажу системы виброудароизоляции (составляющие 3 и 4 критерия Z) и требования к ослаблению ударного и вибрационного воздействия на конструкцию (составляющие 1 и 2 критерия Z) при возможных значениях температур эксплуатации T_{\min} , T_{20} , T_{\max} (минимальной, нормальной и максимальной соответственно).

Критерий оптимальности системы виброизоляции – $\min(Z_{\text{гл}})$, где $Z_{\text{гл}} = Z_{T_{\min}} + Z_{T_{20}} + Z_{T_{\max}}$, при этом каждая составляющая $Z_{T_{\min}}$, $Z_{T_{20}}$, $Z_{T_{\max}}$ определяется по следующему алгебраическому выражению при соответствующей температуре T :

$$Z(T) = \lambda_1 \left(\frac{G_{\text{уд.п}}}{G_{\text{уд.дон}}} \right)^2 + \lambda_2 \left[\left(\frac{S_1}{S_{1,\text{доп}}} \right)^2 + \dots + \left(\frac{S_k}{S_{k,\text{доп}}} \right)^2 \right] + \lambda_3 \left[\left(\frac{f_1 - f_{\text{cp}}}{f_{\text{cp}}} \right)^2 + \dots + \left(\frac{f_6 - f_{\text{cp}}}{f_{\text{cp}}} \right)^2 \right] + \lambda_4 \left(\frac{C_{\text{жс}} - C_{\text{масс}}}{C_{\text{масс}}} \right)^2,$$

при ограничениях: $f_{рез.нижн.} \geq f_{рез.н.дон}, \Delta_i \leq \Delta_{i,дон}, i=1..n; X_i \in X_{i,зад}, i = 1..n; Y_i \in Y_{i,зад}, i = 1..n;$

$Z_i \in Z_{i,зад}, i=1..n;$ где: $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ – весовые коэффициенты; $f_{cp} = \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_6}{6}$ – среднее значение

резонансных частот $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ системы виброудароизоляции; $G_{уд.р.}, G_{уд.доп.}$ – расчетное и допустимое значения перегрузки конструкции при ударе; $S_1, \dots, S_k, S_{1,доп.}, \dots, S_{k,доп.}$ – расчетные и допустимые спектральные плотности перегрузки при вибрации в k частотных диапазонах; $C_{ж}, C_{масс}$ – центры жесткостей и масс конструкции; $f_{рез.нижн.}, f_{рез.н.доп.}$ – расчетное нижнее и допустимое нижнее значение резонансной частоты; $\Delta_i, \Delta_{i,доп.}$ – расчетное и допустимое значения деформации виброизолятора при ударе; X_i, Y_i, Z_i – координаты установки виброизоляторов; $X_{i,зад}, Y_{i,зад}, Z_{i,зад}$ – допустимые координаты установки виброизоляторов; n – количество виброизоляторов.

Варьируемыми параметрами при оптимизации являются жесткости виброизоляторов и координаты их установки. Весовые коэффициенты выбираются разработчиком системы виброудароизоляции в зависимости от необходимости большего или меньшего значения обеспечения различных требований к системе.

Вычисление резонансных частот системы виброизоляции производится с использованием математического аппарата собственных значений.

Оптимизация производится при непрерывных значениях жесткостей виброизоляторов, но после нахождения их оптимальных значений производится переход к реальным дискретным значениям жесткостей по принципу наименьшего изменения значения полученного минимума критерия оптимальности:

$$\min \Delta Z_{гг} = \min \sum_{i=1}^n (\Delta D_i \cdot A_{Di}^{Z_{гг}}), \quad \text{где } A_{Di}^{Z_{гг}} \text{ - коэффициент абсолютной параметрической}$$

чувствительности глобального критерия оптимальности $Z_{гг}$ к изменению жесткости i -го виброизолятора. Наименьшее значение изменения находится путем анализа всех вариантов изменения жесткостей виброизоляторов до ближайших дискретных значений как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Данный анализ, несмотря на большое количество вариантов изменений, не является трудоемким с точки зрения затрат машинного времени, т.к. коэффициент чувствительности вычисляется всего лишь n раз, а остальные математические операции сводятся к n операциям умножения для каждого варианта изменения.

Разработан метод и алгоритм автоматического синтеза систем виброудароизоляции при одновременном вибрационном и ударном воздействиях, укрупненный алгоритм которого приведен ниже.

Описание алгоритма по блокам:

1. Начало алгоритма.
2. Ввод исходных данных - описание виброизолируемой конструкции с указанием величин и координат масс ее конструктивных узлов, характеристики возможных к применению виброизоляторов, координаты возможных мест установки виброизоляторов, параметры внешних механических воздействий, минимально допустимое значение резонансных частот, требуемое ослабление вибрации и перегрузки при ударном воздействии, начальные координаты установки виброизоляторов;
3. Вычисление спектральной плотности ударного импульса и суммирование её с спектральной плотностью случайной вибрации.
4. Задание минимальных начальных жесткостей виброизоляторов исходя из условия минимальной допустимой статической нагрузки на виброизоляторы.
5. Организация итерационных циклов обхода всех виброизоляторов (j – номер цикла).
6. Организация итерационного цикла изменения жесткостей виброизоляторов и вычисления наименьшего критерия оптимальности (i – номер текущего виброизолятора).
7. Изменение жесткости или координат установки i -го виброизолятора в пределах допустимых координат (шаг и направление изменения определяются программой оптимизации). В случае, если при последующем расчете в блоке 10 критерий оптимальности увеличивается, то в данном блоке происходит отмена произведенного изменения.

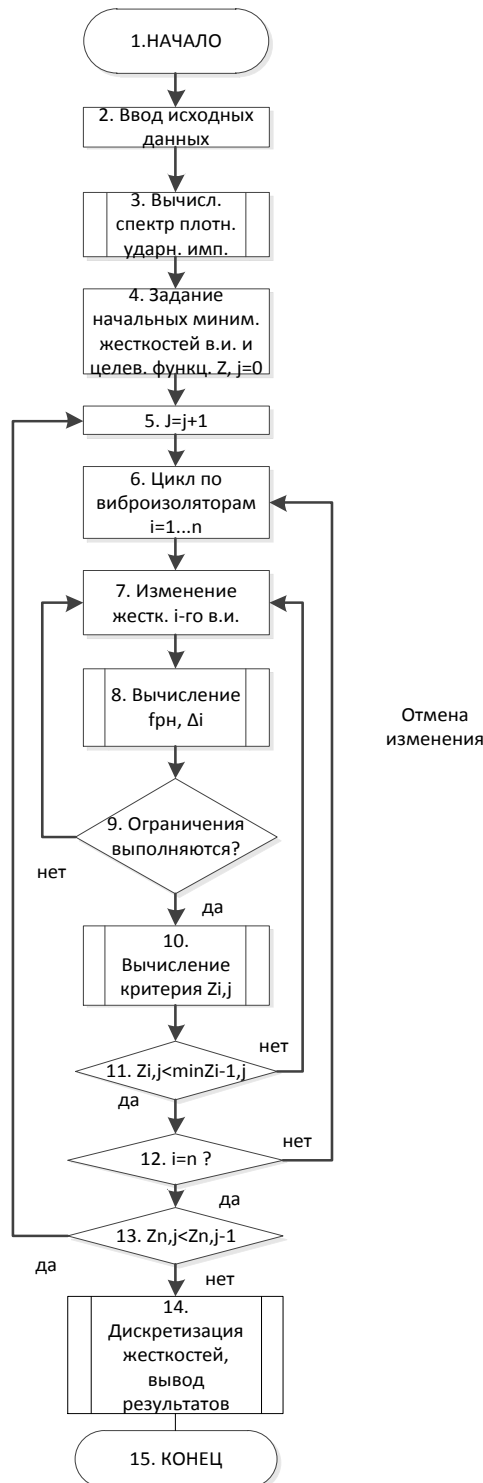


Рис.3. Укрупненный алгоритм программы автоматического синтеза систем виброудароизоляции.

8. Производится вычисление нижнего значения резонансной частоты - $f_{рез.нижн.}$ и деформации виброизоляторов при ударе - Δ .

9. Производится проверка ограничений $f_{рез.нижн.} \geq f_{рез.н.дон}, \Delta_i \leq \Delta_{i,дон}, i = 1..n; X_i \in X_{i,зад}, i = 1..n; Y_i \in Y_{i,зад}, i = 1..n; Z_i \in Z_{i,зад}, i = 1..n$, т.е. на то, чтобы нижнее значение резонансной частоты было не менее минимально допустимой (иначе виброизолятор будет слишком “слабым” и будет недопустимо большая его статическая деформация), деформация виброизоляторов при ударном воздействии не превышала допустимого значения и координаты установки виброизоляторов находились бы в пределах разрешенных областей. Если ограничения выполняются то производится переход на блок 10, иначе на блок 7 для отмены изменений.

10. Вычисление глобального критерия оптимальности на j – m цикле обхода виброизоляторов при изменении параметров у i –го виброизолятора. Запоминание меньшего полученного значения глобального критерия оптимальности.

11. Производится сравнение вычисленного значения глобального критерия оптимальности с минимальным значением, полученным на предыдущих шагах оптимизации и, если он меньше, то происходит переход на блок 12, иначе на блок 7 для отмены изменений.

12. Производится проверка: все ли виброизоляторы в j – том цикле обхода пройдены. Если да, то переход на блок 13, иначе переход на блок 6 для проведения изменений у $(i+1)$ -го виброизолятора.

13. Производится сравнение вычисленного значения глобального критерия оптимальности с минимальным значением, полученным на $(j-1)$ -ом цикле обхода и, если он меньше, то происходит переход на блок 5 для начала $(j+1)$ -го цикла обхода виброизоляторов, иначе на блок 7 для отмены изменений.

14. Производится оптимальный переход к дискретным значениям жесткостей виброизоляторов в соответствии с приведенным ранее математическим обеспечением. Вывод результатов проектного решения.

15. Конец программы.

Литература

1. Шалумов А.С. Информационная технология ранних этапов проектирования конструкций РЭС с учетом внешних механических воздействий: Дисс. докт. техн. наук.–М.: МИЭМ, 1999.

2. Данилов М.М. Метод оптимального проектирования конструкций радиотехнических устройств на виброизоляторах/ Дисс. канд.техн.наук. - М., 2002.

3. Малов А.В. Разработка автоматизированной подсистемы обеспечения стойкости радиоэлектронных средств к механическим воздействиям на основе систем виброизоляции/ Дисс. канд.техн.наук. - М., 2011.

4. Суровцев Ю.А. Амортизация радиоэлектронной аппаратуры. – М., Советское радио, 1974г.

5. Кожевников А.М. Моделирование систем виброизоляции блоков РЭС // Системные проблемы качества, математического моделирования, информационных, электронных и лазерных технологий: Материалы международной конфер. и Российской научной школы, ч.1, Москва-Сочи, 2001, с. 19-21.

6. ГОСТ Р 53190-2008 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на удар с воспроизведением ударного спектра. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

УДК 004.932.1

СТРУКТУРНО-РАЗНОСТНЫЕ ПРОФИЛЬНЫЕ КЛАССЫ ПИКСЕЛЕЙ ПО ДВУМ НАПРАВЛЕНИЯМ

Григорьев А.В., Волощенко А.А.
Пензенский государственный университет

Приведено описание принципа обнаружения сегментов одномерного профиля полутонового изображения, предпринята попытка распространения этого принципа на двумерные растровые изображения, описан начальный этап обработки — классификация растровых элементов.

UDC 004.932.1

Structural differential profile classes pixels in two directions. Grigoriev A.V., Voloshchenko A.A.

The description of a principle of detection of segments of an one-dimensional profile of a grayscale image is provided, attempt of distribution of this principle on two-dimensional raster images is undertaken, the initial stage of processing — classification of raster elements is described.

В работе [1] приведено описание и обоснование критерия обнаружения сегментов растровых изображений, имеющих большой динамический диапазон регистрируемого параметра, на примере электронно-дифракционных картин. Целью настоящей публикации является развитие и универсализация этого критерия для других растровых изображений этого класса.

Особенность электронно-дифракционной картины в том, что её информационная ёмкость очень велика. Отношение максимальной интенсивности рассеяния электронов к разрешению по этому параметру (коэффициент перекрытия по динамическому диапазону) может достигать 10^6 , регистрируемый растр может содержать 1000×1000 элементов.

Информация, необходимая для анализа — координаты и интенсивности электронно-дифракционных рефлексов — при этом составляет десятки килобайт.

То есть электронно-дифракционная картина содержит много информации ненужной, избыточной. Поэтому алгоритм работы системы машинного зрения должен быть построен так, чтобы не запоминать всю картину целиком, а непосредственно в процессе сканирования создать промежуточное изображение гораздо

меньшей информационной ёмкости, чем исходное, запомнить его и производить дальнейшие преобразования уже над ним [2].

Электронно-дифракционная картина представляет собой множество дифракционных максимумов — рефлексов, расположенных на неравномерном фоне, спадающем от центрального пятна к периферии. В зависимости от типа структуры контролируемого объекта конфигурация электронно-дифракционной картины может быть различной [3]. Так, поликристаллические материалы дают рефлексы в виде концентрических колец, в центре которых находится центр симметрии электронно-дифракционной картины — центральное пятно — след от первичного электронного пучка. Аморфные материалы также дают рефлексы в виде концентрических колец, но эти кольца гораздо более размыты и их труднее отличить от неравномерного фона, чем кольца от поликристаллических материалов.

Монокристаллические материалы дают рефлексы в виде точек, расположенных симметрично относительно центрального пятна. Текстуры дают рефлексы в виде дуг концентрических колец с центром в центре центрального пятна. Есть и другие типы электронно-дифракционных картин, например, прямые полосы.

При решении задач анализа электронно-дифракционная картина рассматривается как поверхность в трёхмерном пространстве, два измерения которого — координаты в плоскости регистрации, а третья — яркость точки, пропорциональная интенсивности рассеяния электронов под соответствующим углом.

Для определения интенсивности рассеяния электронов, отображаемой текущим растровым элементом электронно-дифракционной картины, из считываемой приемно-измерительным устройством яркости вычитается отсчёт эмпирической функции фона [4]. Формируются отсчёты интенсивности элементов $z_{i,j}$. Вычисляются разности интенсивностей считываемого элемента и соседних с ним по восьми направлениям [5] (рис.1.).

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

При этом разности по нечётным (диагональным) направлениям следует разделить на $\sqrt{2}$, так как расстояние до этих элементов от рассматриваемого, по теореме Пифагора в $\sqrt{2}$ раз больше, чем расстояние до элементов по чётным направлениям от того же рассматриваемого.

Подсчитанные разности интенсивностей сравниваются с допустимыми значениями, и происходит их классификация путём логических преобразований. На полученной таким образом сжатой электронно-дифракционной картине осуществляется распознавание электронно-дифракционных рефлексов и определение их координат и интенсивностей.

Введём некоторые понятия и определения.

Электронно-дифракционную картину, интерпретируемую как поверхность в пространстве, будем именовать электронно-дифракционной поверхностью.

Каждая точка электронно-дифракционной поверхности имеет три координаты: i и j — координаты точки в плоскости регистрации и $z_{i,j}$ — интенсивность рассеяния электронов под углом, определяемым координатами i и j . Таким же образом, $z_{i,j}$, будем обозначать и сами элементы электронно-дифракционной поверхности. Например, “элемент $z_{i,j}$ и соседний с ним элемент $z_{i+1,j-1}$ ”.

Разность между интенсивностью (яркостью) некоторого элемента $z_{i,j}$ и яркостью соседнего с ним по некоторому k -му направлению элемента будем называть k -й разностью элемента $z_{i,j}$: $a_{i,j,k}$. Например (см. рис. 2):

$$a_{i,j,5} = \frac{z_{i,j} - z_{i-1,j+1}}{\sqrt{2}} \text{ (напомню, что для диагональных направлений вводится коэффициент } \frac{1}{\sqrt{2}} \text{)}.$$

Разность элемента будем для краткости именовать просто разностью.

Совокупность элементов, связанных между собой направлениями, будем именовать фрагментом электронно-дифракционной поверхности или просто фрагментом.

Элемент, ближайший к рассматриваемому по одному из направлений, будем именовать соседним элементом для данного рассматриваемого.

Элемент, соседний для некоторого элемента, принадлежащего некоторому фрагменту, который сам этому фрагменту не подлежит, будем именовать элементом, примыкающим к этому фрагменту.

Общие признаки, которыми обладают элементы или разности фрагмента будем именовать характеристическими признаками этого фрагмента.

Фрагмент, все элементы которого обладают некоторым характеристическим признаком, будем называть областью связанных элементов, обладающих этим признаком, если этим признаком не обладает ни один из элементов, примыкающих к фрагменту.

Обозначим через ε некоторое наперёд заданное пороговое значение яркости элемента электронно-дифракционной картины. Для любой разности элемента выполняется одно из условий, указанных в таблице 1. При выполнении этого условия разности будем присваивать соответствующее наименование (табл. 1.).

Таблица 1. Наименования разностей

Условие	
$ a_{i,k} \leq \varepsilon$	Незначимая
$a_{i,k} > \varepsilon$	Положительная
$a_{i,k} < -\varepsilon$	Отрицательная

Под вершиной электронно-дифракционного рефлекса в [1] понимается считать область связанных незначимых разностей, если ни один из элементов этой области не имеет ни одной отрицательной разности, и если эта область не содержит элементов края электронно-дифракционной поверхности.

Обобщим это определение на все растровые поверхности.

Под сегментом растровой поверхности будем понимать область связанных незначимых разностей, ни один из элементов которой не имеет ни одной отрицательной разности, если эта область не содержит элементов края растровой поверхности.

Из определения сегмента следует, что если некоторый элемент $z_{i,j}$ имеет хотя бы одну отрицательную разность, то такой элемент не может быть элементом вершины рефлекса.

Каждый из элементов растровой поверхности будем считать фрагментом, в пределах которого все разности незначимые.

Распределение яркости вдоль линии, проведённой в плоскости регистрации электронно-дифракционной картины, представляет собой кривую, которая называется электронно-дифракционным профилем. Распределение яркости электронно-дифракционной картины вдоль отрезка прямой, проходящей через центр симметрии электронно-дифракционной картины, называется радиальным электронно-дифракционным профилем. Распределение яркости электронно-дифракционной картины вдоль луча, начинающегося в центре симметрии электронно-дифракционной картины, называется полным радиальным электронно-дифракционным профилем. Центром симметрии электронно-дифракционной картины является центр центрального пятна — следа от первичного электронного пучка.

Как было показано выше, электронно-дифракционная картина поликристаллического материала представляет собой совокупность концентрических окружностей, центр которых расположен в центре симметрии электронно-дифракционной картины. Поэтому полный радиальный электронно-дифракционный профиль таких материалов несёт исчерпывающую информацию обо всей электронно-дифракционной картине.

Электронно-дифракционный профиль рассматривается при этом как линия пересечения двух поверхностей, одна из которых электронно-дифракционная, а другая перпендикулярна плоскости регистрации.

Радиальный электронно-дифракционный профиль представляет собой фрагмент сечения электронно-дифракционной поверхности плоскостью, перпендикулярной плоскости регистрации и проходящей через центр симметрии электронно-дифракционной картины.

Решение задач обработки и анализа электронно-дифракционных профилей имеет важное значение, так как принципы обработки и анализа электронно-дифракционных поверхностей (в том числе и очень сложных, не поддающихся неавтоматизированному контролю) выводятся путём обобщения принципов обработки и анализа электронно-дифракционных профилей.

Решение задач обработки и анализа электронно-дифракционных профилей имеет и самостоятельное значение — для автоматизированной обработки электрограмм поликристаллических материалов. В частности, применяемый в настоящее время способ контроля качества электронных дифрактометров — путём замеров линейкой расстояний в радиальном профиле поликристаллического тестового образца, выведенных на ленту самописца — не удовлетворяет современным требованиям.

Элемент профиля имеет две координаты: i — порядковый номер элемента и z_i — интенсивность рассеяния электронов под углом, определяемым координатой i . Таким же образом, z_i , будем обозначать и сами элементы профиля. Например, «Элемент z_i и соседний с ним элемент z_{i+1} ».

Разности элементов профиля будем обозначать $a_{i,k}$, где k — порядковый номер направления, по которому исчисляется разность.

Элемент профиля имеет две разности: по направлению “вперёд” и по направлению “назад”.

Примем для разности по направлению “вперёд” $k=1$, а для разности по направлению “назад” $k=2$. Таким образом, $a_{i,1} = z_i - z_{i+1}$; $a_{i,2} = z_i - z_{i-1}$.

Предлагаемый в настоящей работе способ обработки электронно-дифракционных профилей и поверхностей основан на введённых понятиях и определениях. Обработка заключается в проблемно ориентированной классификации растровых элементов.

Для каждого i -го элемента профиля определяются конечные разности $a_{i,k} = z_i - z_{i+l}$, где k — порядковый номер направления в профиле; l — индекс, который зависит только от k : при $k = 1$ $l = 1$, а при $k = 2$ $l = -1$.

Таким образом, $a_{i,1} = z_i - z_{i+1}$, $a_{i,2} = z_i - z_{i-1}$. А направления в профиле два: “вперёд” и “назад”. Полученные значения $a_{i,k}$ сравниваются с двумя пороговым уровнями: « ε » и «минус ε ».

На основании результатов этого сравнения определяются значения параметра $p_{i,k}$. Если $a_{i,k} < -\varepsilon$, то $p_{i,k} = 0$. Если $|a_{i,k}| \leq \varepsilon$, то $p_{i,k} = 1$. Если $a_{i,k} > \varepsilon$, то $p_{i,k} = 2$. Класс элемента профиля z_i определим по сочетаниям параметров $p_{i,k}$. Так как для каждого i -го элемента профиля существует два направления (два возможных значения индекса k), а параметр $p_{i,k}$ может принимать три возможных значения (0,1,2), то количество классов элементов профиля

равно количеству сочетаний с повторениями из трёх по два. “С повторениями” это значит, что сочетания одинаковых элементов: 0,0; 1,1; 2,2 — также считаются. Как известно, число сочетаний с повторениями из n по m :

$$f_n^m = \frac{(n+m-1)!}{m!(n-1)!} \Rightarrow f_3^2 = \frac{(3+2-1)!}{2!(3-1)!} = \frac{4!}{2!2!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2} = 6$$

Эти сочетания, собственно, и будут классами элементов.

Литература

1. Григорьев А.В. Структурный принцип классификации растровых элементов электронно-дифракционного профиля. // «Цифровые модели в проектировании и производстве РЭС». Межвуз. сб. науч. тр. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003.
2. Држевецкий А.Л., Григорьев А.В.. Автоматизированная система оптического допускового контроля печатных плат и фотосаблонов. // «Метрология» (прил. к ж. «Измерительная техника»), 1995, вып. 4, с. 11 ... 18.
3. Вайнштейн Б.К.. Структурная электронография. — М., Изд-во АН СССР, 1956.
4. Клечковская В.В., Ракова Е.В., Тихонова А.А., Толстихина А.Л.. Электронография как метод исследования поверхностных слоёв и тонких плёнок. // Итоги науки и техники. Пучки заряженных частиц и твёрдое тело. 1990. — т. 3.
5. Патент 1837335 РФ G 06 K 9/00. Устройство для селекции изображений. / А.Л. Држевецкий, В.Н. Контисhev, А.В. Григорьев, А.Г. Царёв. // Выдан 19.08.1993г. / БИ, 1993, №32.

УДК 004.932.1

КРИТЕРИЙ ОБНАРУЖЕНИЯ ВЕРШИННЫХ СЕГМЕНТОВ РАСТРОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Григорьев А.В., Рачковская М.К.
Пензенский государственный университет

Приведено описание принципа формирования вершинных областей связанных элементов одномерного профиля полутонового изображения, рассмотрен характерный пример, содержащий области всех классов, сформулированы характеристические признаки и логический функционал для определения вершинной области.

UDC 004.932.1

Criterion of detection of topmost segments of raster surfaces. Grigoriev A.V., Rachkovskaya M.K.

The description of a principle of formation of topmost areas of the connected elements of an one-dimensional profile of a grayscale image is provided, the characteristic example containing areas of all classes is considered, characteristic signs and a logic functional for definition of topmost area are formulated.

Любое растровое изображение можно представить как поверхность в трёхмерном пространстве, каждая точка которой имеет три координаты: две из которых определяют положение растрового элемента на плоском изображении, а третья — интенсивность определённой цветовой компоненты либо суммарная яркость всех трёх цветовых компонент. Эту поверхность будем называть растровой поверхностью. Традиционный способ сегментации растровых поверхностей основан на сравнении яркости каждой точки с некоторым постоянным пороговым уровнем ε . В [1] показано, что преимуществом этого способа является алгоритмическая простота и относительно высокое быстродействие, а недостатком — низкое качество сегментации, особенно если интенсивность элементов на границах сегментов изменяется медленно, либо сегменты расположены на неравномерном фоне. Там же говорится о том, что в этих случаях более применим разностный подход к сегментации, то есть вычисление разности интенсивностей соседних по ходу развёртки элементов и сравнение её опять же с некоторым пороговым уровнем. Применение этого метода даёт более высокую чёткость границ изображений сегментов, но при этом алгоритм не различает вершины сегментов и фон. Для того, чтобы алгоритм осуществлял эти определения, необходим структурно-разностный подход, сущность которого в общих чертах изложена в [1] и [2]. В статье [3] был предложен структурный принцип распознавания вершин электронно-дифракционных профилей, то есть, по сути дела, одномерных распределений интенсивности рассеяния электронов по определённым направлениям. В настоящей статье предпринимается попытка дополнить и обобщить изложенные там принципы так, чтобы они работали не только при решении

специфических электронно-дифракционных задач, но и при сегментации любых одномерных распределений — профилей, в том числе осциллограмм, кардиограмм и пр.

В работе [4] введены понятия разности $a_{i,k}$ и параметра разности $p_{i,k}$.

Рассмотрим фрагмент профиля (табл.1).

Таблица 1 Пример профиля характеристического параметра.

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
z_i	0	1	3	5	7	14	25	40	60	90	75	65	61	59	58	55

i	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
z_i	49	40	25	35	45	51	54	56	57	56	54	51	45	35	25	17

i	33	34	35	36	37	38	39	40
z_i	11	7	5	4	3	2	1	0

Для элемента z_3 профиля по табл.1:

$$a_{3,1} = z_3 - z_4 = 3 - 5 = -2; -2 < 5 \Rightarrow |a_{3,1}| < \varepsilon \Rightarrow p_{3,1} = 1;$$

$$a_{3,2} = z_3 - z_2 = 3 - 1 = 2; 2 < 5 \Rightarrow |a_{3,2}| \leq \varepsilon \Rightarrow p_{3,2} = 1.$$

Этот элемент имеет малые конечные разности по всем направлениям, располагается в области “фона”.

Для элемента z_5 профиля по табл.1:

$$a_{5,1} = z_5 - z_6 = 7 - 4 = -3; -2 < -5 \Rightarrow a_{5,1} < -\varepsilon \Rightarrow p_{5,1} = 0;$$

$$a_{5,2} = z_5 - z_4 = 7 - 5 = 2; 2 < 5 \Rightarrow |a_{5,2}| \leq \varepsilon \Rightarrow p_{5,2} = 1.$$

Этот элемент находится у подножия рефлекса, внизу рефлексного склона. Здесь фрагмент с малыми разностями переходит во фрагмент с большими разностями.

Для элемента z_8 профиля по табл.1:

$$a_{8,1} = z_8 - z_9 = 40 - 60 = -20; -20 < -5 \Rightarrow a_{8,1} < -\varepsilon \Rightarrow p_{8,1} = 0;$$

$$a_{8,2} = z_8 - z_7 = 40 - 25 = 15; 15 > 5 \Rightarrow a_{8,2} > \varepsilon \Rightarrow p_{8,2} = 2.$$

Этот элемент находится на склоне рефлекса.

Для элемента z_{10} профиля по табл.1:

$$a_{10,1} = z_{10} - z_{11} = 90 - 75 = 15; 15 > 5 \Rightarrow a_{10,1} > \varepsilon \Rightarrow p_{10,1} = 2;$$

$$a_{10,2} = z_{10} - z_9 = 90 - 60 = 30; 30 > 5 \Rightarrow a_{10,2} > \varepsilon \Rightarrow p_{10,2} = 2.$$

Этот элемент представляет собой одноэлементную вершину рефлекса.

Для элемента z_{11} профиля по табл.1:

$$a_{11,1} = z_{11} - z_{12} = 75 - 65 = 10; 10 > 5 \Rightarrow a_{11,1} > \varepsilon \Rightarrow p_{11,1} = 2;$$

$$a_{11,2} = z_{11} - z_{10} = 75 - 90 = -15; -15 < -5 \Rightarrow a_{11,2} < -\varepsilon \Rightarrow p_{11,2} = 0.$$

Как и элемент z_8 этот элемент расположен на склоне рефлекса, его структурное описание отличается от структурного описания элемента z_8 тем, что прямая является убывающей, а не возрастающей. Тем не менее, эти два элемента должны быть отнесены к одному и тому же классу. Классификация элементов не должна зависеть от направления сканирования.

Для элемента z_{12} профиля по табл.1:

$$a_{12,1} = z_{12} - z_{13} = 65 - 61 = 4; |4| < 5 \Rightarrow |a_{12,1}| \leq \varepsilon \Rightarrow p_{12,1} = 1;$$

$$a_{12,2} = z_{12} - z_{11} = 65 - 75 = -10; -10 < -5 \Rightarrow a_{12,2} < -\varepsilon \Rightarrow p_{12,2} = 0.$$

Как и элемент z_5 этот элемент находится внизу рефлексного склона. Здесь склон переходит в «ложбинку» то есть фрагмент с большими разностями переходит во фрагмент с малыми разностями.

Структурное описание элемента z_{12} является зеркальным отражением структурного описания элемента z_5 относительно вертикальной оси симметрии шаблона. Эти два элемента должны быть отнесены к одному и тому же классу, так как классификация элементов не должна зависеть от направления сканирования.

Для элемента z_{16} профиля по табл.1:

$$a_{16,1} = z_{16} - z_{17} = 55 - 49 = 6; 6 > 5 \Rightarrow a_{16,1} > \varepsilon \Rightarrow p_{16,1} = 2;$$

$$a_{16,2} = z_{16} - z_{15} = 55 - 58 = -3; -3 < 5 \Rightarrow a_{16,2} \leq \varepsilon \Rightarrow p_{16,2} = 1.$$

Этот элемент находится вверху рефлексного склона. Здесь «ложбина» переходит в склон, то есть фрагмент с малыми разностями переходит во фрагмент с большими разностями.

Для элемента z_{19} :

$$a_{19,1} = z_{19} - z_{20} = 25 - 35 = -10; -10 < -5 \Rightarrow a_{19,1} < -\varepsilon \Rightarrow p_{19,1} = 0;$$

$$a_{19,2} = z_{19} - z_{18} = 25 - 40 = -15; -15 < -5 \Rightarrow a_{19,2} < -\varepsilon \Rightarrow p_{19,2} = 0.$$

Этот элемент является общим элементом двух рефлексных склонов, их точкой пересечения. Здесь два рефлекса наложились друг на друга своими рефлексными склонами.

Для элемента z_{22} :

$$a_{22,1} = z_{22} - z_{23} = 51 - 54 = -3; -3 < 5 \Rightarrow a_{22,1} \leq \varepsilon \Rightarrow p_{22,1} = 1;$$

$$a_{22,2} = z_{22} - z_{21} = 51 - 45 = 6; 6 > 5 \Rightarrow a_{22,2} > \varepsilon \Rightarrow p_{22,2} = 2.$$

Как и элемент z_{16} этот элемент находится внизу рефлексного склона. Здесь склон переходит в «ложбину» то есть фрагмент с большими разностями переходит во фрагмент с малыми разностями.

Итак, на примере девяти элементов рассмотренного нами профиля, мы получили все возможные варианты структурного описания элементов в разработанной нами системе понятий и определений. Те элементы, структурные описания которых изменяются в зависимости от направления сканирования, мы объединили в общие классы, в результате чего система классификации стала инвариантной направлению сканирования. Дадим названия полученным классам растровых элементов электронно-дифракционного профиля и упорядочим систему их классификации (табл. 2).

Введем в систему классификации элементов еще один класс: элементы *краевые*. К этому классу отнесем элементы, расположенные на границе профиля или поверхности.

Таблица 2. Классы элементов профиля.

Элемент	Название класса
z_8	Позитивный
z_{11}	
z_5	Негативно-контурный
z_{12}	
z_{19}	Низинный
z_{16}	Позитивно-контурный
z_{22}	
z_{10}	Вершинный
z_3	Негативный

Элементом, принадлежащим объединению классов: негативного и позитивно-контурного — дадим общее название: горизонтально-положительные элементы.

Сформулируем характеристические признаки и логический функционал для определения фрагмента, как вершины рефлекса.

h_1 : фрагмент является областью связанных горизонтально-положительных элементов;

h_2 : фрагмент является областью связанных вершинных элементов;

h_3 : к фрагменту не примыкает ни один негативно-контурный элемент;

h_4 : к фрагменту не примыкает ни один краевой элемент;

$$H = (h_1 h_3 \cup h_2) h_4$$

Если для некоторого фрагмента функционал H принимает истинное значение, то этот фрагмент определяется как вершина рефлекса.

Если для некоторого фрагмента функционал H принимает ложное значение, то принимается решение о том, что данный фрагмент не является вершиной рефлекса.

Один и тот же фрагмент не может являться одновременно областью связанных элементов разных классов, поэтому признаки h_1 и h_2 являются взаимоисключающими. Если некоторый фрагмент обладает одним из этих признаков, то он не может обладать другим.

Введём обозначения. Если некоторый фрагмент обладает некоторым признаком h_i , то для этого фрагмента $h_i = 1$. Если не обладает, то $h_i = 0$. Если для некоторого фрагмента функционал H принимает истинное значение, то для этого фрагмента $H = 1$. Если ложное, то $H = 0$.

Литература

1. Григорьев А.В., Држевецкий А.Л. Критерий обнаружения объектных фрагментов штрихового изображения в полутоновом. // «Надёжность и качество'2011» — Труды международного симпозиума, С. 310-312. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2011.

2. Григорьев А.В., Држевецкий А.Л. Уточнение характеристических признаков и логического функционала структурно-разностной сегментации полутонового изображения. // «Надёжность и качество'2011» — Труды международного симпозиума, С. 312-315. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2011.

3. Григорьев А.В.. Структурный принцип классификации растровых элементов электронно-дифракционного профиля. Сборник «Цифровые модели в проектировании и производстве РЭС». — Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003.

4. Григорьев А.В., Држевецкий А.Л., Кочегаров И.И., Долотин А.И., Волощенко А.А. Шесть классов профильных элементов для структурно-разностной сегментации растровых изображений Настоящий сборник.

МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ, ОСНОВАННЫЕ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯХ ВЕЙБУЛЛА

Гродзенский С.Я.
Москва, МИРЭА

Анализируется возможность применения модифицированных распределений Вейбулла для оценки надежности различных изделий. Предложено использовать смесь распределений Вейбулла и экспоненциального.

Models of reliability based on the basis of modified Weibull distributions. Grodzenskiy S.

Examines the possibility of application of modified Weibull distributions to assess the reliability of various products. Suggested to use a mixture of exponential and Weibull distributions.

В 1939 г. шведский исследователь Вейбулл предложил функцию распределения, удобную для описания долговечности материалов [1], позднее он отмечал: "Представляется, что единственным практическим путем достижения успеха является выбор простой функции, эмпирическая ее проверка и затем ее окончательный выбор, если нет ничего лучшего" [2]. В качестве простой функции Вейбулл выбрал двухпараметрическую:

$$F(t) = 1 - \exp[-(\lambda t)^s], \quad (1)$$

где λ , s , – соответственно, параметры масштаба и формы.

Функция (1) обобщает экспоненциальное и релеевское распределения и служит достаточно хорошим приближением для других законов, используемых в теории надежности. Основным показателем надежности многих видов промышленной продукции (в частности, изделий радиоэлектроники) является интенсивность отказов – отношение частоты отказов к вероятности безотказной работы.

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = \frac{f(t)}{1 - F(t)} \quad (2)$$

где $f(t)$ – частота отказов (физически определяет «скорость» падения надежности), $P(t)$ – вероятность безотказной работы в течение времени t .

Очевидно, что вейбулловское распределение достаточно универсально: для изделий, у которых имеются скрытые дефекты, интенсивность отказов падает. Функция надежности для такого изделия описывается законом Вейбулла с параметром $s < 1$; в период «нормальной эксплуатации» $s = 1$, получается экспоненциальное распределение, при котором интенсивность отказов постоянна; в период старения функция

надежности описывается законом Вейбулла с параметром $s > 1$, что соответствует возрастанию интенсивности отказов.

С середины 50-х годов прошлого века интерес к распределению Вейбулла возрастает, что объясняется, в частности, тем, что ему подчиняется долговечность сложных устройств. Вместе с тем, когда интенсивность отказов изделий вначале эксплуатации сначала убывает, а затем возрастает распределение Вейбулла оказывается недостаточным. В связи с этим давно ведется поиск универсальной функции распределения. В последнее время в зарубежных журналах появились различные модификации распределения Вейбулла. В настоящей работе исследуется возможность их использования в качестве обобщенного закона надежности. Расчеты проводятся по программе *MapleSoft MAPLE 15*.

В работе [3] рассмотрен класс распределений, обобщающих традиционный закон Вейбулла с функцией распределения в общем виде

$$F(t) = 1 - \exp[-\alpha G(t)] \quad (3)$$

где $G(t)$ – неотрицательная, монотонно возрастающая функция от t . В случае, когда $G(t)$ является степенной функцией, выражение (3) сведется к традиционному вейбулловскому распределению. Исследовался случай, когда $G(t) = t^b \exp(bt)$, что приводит его к виду:

$$F(t) = 1 - \exp[-\alpha t^b \exp(\lambda t)], \quad (4)$$

где $\alpha > 0$, $b \geq 0$ и $\lambda > 0$.

Формула для интенсивности отказов в соответствии с ее общим определением по (2) в данном случае приобретает вид

$$\lambda(t) = \frac{\lambda \{t^s\} s e^{st}}{t} + \lambda \{t^s\} S e^{st}, \quad (5)$$

где λ определяет масштаб, а s – форму распределения. Функция (5) приобретает U-образный вид при параметре формы в интервале (0;1). При повышении параметра формы функция принимает вид почти вертикальной прямой.

Другие модификации распределения Вейбулла приведены в работе [4]:

Распределения Вейбулла в форме Уайта

$$F(t) = 1 - \exp\left(-\exp\left[\frac{t-\alpha}{\beta}\right]\right)$$

Это соответствует $G(t) = \exp((t - \alpha) / \beta)$ в выражении (3). В этом случае:

$$\lambda(t) = \frac{e^{\frac{t-\alpha}{\beta}}}{\beta} \quad (6)$$

Выражения (5) и (6) представляет собой монотонно возрастающую функцию и не приемлемы для описания зависимости $\lambda(t)$.

Четырехпараметрическое распределение Вейбулла в форме Фани

$$F(t) = 1 - \exp\left\{-\lambda \left[\frac{(t-\alpha)^\beta}{(b-t)}\right]\right\}$$

Это соответствует $G(t) = \lambda[(t - \alpha)/(b - t)]^\beta$ в выражении (3). В этом случае интенсивность отказов:

$$\lambda(t) = \frac{\lambda \left(\frac{t-\alpha}{b-t}\right)^\beta \beta \left(\frac{1}{b-t} + \frac{t-\alpha}{(b-t)^2}\right)(b-t)}{t-\alpha}$$

Что графически представляет собой практически вертикальную прямую. Пятипараметрическое распределение Вейбулла в форме Киса

$$F(t) = 1 - \exp\left\{\frac{-\lambda(t-\alpha)^{\beta_1}}{(b-t)^{\beta_2}}\right\}$$

Это соответствует $G(t) = \lambda(t - \alpha)^{\beta_1} / (b - t)^{\beta_2}$ в (3)

$$\lambda(t) = \frac{\lambda(t-\alpha)^{\beta_1} \beta_1}{(t-\alpha)(b-t)^{\beta_2}} + \frac{\lambda(t-\alpha)^{\beta_1} \beta_2}{(b-t)^{\beta_2}(b-t)}$$

Даже варьируя пятью параметрами, не удастся подобрать кривую, напоминающую U-зависимость. Выражение (3) может быть использовано для генерации других модификаций традиционного распределения Вейбулла.

В работе [5] предложено «экспоненцированное распределения Вейбулла» с функцией распределения и плотностью в виде

$$F(t) = [1 - \exp\{-(\lambda t)^\alpha\}]^a$$

Выражение для интенсивности отказов в этом случае:

$$\lambda(t) = \frac{(1 - e^{-(\lambda t)^\alpha})^\alpha a(\lambda t)^\alpha \alpha e^{-(\lambda t)^\alpha}}{t(1 - e^{-(\lambda t)^\alpha})(1 - (1 - e^{-(\lambda t)^\alpha})^\alpha)}$$

Функция приобретает U-образный вид лишь при конкретных значениях значений параметров.

Нами была предпринята попытка ввести логарифмически-вейбулловское распределение, которое можно определить аналогично логарифмически-нормальному и придать вид

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{\ln(t)}{\tau}\right)^s}$$

$$\lambda(t) = \frac{\left(\frac{\ln(t)}{\tau}\right)^s}{t \ln(t)}$$

При значении параметра формы меньших или равных единице («логарифмически-экспоненциальное распределение») удается описать первые два периода эксплуатации («детские болезни» и «нормальную эксплуатацию»). При больших s функция становится отрицательной, что противоречит физическому смыслу.

Подводя итоги, заметим, что до настоящего времени не найдено единого выражения, позволяющего одной формулой описать зависимость интенсивности отказов от времени. В связи с этим не без удовлетворения заключаем, что для решения поставленной задачи удобнее всего использовать смесь распределений экспоненциального и вейбулловского, обоснованную в работе [6], в которой даны практические рекомендации.

Литература

1. Weibull W. A statistical theory of the strength of materials // *Ingeniers Vetenskaps Akademien Handl.* 1939, No 51. Stockholm.
2. Weibull W. A statistical distribution function if wide applicability // *Journal of Applied Mechanics*, 1951, v.18, September, p.293-297.
3. Gurvich M.R., Dibenedetto A.T., Rande S.V. A new statistical distribution for characterizing the random strength of brittle materials // *Journal of Materials Science*, 1997, v. 32, p. 2559-2564.
4. Nadarajah S., Kotz S. On Some Recent Modifications of Weibull Distribution // *IEEE Transactions on Reliability*, 2005, v. 34, No 4, p. 561-562.
5. Mudholkar G.S., Srivastava D.K., Freimer M. The exponentiated Weibull family // *Technometrics*, 1995, v. 37, p. 436-445.
6. Гродзенский С.Я. Статистико-физический метод исследования надежности электронных приборов по данным эксплуатации // *Измерительная техника*, 2003, № 6, с. 59-60.

ОТ БЕЗОТКАЗНОЙ АППАРАТУРЫ К БЕССБОЙНОЙ – ПУТИ ПЕРЕХОДА

Дианов В. Н.

Москва, Московский государственный индустриальный университет

Рассматриваются вопросы перехода от безотказной аппаратуры к бессбойной с учетом активной диагностики при обнаружении и регистрации сбоев в аппаратуре. Использована совокупность информативных признаков для обнаружения и регистрации источников сбоев. На основе обнаруженных новых свойств пассивных элементов радиоэлектронной аппаратуры предложено новое понятие надежности – «бессбойность».

The ways of transition from trouble-free to failures -free equipment. Dianov V.

Examines the issues of transition from trouble-free equipment to no failures taking into account the active diagnostics for the detection and registration of failures in the equipment. Used set of informative signs of detection and registration of the sources of failures. On the basis of detected new properties of the passive elements of radio and electronic equipment proposed a new concept of reliability - «no failures».

Развитие элементной базы, усложнение программного обеспечения решаемых задач и ужесточение условий эксплуатации современной аппаратуры (вычислительной техники, датчиков, исполнительных механизмов, оптико-телевизионные комплексов и т.д.) требуют совершенствования существующих и поиска новых подходов в повышении надежности. Особенно много проблемных вопросов возникает при создании высоконадежной аппаратуры для объектов ракетной, космической и авиационной техники, в частности при обеспечении высоких требований безотказности и долговечности в условиях воздействия широкого интервала температур (до сотен градусов) и высоких уровней нагрузок [1].

Среди перечня отказов аппаратуры самым проблемным для контроля и диагностики следует признать перемежающиеся отказы, называемые также кратковременными, скрытыми, плавающими, самоустраняющимися или мерцающими отказами. Такие отказы приводят к сбоям в работе всего оборудования

и могут привести не только к существенным материальным потерям, но и к человеческим жертвам. Под сбоем понимают самоустраняющееся нарушение нормального функционирования аппаратуры вследствие кратковременных воздействий на некоторый элемент (или совокупность элементов) внешних и внутренних факторов.

В последнее время проблеме сбоев уделяется повышенное внимание. Так, одной из важнейших характеристик автономной системы навигации в современной эксплуатируемой международной космической станции является ее устойчивость к сбоям, причем приоритетность задач обеспечения высокой надежности по параметру сбоев выше приоритетности задач управления объектам [2].

При разработке аппаратуры, имеющей в своем составе большое (до нескольких десятков тысяч) число потенциальных источников сбоев, в первую очередь пассивных элементов (многоконтактных соединителей, контактирующих устройств БИС и СБИС, печатных проводников, линий связи – интерфейсных шин, шин электропитания и заземления и т.д.), ключевой проблемой кардинального повышения надежности является диагностика сбоев, непосредственно связанная с обнаружением и регистрацией источников сбоев в аппаратуре.

Анализ отечественных и зарубежных исследований по данному вопросу показал, что существуют многочисленные методы контроля, направленные не на выявление и устранение источников сбоя, а на результаты их проявления, при этом устраняется не сама причина (в данном случае источник сбоев), а ее следствие (т.е. ошибка, вызванная сбоем), тем самым оставляется потенциальная возможность существования в аппаратуре скрытых дефектов [3].

Принципиальная особенность новой концепции резкого повышения надежности аппаратуры за счет исключения воздействия на нее сбоев состоит в том, что, в отличие от всех ранее используемых подходов к решению данной проблемы, обнаруживаются и регистрируются не места сбоев, а источники сбоев. В зависимости от принципов формирования и получения информативных признаков, по совокупности которых оценивается сбойное состояние элементов аппаратуры, предложены различные методы обнаружения и регистрации источников сбоев (рис. 1), имеющие значительный (с 1970г.) отечественный приоритет [4].

Диагностирование пассивных элементов (ПЭ) радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) как процесс определения их сбойного состояния включает решение трех задач: изучение ПЭ как объекта диагностирования сбоев; построение алгоритмов диагностирования сбоев; разработка средств диагностирования сбоев.

Теоретическое обобщение процесса диагностирования сбоев ПЭ РЭА при ограниченной информации об их техническом состоянии предопределяет использование формального описания ПЭ РЭА, т.е. их математической модели диагностирования. Эта модель должна обеспечивать диагностирование сбоев и быть пригодной для дальнейшего синтеза и реализации алгоритмов диагностирования.

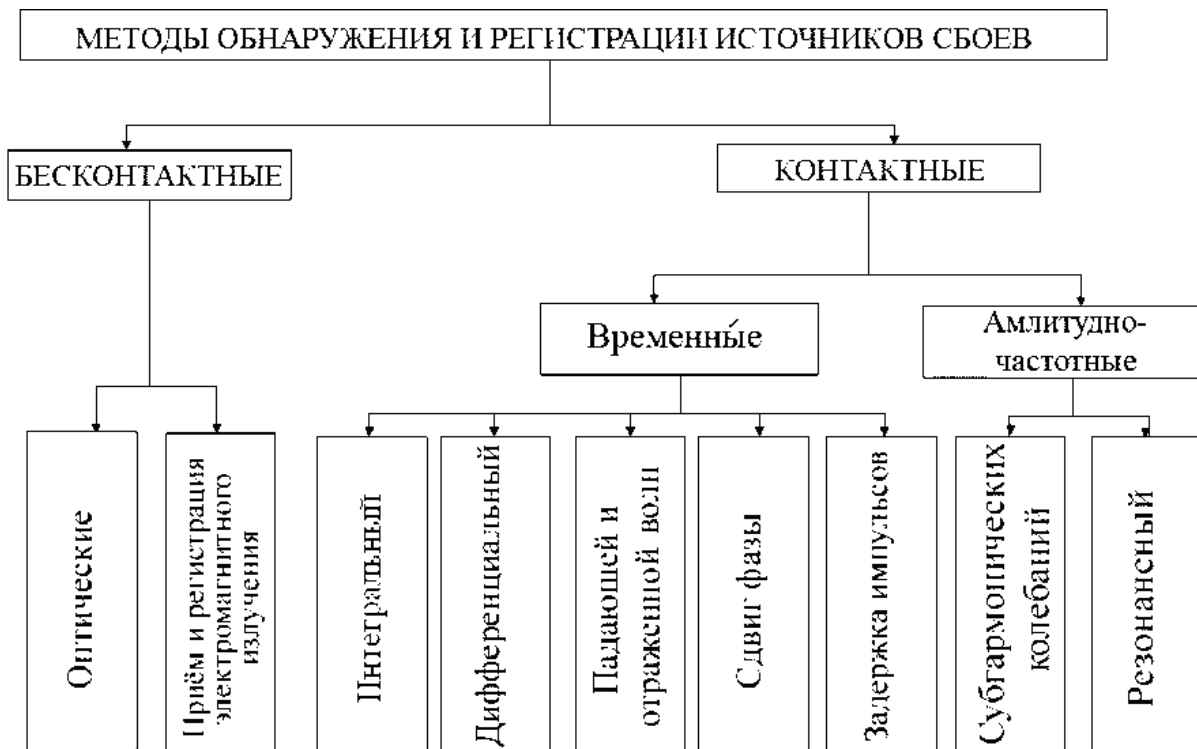


Рис.1. Классификация методов обнаружения и регистрации источников сбоев

При разработке математической модели диагностирования сбоев ПЭ РЭА приходится учитывать, что в ПЭ РЭА, как в объекте диагностирования, тесно взаимосвязаны механические, химические, электрические и электромагнитные свойства элементов. При описании их технического состояния необходимо использовать

соответствующие способы формализации процессов (дифференциальные, разностные и логические уравнения, структурные схемы, ориентированные графы и конечные автоматы).

Синтез разнородных математических моделей ПЭ РЭА предусматривает их общее описание как объекта диагностирования сбоев (скрытых дефектов). Наиболее целесообразно использование абстрактной динамической системы, процесс функционирования которой состоит в изменении состояния системы под воздействием внешних и внутренних причин. Математическая модель такой системы рассмотрена в [5].

Для распознавания сбоев ПЭ РЭА как объекта диагностирования будем пользоваться набором классов технических состояний E_i (где $i = 0, 1, 2, \dots, k; k+1, k+2, \dots, m; m+1, m+2, \dots, N$), где E_i – множество технических состояний объекта, характеризующих совокупность возможных его состояний s_i . Входящий в это множество класс E_{ik} ($i = 0, k$) соответствует исправному состоянию ПЭ РЭА, класс E_{im} ($i = k+1, \dots, m$) – сбойному состоянию, а класс E_{in} ($i = m+1, \dots, N$) – неисправному (отказному) состоянию.

Для построения математической модели диагностирования сбоев в ПЭ РЭА в качестве основы использованы структурные схемы кодо-импульсного управления асинхронными двухфазными двигателями, так как они позволяют задать не только максимальную глубину диагностирования, позволяющую регистрировать сбой, но и отразить конструктивные решения реального ПЭ, позволяющие решить вопросы практической реализации системы диагностики.

На основании предложенной кодо-импульсной модели источников сбоев экспериментально обнаружено сбойное состояние и получен нормальный закон распределения параметров и пуассоновский закон появления сбоев на примере наиболее перспективных соединителей типа РППМ 27. Работа выполнялась в ФГУП НИИ «Квант» (научный руководитель академик РАН В. К. Левин).

В соответствии с существующими нормами [6] одним из важнейших показателей качества является надежность технической системы (объекта). С другой стороны, работа любой технической системы может характеризоваться ее качеством, под которым понимается совокупность свойств, определяющих способность системы выполнять определенные задачи [7].

В свою очередь, одной из характеристик надежности является безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени. Сбой в соответствии с ГОСТом – это самоустранимый отказ, поэтому очевидно, что в понятие «безотказность» входит и понятие «сбой». Таким образом, вводя активную диагностику сбоев (посредством фиксации их источников) через регистрацию промежуточного состояния («предсбой») и различные информативные параметры, выводим понятие «сбой» в самостоятельную категорию – «бессбойность». Учитывая, что понятие «качество» оперирует такими понятиями, как дефекты явные и неявные, т.е. не выявляемые по нормативно-технической документации (НТД), установим связь между сбоями и скрытыми дефектами [8]. Поэтому существующие основные показатели надежности технических систем целесообразно дополнить новым понятием – «бессбойность». Введение этого понятия в качество, в частности, через измерения параметров сбоев бесконтактными и контактными методами, позволит управлять им, используя тонкий (до 10 – 15 мкм) пограничный слой предсбойного состояния пассивных элементов аппаратуры. В соответствии с вышеизложенным, на рис. 2 надежность связана с качеством через бессбойность обратной связью (толстые линии).

С точки зрения проблем электромагнитной совместимости (ЭМС) аппаратуры важно отметить, что сбой представляет собой кратковременное невыполнение требований по электромагнитной изоляции от внешних источников (помех), ведущих к сбоям (рис. 3).

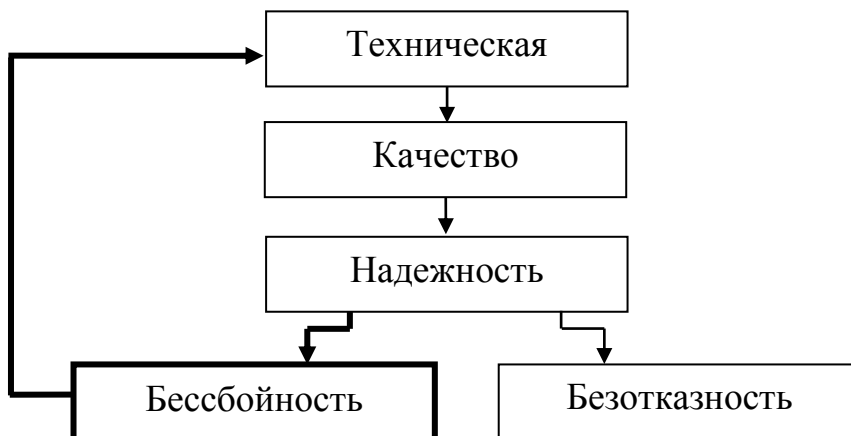


Рис. 2. Новое свойство технических систем – бессбойность – и связь бессбойности с существующей структурой диагностики объектов (толстые линии)

С другой стороны, внутреннее состояние аппаратуры может само быть источником электромагнитных помех, поэтому между электромагнитными помехами и сбоями существует тесная взаимная связь.

Рассмотрим проблему ЭМС при сбоях. Одна из причин сбоев, например, в проводниках многослойной печатной платы, – это частичное нарушение контакта проводника с контактными площадками внутренних слоев. Известным способом оценки качества электрических соединений является анализ моделей, характеризующих линию связи, в частности, соединяющую БИС между собой, по заданным параметрам омического сопротивления R и полученным параметрам паразитных индуктивности L и емкости C . В состав таких моделей входят передатчик – генератор импульсов и приемник – блок высокочастотных логических схем, соединенный с генератором линией связи. Анализ таких моделей проводится временным методом. Однако представляется проблематичным использование данного метода для обнаружения и фиксации сбоев в линиях связи по двум причинам.

Первая из них заключается в малых диапазонах изменения параметров режима "сбой"; поэтому изменения, вносимые, например, ослаблением контакта в линиях связи, соизмеримы с изменениями сопротивлений, вызванными допустимыми изменениями геометрии печатных элементов вследствие нестабильности технологических процессов. Вторая причина заключается во внесении погрешности средствами тестирования при контактировании с диагностируемыми элементами.

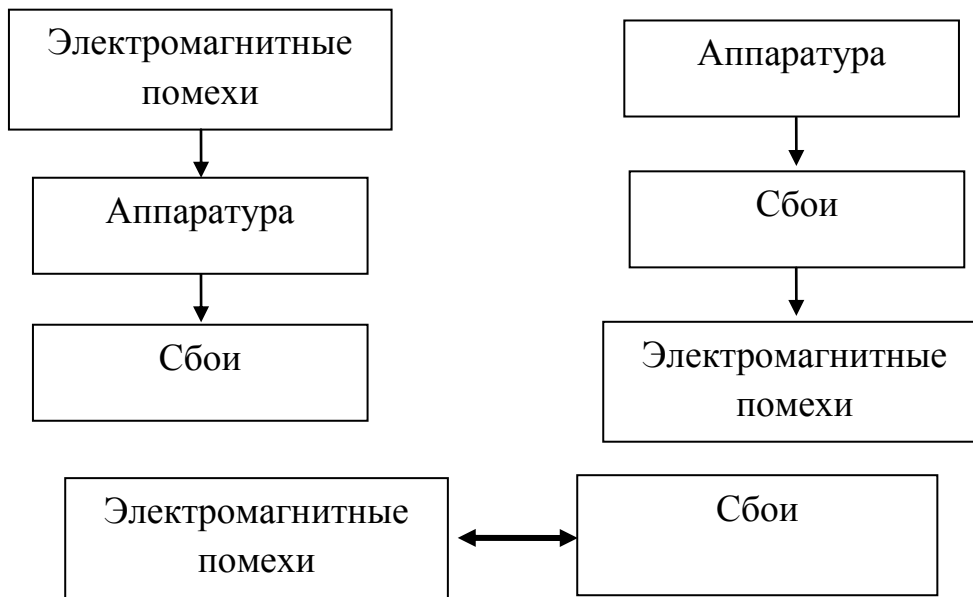


Рис. 3. Электромагнитная связь сбоев и помех: помеха как источник сбоев; сбой как источник электромагнитных помех; двунаправленная связь между электромагнитной помехой и сбоем

Под сбоем или сбойным состоянием электрического соединения печатной платы (линии связи или соединителя) будем понимать промежуточное состояние соединения между двумя другими предельными состояниями. Одно из них – отказное состояние – соответствует обрыву линии связи или состоянию выключенного соединителя с параметрами омического сопротивления, равным бесконечности ($R = \infty$), а паразитных индуктивности (L) и емкости (C), равными нулю ($L, C = 0$). Другое устойчивое состояние соответствует исправному состоянию линии связи или состоянию включенного соединителя с параметром омического сопротивления меньше номинально допустимого ($R < R_{НОМ}$) и с индуктивным параметром паразитной реактивности. Тогда третье (сбойное) состояние характеризуется промежуточным значением омической составляющей и емкостным характером паразитной реактивности. Это состояние соответствует, например, микрообрыву, микротрещине или микрозазору печатного проводника.

Данное обстоятельство является причиной того, что соприкасающиеся точки имеют разные значения R , L и C . Параллельное соединение элементов R , L и C образует параллельный колебательный контур с потерями. В общем случае будет n таких контуров. Если диагностика сбоев во временной области невозможна, можно использовать другой информативный параметр – резонансную частоту.

Рассматриваемый метод основан на следующих предпосылках. Во-первых, соединитель или контактный проводник печатной платы в режиме "сбой" представляется в виде симметричного электрического вибратора или излучателя в области высоких и сверхвысоких частот. Во-вторых, данный элемент должен возбуждаться генератором соответствующих частот. В-третьих, излучаемая в режиме "сбой" мощность должна быть достаточной для надежной бесконтактной фиксации данного режима. Таким образом, на составляющих контактной пары соединителя или на микрозазоре контактного проводника, как на плечах вибратора под

действием напряжения генератора, возникает продольный ток, который является источником электромагнитных волн, распространяемых поперечно в окружающее сбойный элемент пространство. Соединитель или контактный проводник можно рассматривать как излучающую антенну или как передатчик электромагнитной энергии. Исходя из принципа взаимности передающих и приемных антенн, можно заключить, что сбойный элемент, находящийся в режиме излучения, может работать и в режиме приема.

Экспериментальные исследования данного режима приведены в [5]. Тенденция к образованию "сбойных" резонансных частот наблюдается и при повышении рабочего диапазона частот. Широкий диапазон как генерируемых, так и принимаемых частот в режиме "сбой" позволяет сделать вывод о надежности регистрации данного режима описанными методами и выполнять аппаратуру для регистрации портативной.

Диагностика сбоев печатных плат, в том числе и многослойных (МПП), была проведена с использованием высокочастотной (до 4 ГГц) аппаратуры (панорамный измеритель ослабления), датчиков для бесконтактного обнаружения сбоев. На первом этапе определяется информативный параметр печатных проводников при наличии в них скрытых дефектов, ведущих к сбоям (частичные нарушения геометрии "дорожек", наличие на них микрозазоров, микротрещин и т.п.). Выявлено, что таким информативным параметром является электромагнитное излучение.

Проведенные испытания бесконтактного датчика сбоев показали, что его амплитудно-частотные характеристики соответствуют сбойным режимам контактных дорожек печатных плат.

Метод интеллектуальной диагностики сбоев датчиков, исполнительных механизмов и ЭВМ, работающих в структуре с ними, по образованию резонансных частот в датчиках и исполнительных механизмах, задержке и взаимному сдвигу кодовых разрядов в ЭВМ и наличию повышенного (более чем в 2 - 4 раза) электромагнитного излучения, по дополнительному сдвигу фронтов импульсных сигналов, смене фазы гармонических сигналов, проходящих через датчики и исполнительные механизмы, по наличию субгармонических колебаний, изменению амплитудно-частотных характеристик, по изменению соотношения падающей и отраженной волны и по появлению эффекта дифференцирования и интегрирования сигналов рассмотрен, в частности, в [9]. Из всех рассмотренных перспективных направлений развития вопросов изучения и исследования сбоев в современных системах автоматики особо хотелось бы отметить направление разработки сбоеустойчивой аппаратуры для космических аппаратов. В частности, одним из важнейших дополнительных требований к бортовой вычислительной технике является необходимость разработки повышенных мер защиты от сбоев во время выполнения этой техникой рабочей программы [10]. При этом необходимо учитывать различные условия возникновения сбоев во время полета (в первую очередь, виды орбит и радиационные условия). В частности, наиболее подвержена сбоям аппаратура космических аппаратов, вращающихся по высокоэллиптическим орбитам. Вместе с тем следует отметить, что наряду с исследованием сбоев в активных элементах аппаратуры (например, в супербольших интегральных схемах динамической памяти), уделяется недостаточное внимание "пассивной" части аппаратуры (линиям связи, контактирующим устройствам, контактными площадкам, проводникам печатных плат и т.д.). При этом следует иметь в виду, что если для активных элементов аппаратуры первопричиной сбоев часто является радиация, то для пассивных элементов первопричиной сбоев может выступать вибрация (в частности, в длительных космических полетах).

Перспективным путем применения бесконтактных датчиков сбоев в аппаратуре является использование суперконденсаторов на углеродных нанотрубках (наноконденсаторы). Наноконденсаторы способны накапливать и выдавать в импульсе гораздо большую мощность, в 7 - 8 раз превышающую аналогичную мощность современных конденсаторов, поскольку гребенчатые наноструктуры обладают намного большей совокупной площадью, чем пластины традиционного конденсатора [11].

В заключение следует отметить, что предложенная концепция комплексного решения задачи повышения надежности и безопасности на основе «бессбойности» позволяет вести проектирование, создание и эксплуатацию аппаратуры на новом уровне.

Автор выражает благодарность академикам РАН В.К. Левину и Ю.Г. Евтушенко и члену-корреспонденту РАН П.П. Пархоменко за помощь и поддержку в развитии данного направления исследований.

Литература

Андреев А.И., Баюков А.В. Проблемные вопросы создания высоконадежной радиоэлектронной аппаратуры для ракетной, космической и авиационной техники, вытекающие из требований комплекса государственных стандартов «Мороз-6». // Межд. НТК «Системные проблемы качества, математического моделирования, информационных электронных и лазерных технологий». Матер. конф. ч. 1. С. 45 - 47. Москва-Сочи, 2001.

Бодин А.Б., Дутов Е.Н., Почукаев В.Н. Задачи автономной системы навигации. // Космонавтика и ракетостроение. 2000. С. 35 -40.

Кечиев Л.Н. Расчет и конструирование многослойных печатных плат. М.: МИЭМ, 1983.

Дианов В.Н., Северцев Н.А., Евтушенко Ю.Г. Свойство пассивных элементов радиоэлектронной аппаратуры увеличивать количество считываемой информации о системе под воздействием электрических колебаний. Открытие в области теории надежности, теории безопасности (диплом № 47-S). Решение Президиума Российской академии естественных наук от 23 декабря 2011 г.

Дианов В.Н. Концептуальные особенности построения бессбойной аппаратуры. Автоматика и телемеханика. Институт проблем управления Российской академии наук (ИПУ РАН). № 7, 2012, с.119 - 138.

Дианов В.Н. Перспективные направления повышения надежности вычислительной техники и систем управления // Надежность. 2004. Вып. № 3(10). С. 33 — 47.

ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

Машиностроение. Энциклопедия. Раздел III. Технология производства машин. Том III- 7. Измерения, контроль, испытания и диагностика. М.: Машиностроение, 2001.

Дианов В.Н. Интегро-дифференциальная кодо-импульсная модуляция в задачах диагностики скрытых дефектов сложных объектов. Internationale Scientific – Practical conference «Innovative information technologies», Prague – 2012. April 23 – 27, s. 403 – 405

Гобчанский О.П., Кузнецов Н.В. Устойчивость IBM PC совместимых контроллеров к радиационным сбоям на орбитах космических аппаратов // Современные технологии автоматизации. 2005. № 3. С. 46 — 51

Телец В., Алфимов С., Иванов А. и др. Прикладные аспекты нанотехнологий. Наноиндустрия, 2/2007, с.16 – 23.

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСА К ОДНОЙ ТАБЛИЦЕ В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КОЛОНОЧНОМ И СТРОЧНОМ ХРАНИЛИЩАХ ДАННЫХ

Ермаков Е.Ю.

МГТУ им. Н.Э. Баумана

В статье проанализированы существующие методы выполнения запросов в параллельной колоночной СУБД. Приведено сравнение процессов обработки запросов в строчной и колоночной СУБД. Приведено сравнение времени обработки запроса с планом $\pi A(\sigma F(R))$ в параллельной построчной и колоночной СУБД.

UDC 004.657

Analysis and comparison of single table query execution processes in parallel row-oriented and column-oriented database systems. E.Y. Ermakov

This article analyses the process of query execution in parallel column-oriented database system. The differences between query execution in parallel column-oriented and row-oriented database systems are reviewed. The comparison between time for query execution in parallel column-oriented and row-oriented database system is given as practical example.

К настоящему времени во многих организациях накоплены колоссальные объемы данных, на основе которых можно решать самые разнообразные аналитические и управленческие задачи в любой сфере деятельности. Проблемы хранения и обработки аналитической информации становятся все более актуальными и привлекают внимание специалистов и фирм, работающих в области информационных технологий. Именно на решение этих задач направлены технологии, объединяющиеся под общим названием хранилища данных и бизнес-анализа. По оценке Gartner, хранилища в ближайшей перспективе останутся одними из ключевых компонентов автоматизированных информационных систем предприятий [1].

Несмотря на то, что классические реляционные хранилища обеспечивают наилучшее сочетание простоты, устойчивости, гибкости, производительности, масштабируемости и совместимости, их показатели по каждому из этих пунктов не обязательно выше, чем у аналогичных систем, ориентированных на какую-то одну особенность. Согласно Майклу Стоунбрейкеру, пионеру исследований в области больших баз данных [2], такая идея «безразмерности», когда традиционная архитектура СУБД, изначально разработанная и оптимизированная для обработки бизнес-данных, используется для поддержки приложений, требующих обработки больших объемов данных, больше не применима к рынку баз данных. Мир коммерческих СУБД будет дробиться на набор независимых, специализированных средств управления базами данных [3].

Одним из основных и самых перспективных архитектурных решений для специализированных СУБД в области хранилищ данных является колоночное хранение данных: большой потенциал колоночных систем подтверждают аналитические исследования и прогнозы аналитиков [1,3-5]. Например, в работе [5] показано 200-кратное сокращение объема ввода-вывода по сравнению с аналогичной реляционной СУБД (РСУБД). Это достигается за счёт того, что из базы данных читаются только те атрибуты, которые участвуют в запросе, а также применяются эффективные методы сжатия столбцов.

Таким образом, перед проектировщиком системы обработки данных возникает непростая задача выбора между традиционными (строчными – Oracle, MS SQL Server и др.) и специализированными СУБД (колоночными – Vertica, ParAccel и др.). Для принятия обоснованного технического решения по выбору типа СУБД необходимо использовать средства моделирования. Для традиционных РСУБД такие методы уже существуют [6]. Для параллельных СУБД подобные исследования ведутся [7-10].

В статье выполнено сравнение процессов обработки запросов в параллельной строчной и колоночной системе баз данных, а также времени выполнения запроса к одной таблице на основе математических методов, предложенных авторами в статьях [11,12] и учитывающих особенности выполнения запросов к колоночным и строчным базам данных.

Организация работы строчной и колоночной системы баз данных

Под строчным хранением данных обычно понимается физическое хранение кортежа любого отношения в виде одной записи, в котором значения атрибута идут последовательно одно за другим, а за последним атрибутом кортежа в общем случае следует новый кортеж отношения. Таким образом, на физическом носителе отношение R представлено в следующем виде:

$[\dot{a}_{11}, \dot{a}_{21}, \dots, \dot{a}_{n1}]_1 [\dot{a}_{12}, \dot{a}_{22}, \dots, \dot{a}_{n2}]_2 [\dot{a}_{13}, \dot{a}_{23}, \dots, \dot{a}_{n3}]_3 \dots [\dot{a}_{1m}, \dot{a}_{2m}, \dots, \dot{a}_{nm}]_m$ где

\dot{a}_{ij} – значение атрибута a_i в j -м кортеже отношения R ,

$[\dot{a}_{1j}, \dot{a}_{2j}, \dots, \dot{a}_{nj}]_j$ – j -й кортеж отношения R ,

n – количество атрибутов отношения R ,

$m = T(R)$ – количество кортежей отношения R .

В колоночных СУБД значения одного атрибута хранятся последовательно друг за другом [13], т.е. на физическом носителе отношение R примет следующий вид:

$\langle \dot{a}_{11}, \dot{a}_{12}, \dot{a}_{13}, \dots, \dot{a}_{1m} \rangle_1 \langle \dot{a}_{21}, \dot{a}_{22}, \dot{a}_{23}, \dots, \dot{a}_{2m} \rangle_2 \dots \langle \dot{a}_{n1}, \dot{a}_{n2}, \dot{a}_{n3}, \dots, \dot{a}_{nm} \rangle_n$

где \dot{a}_{ij} – значение атрибута a_i в j -м кортеже отношения R ,

$\langle \dot{a}_{i1}, \dot{a}_{i2}, \dot{a}_{i3}, \dots, \dot{a}_{im} \rangle_i$ – i -й столбец (атрибут) отношения R .

Каждая колонка, хранимая на диске, разделена на блоки определенного размера (S_b). Блок состоит из заголовка, размер которого пренебрежительно мал по сравнению с размером блока и непосредственно данных. При одном запросе к диску происходит чтение нескольких блоков, количество которых определяется параметром. Каждой записи в столбце сопоставляется ее позиция (номер строки). В большинстве современных колоночных БД [14] значения столбца упорядочиваются по их позициям.

На логическом уровне колоночные и строчные СУБД идентичны, т.е. способны обрабатывать одни и те же SQL-запросы. Но отличия в физической организации хранения данных существенно влияют на реализацию процессов, протекающих при формировании плана выполнения запроса и его реализации.

В строчных СУБД план запроса представляет собой дерево, у каждого узла которого имеется один родитель и один (или два в случае пересечения) дочерних узла [15]. Реализация исполнителя планов базируется на следующих трех базовых парадигмах [15]: синхронный конвейер, итераторная модель, скобочный шаблон.

Синхронный конвейер. Суть данного метода состоит в том, что, как только операция получает очередной кортеж своего результирующего отношения, она передаёт его по конвейеру выше стоящей операции для обработки. Например, узел, читающий записи из исходной таблицы, передаёт их узлу, выполняющему соединение записей разных таблиц.

Итераторная модель. Эта модель является общепринятым методом, используемым в СУБД для эффективной реализации синхронного конвейера. В соответствие с итераторной моделью с каждым узлом дерева плана запроса связывается специальная структура управления, называемая итератором. Интерфейс итератора представлен двумя стандартными операциями с предопределенной семантикой:

- `reset` – установка итератора в состояние "перед первым кортежем",
- `next` – выдать очередной кортеж результирующего отношения.

Алгоритм выполнения плана запроса на базе итераторной модели изображён на рис.1. На первом шаге выполняется метод `reset` применительно к корневому узлу. Затем в цикле выполняется метод `next` для корневого узла. Он каждый раз возвращает указатель на очередной кортеж результирующего отношения. Цикл завершается, когда метод `next` выдает указатель на специальный кортеж, обозначающий конец файла – EOF (End Of File). Методы `reset` и `next` родителя прямо или косвенно могут вызывать соответствующие методы дочерних узлов. Эти вызовы изображены на рисунке пунктирными стрелками. Реализация итератора базируется на скобочном шаблоне, который рассмотрен ниже.

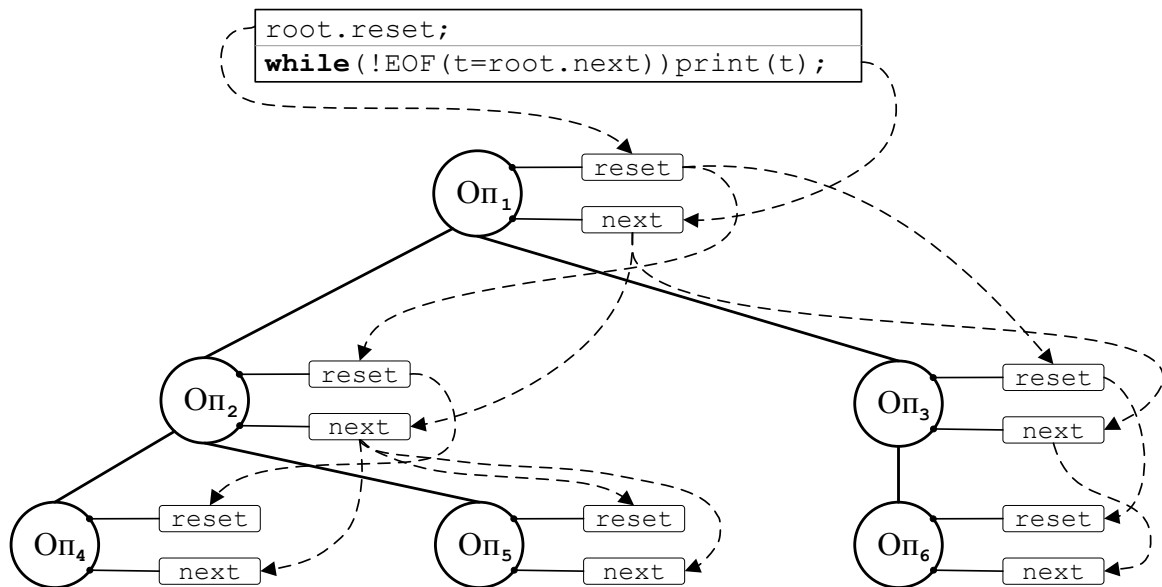


Рис 1. Алгоритм выполнения плана запроса на базе итераторной модели.

Скобочный шаблон. Основными атрибутами скобочного шаблона являются

- выходной буфер, в который помещается очередной кортеж результата;
- КОП – код реляционной операции, реализуемой данным узлом;
- указатель на скобочный шаблон левого дочернего узла;
- указатель на скобочный шаблон правого дочернего узла ("пусто" для унарных операций).

Сам по себе скобочный шаблон не содержит конкретной реализации реляционной операции. Однако, после оптимизации запроса СУБД "вставляет" в каждый скобочный шаблон ту или иную реализацию соответствующей реляционной операции. Например, для операции соединения СУБД может выбрать один из следующих кодов: "соединение вложенными циклами", "соединение сортировкой и слиянием", "соединение хешированием". При выполнении этой операции узел обращается к скобочным шаблонам своих дочерних узлов.

Рассмотрим, какие изменения вносят колоночные базы данных в каждый из рассмотренных принципов.

Синхронный конвейер. В колоночных СУБД при реализации конвейера учитываются следующие особенности:

- в связи с фундаментальными отличиями в организации хранения информации на физическом носителе операции выполняются не над кортежами отношения, а над блоками атрибутов отношения;
- существует возможность проводить операции не над данными (блоками), а над позициями значений в этих блоках;
- между узлами конвейера могут передаваться как позиции, так и указатели на блоки данных.

Пример конвейера колоночного хранилища для простого запроса по двум атрибутам таблицы, использующего вышеперечисленные возможности, представлен на рис. 2. Результатами операций 5 и 6 являются позиции значений в атрибутах. Списки полученных позиций передаются и обрабатываются (соединяются, пересекаются и т.п.) в операторе 4, результат действия которого попадает в операторы 2 и 3, считывающие указанные в полученном наборе позиций значения.

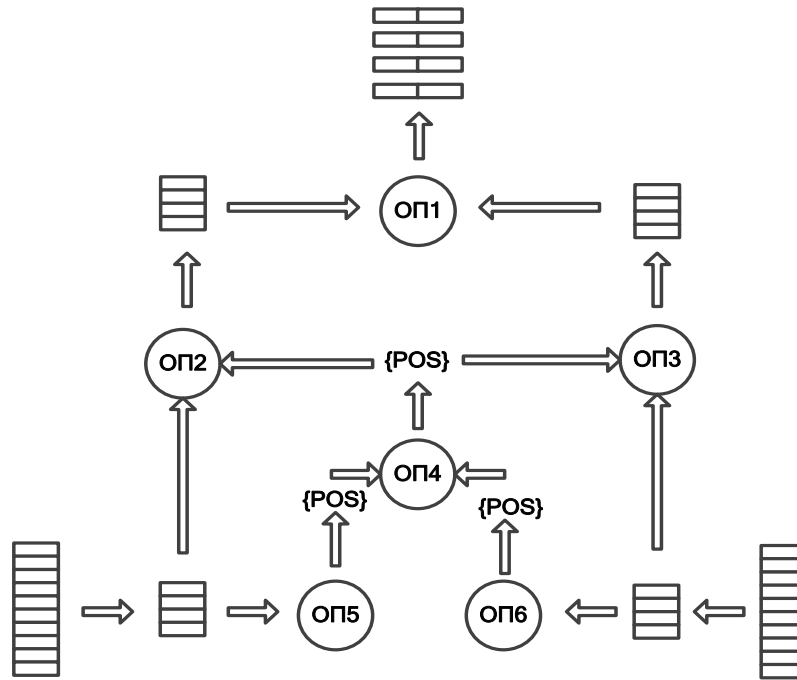


Рис. 2. Пример синхронного конвейера колоночного хранилища.

Итераторная модель. Для колоночных хранилищ характерны следующие изменения:

- возможно наличие нескольких родительских узлов, т.е. результаты операции передаются не единственному следующему оператору;
- используются как итераторы по кортежам, так и итераторы по блокам;
- вводится операция материализации кортежа: получение исходного или необходимого на данном этапе кортежа на основе передаваемых блоков значений атрибута.

Скобочный шаблон. Для колоночных систем в скобочный шаблон не вносятся значительных изменений. Меняется формат выходных данных: это могут быть как кортежи, так и позиции элементов и указатели на блоки данных.

Основной формой параллельной обработки запросов в строчных и колоночных СУБД является фрагментный параллелизм. Подробно данный процесс рассмотрен в работах [7-10,15]. В соответствии с этой схемой запрос на языке SQL преобразуется в некоторый последовательный план. Данный последовательный план преобразуется в параллельный план, представляющий собой совокупность n идентичных параллельных агентов, которые реализуют те же операции, что и последовательный план. На завершающем этапе агенты рассылаются на соответствующие процессорные узлы, где интерпретируются исполнителем запросов. Результаты выполнения агентов объединяются корневым оператором exchange на нулевом процессорном модуле.

Наиболее распространенной системой классификации параллельных систем баз данных является система, предложенная Майклом Стоунбрейкером (Michael Stonebraker) [15]:

1. SE (Shared-Everything) - разделяемые память и диски.
2. SD (Shared-Disks) - разделяемые диски.
3. SN (Shared-Nothing) - без совместного использования ресурсов.

Особенности обработки запросов в колоночных СУБД

Одним из процессов при формировании ответа на запрос в колоночных базах данных является материализация кортежей – процесс воссоздания кортежа на основе столбцов-атрибутов. В зависимости от момента применения данной операции в плане запроса в [16] предлагается следующие варианты материализации.

Ранняя материализация. Данный вариант аналогичен «естественной» материализации, применяемой в строчных СУБД: каждый раз, когда осуществляется доступ к новому атрибуту, он добавляется к кортежу.

Поздняя материализация. Специфика колоночных СУБД позволяет отложить процесс материализации до определенного момента, используя в процессе выполнения запроса позиции значений в колонках вместо самих значений атрибутов. К преимуществам данного метода можно отнести более высокую скорость работы с позициями значений по сравнению со всем кортежем. Слабым местом такого подхода является необходимость двойного чтения данных из столбца – в первом случае для получения позиций, во втором, уже после анализа и преобразования номеров, для получения значений.

Таким образом, операцию материализации можно рассматривать в качестве момента, после которого исполнитель запросов начинает применять классические покортежные операции.

В работе [16] предлагается следующие варианты обработки столбцов: параллельный и последовательный. В первом случае все колонки считываются независимо друг от друга. При поздней материализации после считывания полученные битовые маски пересекаются, и на основе результирующей битовой маски происходит чтение остальных атрибутов, участвующих в операции проекции. При последовательной обработке, в отличие от параллельной, атрибуты, участвующие в запросе, упорядочиваются по убыванию селективности и считываются по очереди. В каждую следующую операцию чтения атрибута передается битовая маска предыдущего чтения (рис.3).

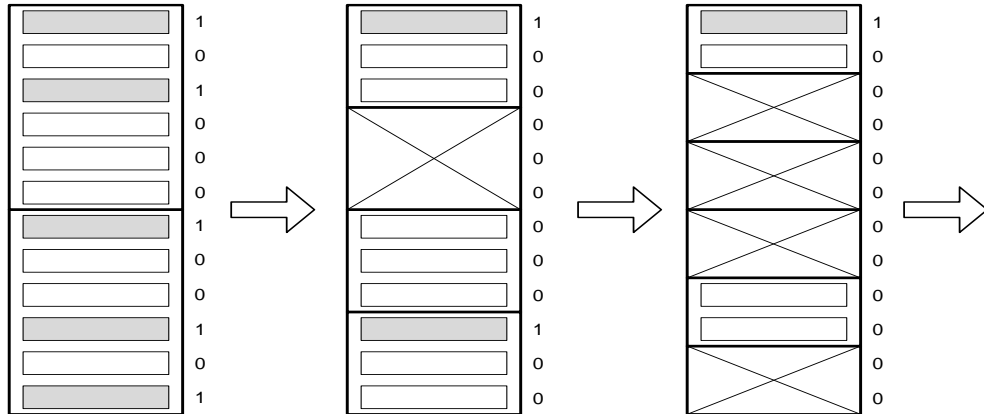


Рис.3. Иллюстрация особенности последовательной обработки атрибутов.

Подобная организация процесса чтения атрибутов позволяет уменьшить количество операций чтения блоков данных с диска. На рис. 3 показаны колонки атрибутов. Перечёркнуты те блоки, которые не надо считывать, т.к. соответствующие записи не удовлетворяют условию поиска по предыдущим атрибутам.

В современных СУБД широко используется *сжатие данных*. Это позволяет повысить производительность за счет уменьшения числа дисковых операций ввода-вывода и объёма передаваемых по сети данных. Колоночное хранение отношений позволяет улучшить этот показатель по сравнению со строчными СУБД. Это достигается за счет использования коэффициентов повторяемости значений атрибутов и возможности оперировать сжатыми данными (т.е. отсутствия затрат на декомпрессию). В работе [17] предлагается полученный эмпирическим путем алгоритм выбора типа компрессии данных в столбцах.

Преобразования Лапласа-Стилтьеса времени выполнения запроса к одной таблице в строчной и колоночной системе баз данных.

В [8] приведено преобразование Лапласа-Стилтьеса (ПЛС) времени выполнения запроса к строчной базе данных с планом $\pi_A(\sigma_F(R))$, π - операция проекции, σ - операция селекции. В [12] приведены формулы для $\phi_D(s)$, $\phi_M(s)$, $\phi_N(s)$ (т.е. для ПЛС времени обработки кортежей в ресурсах) для различных режимов функционирования системы баз данных и различных архитектурных решений. При выводе учитывались следующие особенности выполнения запроса в колоночной СУБД [11]:

- каждая колонка хранится на диске в своих блоках, где отдельная колонка представляет собой таблицу с кортежем (значение атрибута, позиция)
- последовательная и параллельная обработка запросов с поздней материализацией кортежей,
- наличие компрессии данных (метод RLE),
- получение времени работы обслуживающих устройств на основе измеримых с помощью синтетических тестов показателей.

При этом рассматривались два режима работы [12]:

1. Пакетный режим (offline, система рассматривается как замкнутая). При данном режиме работы в колоночной системе баз данных обрабатываются пакеты запросов, В каждом пакете SQL-запросы выполняются последовательно (предполагается, что они связаны по данным: выходные данные одного запроса являются входными данными другого). Но запросы разных пакетов (по одному из каждого пакета) могут обрабатываться параллельно. Предполагается, что «узкое место» в данном режиме – дисковая система.

2. Режим «запрос-ответ» (online, система рассматривается как разомкнутая). При данном режиме работы предполагается, что i -ая рабочая станция обращается к j -ому запросу с некоторой интенсивностью. При условии, что эти входные потоки заявок являются пуассоновскими, время обслуживания в ресурсах распределено по экспоненциальному закону, а переход от ресурса к ресурсу выполняется по вероятности, модель обработки запросов можно представить в виде сети массового обслуживания. В этой сети обработку в узлах ресурсов можно представить в виде совокупности независимых СМО М/М/1 (это доказывается в теории массового обслуживания в виде теоремы разложения Джексона).

Сравнение среднего времени обработки запроса к одной таблице в строчной и колоночной базе данных.

Оценку среднего времени выполнения запроса можно получить, дифференцируя выражения ПЛС времени обработки запроса в нуле (в работе [12] были использованы численные методы).

Ниже приведены результаты расчёта отношения среднего времени обработки простого запроса $\mu_A(\sigma_F(R))$ в строчной СУБД к среднему времени выполнения этого запроса в колоночной СУБД в зависимости от отношения количества атрибутов, участвующих в запросе, к общему количеству атрибутов в таблице.

Для упрощения расчетов будем считать, что $K_A=K_F=K$ т.е. количество атрибутов, участвующих в операции фильтрации, равно количеству атрибутов, использующихся в операции проекции. Также примем, что таблица состоит из $N=100$ одинаковых по размеру и типу атрибутов. Расчёты были выполнены при следующих значениях характеристик ресурсов.

1. Процессор – Intel Xeon 5160. Для выбранного процессора измеренное значение числа процессорных циклов, выполняемых секунду - $\mu_p=1.5 \cdot 10^9$ (1/с).

2. Внешняя память - $N=50$ дисков 3.5" Seagate Cheetah 15K.6 ST3146356FC; размер блока чередования (stripe size) – $Q_{БЧ}=64$ Кб; среднее время поиска и чтения блока чередования с диска – $t_{БЧ} = t_{подвода} + t_{вращения}/2 + Q_{БЧ}/v_{чтения} = 4 + 4/2 + 64/200 = 6.3$ мс. Поэтому интенсивность чтения блоков с диска равна $\mu_{DB} = 1000/6.3 = 160$ (1/с).

3. Оперативная память – DDR3-1600 PC3- 12800. Расчёты показывают, что интенсивность чтения записей базы данных из ОП равна $\mu_M = 10.4 \cdot 10^6$ (1/с).

4. Остальные параметры для расчетов приведены ниже (табл.1).

Таблица 1

$V=10^6$	$r_i=20$	$L=100$
$P_1=0.01$	$u=50$	$H=100$
$P_2=0.007$	$p_D=0.9$	$L_i=L \cdot H \cdot k_C$

L – среднее число записей таблицы R в блоке чередования для строчной СУБД,

k_C – среднее число позиций, покрываемых одним кортежем столбца колоночной базы данных, $k_C=1$ – нет сжатия.

Графики отношения времени выполнения запроса в строчной СУБД к времени выполнения запроса в колоночной СУБД (Y) в зависимости от отношения количества атрибутов, участвующих в запросе, к общему количеству атрибутов в таблице ($X = 100 \cdot 2 \cdot K/N$) для различного среднего числа позиций, покрываемых одним кортежем (k_C учитывает сжатие), представлены на рис.4. Графики построены для числа процессоров $n=2$. В табл. 2 приведены значения Y для некоторых X .

Таблица 2

	$k_C=1$	$k_C=5$	$k_C=10$
$X=2\%$ ($K_A=K_F=1$)	31	70	99
$X=65\%$	1	2,5	3,8
$X=100\%$	0,66	1,65	2,5

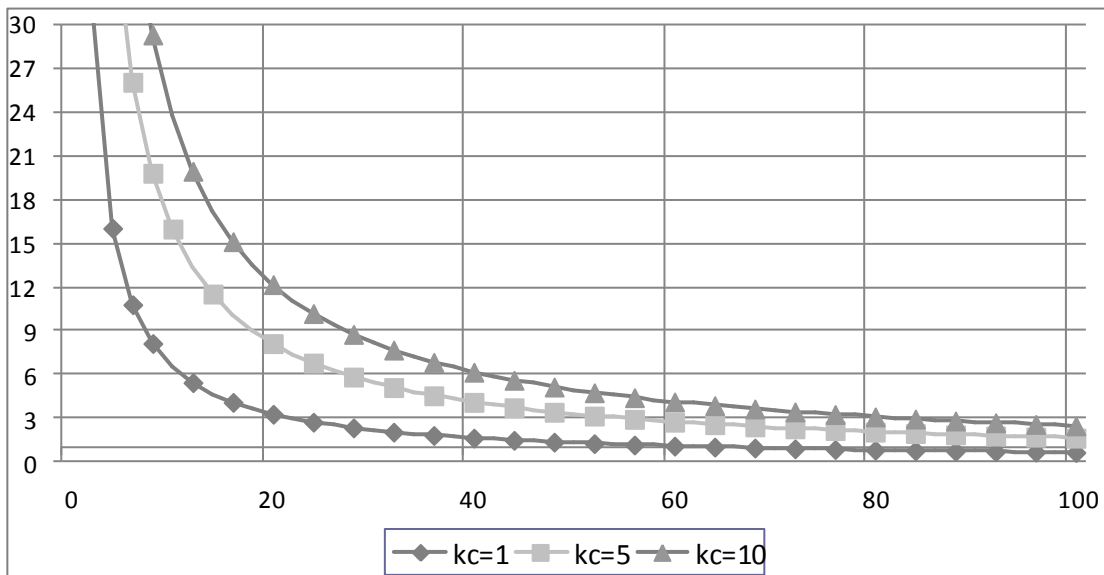


Рис. 4. Отношение времени выполнения запроса в строчной СУБД к времени выполнения запроса в колоночной СУБД (Y) в зависимости от отношения количества атрибутов, участвующих в запросе, к общему количеству атрибутов в таблице (X , %) при разных k_C .

Из графиков видно, что при использовании менее 20% атрибутов время выполнения запроса в колоночной СУБД меньше в разы по сравнению со строчной СУБД, при большем количестве атрибутов время выполнения запроса растет практически пропорционально числу используемых в запросе атрибутов. Для $k_C=1$

(нет сжатия данных) среднее время выполнения запроса в строчной и колоночной СУБД становится равным ($Y=1$) при использовании 65% атрибутов (табл. 2). Увеличение времени выполнения запроса в колоночной СУБД при большем количестве используемых атрибутов можно объяснить ростом числа читаемых с диска столбцов таблицы (для строчных СУБД время не изменяется, т.к. с диска записи читаются целиком). При $X=100\%$ и $k_C=1$ среднее время выполнения запроса в строчной СУБД в 1.5 ($1/0.66$) раза меньше, чем в колоночной СУБД. При достаточно хорошем сжатии столбцов таблицы картина меняется: колоночная СУБД лучше строчной даже при использовании в запросе 100% атрибутов (см. табл. 2).

На рис. 5 представлены графики зависимости среднего времени выполнения запроса в колоночной СУБД от числа процессоров для различного соотношения используемых в запросе атрибутов (10%, 50%, 100%), а также время выполнения запроса в строчной СУБД. Из графиков видно, что для строчной СУБД пятнадцатисекундная отметка среднего времени обработки запроса достигается при числе процессоров $n=10$. Для колоночной СУБД эта отметка достигается при соотношении используемых в запросе атрибутов 10% (10 атрибутов из 100) уже при $n=2$ (и это при отсутствии сжатия столбцов, $k_C=1$).

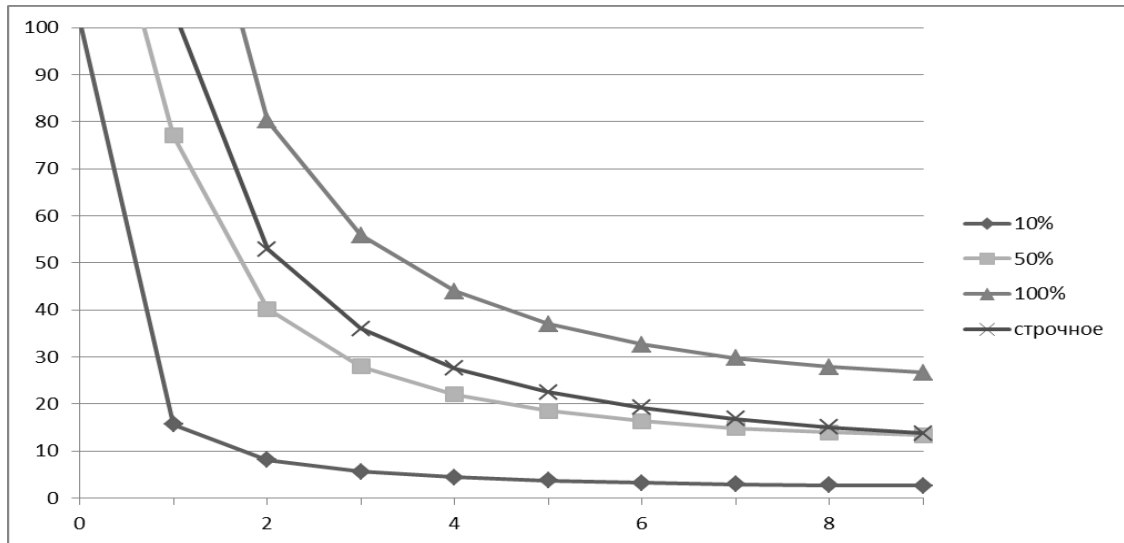


Рис. 5. Среднее время выполнения запроса в колоночной СУБД (с) в зависимости от числа процессоров для различного отношения используемых в запросе атрибутов и время выполнения запроса в строчной СУБД (везде $k_C=1$).

1. Проанализированы процессы выполнения запросов в строчной и колоночной системе баз данных. Рассмотрены изменения, вносимые в синхронный конвейер, итераторную модель и скобочный шаблон, а также операции материализации и компрессии данных для колоночных СУБД.

2. Выполнено сравнение среднего времени выполнения запроса с планом $\pi_A(\sigma_F(R))$ в строчной и колоночной СУБД. Приведён пример расчёта отношения среднего времени выполнения запроса в строчной СУБД к среднему времени выполнения запроса в колоночной СУБД в зависимости от отношения количества атрибутов, участвующих в запросе, к общему количеству атрибутов в таблице. На его основании можно сделать вывод о том, что при хорошем сжатии столбцов (см. k_C) время выполнения запроса в колоночной СУБД меньше, чем в строчной СУБД даже при использовании в запросе 100% атрибутов (см. табл. 2).

3. Для колоночной СУБД десятисекундная отметка среднего времени выполнения запроса при отношении используемых в запросе атрибутов 10% достигается при меньшем числе процессоров ($n=2$), чем для строчных СУБД ($n=15$). Это свидетельствует об экономии вычислительных ресурсов при использовании колоночных СУБД.

4. Предполагается продолжить исследования и получить оценки времени выполнения запросов с более сложными планами реализации (например, для плана выполнения запроса к хранилищу данных типа «звезда»).

Литература

1. Андрей Арсентьев. Хранилища данных становятся инфраструктурным компонентом №1. CNews аналитика. 2010. [Электронный ресурс]. [<http://retail.cnews.ru/reviews/free/BI2010/articles/articles6.shtml>]. Проверено 27.06.2011.
2. Michael Stonebraker Biography, 2008 г. [Электронный ресурс] [<http://www.csail.mit.edu/user/1547>]. Проверено 28.06.2012.
3. Michael Stonebraker, Uğur Çetintemel. «One Size Fits All»: An Idea Whose Time Has Come and Gone. / Перевод Сергея Кузнецова, 2007 г.: [Электронный ресурс]. [http://citforum.ru/database/articles/one_size_fits_all/]. Проверено 27.06.2011.
4. Michael Stonebraker, Chuck Bear, Uğur Çetintemel, Mitch Cherniack, Tingjian Ge, Nabil Hachem, Stavros Harizopoulos, John Lifter, Jennie Rogers, and Stan Zdonik. One Size Fits All? – Part 2: Benchmarking Results.

- 3rd Biennial Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR), January 7-10, 2007, Asilomar, California, USA. / Перевод Сергея Кузнецова, 2007 г.: [Электронный ресурс].
[http://citforum.ru/database/articles/one_size_fits_all_2/]. Проверено 27.06.2011.
5. Michael Stonebraker. My Top 10 Assertions About Data Warehouses. / Перевод Сергея Кузнецова, 2010 г.: [Электронный ресурс]. [<http://citforum.ru/gazeta/166/>]. Проверено 27.06.2011.
 6. Григорьев Ю.А., Плутенко А.Д. Теоретические основы анализа процессов доступа к распределенным базам данных. Новосибирск: Наука, 2002. - 222 с.
 7. Ю.А. Григорьев, В.Л. Плужников. Оценка времени выполнения запросов и выбор архитектуры параллельной системы баз данных. МГТУ, 2009.
 8. Григорьев Ю.А., Плужников В.Л. Модель обработки запросов в параллельной системе баз данных // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2010. - № 4. – С. 78-90.
 9. Григорьев Ю.А., Плужников В.Л. Оценка времени соединения таблиц в параллельной системе баз данных // Информатика и системы управления. – 2011. - № 1. – С. 3-16.
 10. Григорьев Ю.А., Плужников В.Л. Анализ времени обработки запросов к хранилищу данных в параллельной системе баз данных // Информатика и системы управления. – 2011. - № 2. – С. 94-106.
 11. Григорьев Ю.А., Ермаков Е.Ю. Модель обработки запросов в параллельной колоночной системе баз данных // Информатика и системы управления. – 2012. - № 1. – С. 3-15.
 12. Григорьев Ю.А., Ермаков Е.Ю. Модель обработки запроса к одной таблице в параллельной колоночной системе баз данных и анализ ее адекватности // Информатика и системы управления. – 2012. - № 2. – С. 170-179.
 13. Michael Stonebraker, Daniel J. Abadi, Adam Batkin, Xuedong Chen, Mitch Cherniack, Miguel Ferreira, Edmond Lau, Amerson Lin, Samuel R. Madden, Elizabeth J. O'Neil, Patrick E. O'Neil, Alexander Rasin, Nga Tran, and Stan B. Zdonik: C-Store: A Column-Oriented DBMS [Электронный ресурс]. [<http://www.cs.yale.edu/homes/dna/pubs/displaypubs.cgi/>]. Проверено 22.10.2011.
 14. Daniel J. Abadi Query Execution in Column-Oriented Database Systems. [Электронный ресурс]. [<http://www.cs.yale.edu/homes/dna/papers/abadiphd.pdf>]. Проверено 25.12.2011.
 15. Соколинский Л. Б., Цымблер М. Л. Лекции по курсу "Параллельные системы баз данных": [Электронный ресурс]. [<http://pdbs.susu.ru/CourseManual.html>]. Проверено 22.10.2011.
 16. Daniel J. Abadi, Daniel S. Myers, David J. DeWitt, and Samuel R. Madden. Materialization Strategies in a Column-Oriented DBMS In Proceedings of ICDE, 2007. [Электронный ресурс]. [<http://db.lcs.mit.edu/projects/cstore/abadiicde2007.pdf>]. Проверено 25.12.2011.
 17. Daniel J. Abadi, Samuel R. Madden and Miguel C. Ferreira. Integrating Compression and Execution in Column-Oriented Database Systems In Proceedings of ICDE, 2006. [Электронный ресурс]. [<http://db.lcs.mit.edu/projects/cstore/abadisigmod06.pdf>]. Проверено 25.12.2011.

ИССЛЕДОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ ГОЛОСОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В IP-СЕТЯХ

Гугель Ю.В., Карапетян Г.А.

Федеральное государственное автономное учреждение "Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций" (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика", филиал в Санкт-Петербурге)

В настоящей работе проводится исследование и анализ современных методов обеспечения качества передачи голосовой информации в IP-сетях, на основе которых выполнена практическая реализация собственной VoIP-инфраструктуры на базе Федеральной университетской сети RUNNet.

Analysis, optimization and practical implementation of modern methods of quality assurance of voice transmission in IP networks. Gugel Y., Karapetyan G.

In this study the authors provide research, analysis and optimization of modern methods of quality assurance of voice transmission in IP networks. The results of this research were applied for practical implementation of own VoIP-infrastructure based on Russian UNiversity Network (RUNNet).

С ростом популярности современных компьютерных и телекоммуникационных технологий сети коммутации пакетов стали все чаще использоваться приложениями реального времени: постоянно растет доля мультимедийного и других видов трафика, чувствительных к качеству и скорости передаваемых потоков данных. Одним из наиболее востребованных сервисов реального времени на сегодняшний день является IP-телефония или VoIP, предоставляющая возможность передавать оцифрованную речь по сетям с коммутацией пакетов.

Традиционная телефонная сеть была создана таким образом, чтобы гарантировать необходимое качество услуги даже при очень больших нагрузках, что вполне логично, учитывая выделение отдельного канала для каждого соединения [1]. IP-телефония, основной принцип которой - передача голоса по сетям с пакетной коммутацией, наоборот, не всегда гарантирует качество разговора, а при больших нагрузках на IP-сеть качество

может значительно ухудшаться. Таким образом, как это не парадоксально, но основные проблемы, связанные с обеспечением качества передачи голосовых данных в IP-сетях, вызваны их главным преимуществом – пакетной коммутацией.

Телефонные сети общего пользования создавались только с одной целью – гарантированное обеспечение процесса передачи голосовой информации, в то время как IP-сети используются для передачи различных типов данных.

Протокол IP изначально не был ориентирован на обмен информацией в реальном времени. Сегодня характер передаваемой по IP-сетям информации значительно изменился – постоянно растет доля чувствительных к задержкам и потерям пакетов видов трафика [2]. Пакеты одного и того же потока данных маршрутизируются по сети независимо друг от друга, а время обработки пакетов в буферах сетевых устройств может варьироваться в широких пределах, в силу чего такие параметры передачи как задержка и джиттер также могут меняться. А такие процессы, как передача голосовых данных в режиме реального времени требуют быстрой и гарантированной передачи данных.

Аудио потоки создают совершенно другой профиль нагрузки, в сравнении с традиционными приложениями, для работы которых IP-сети изначально проектировались. Для обычных приложений типичны кратковременные всплески активности, характеризующиеся большими объемами передаваемой информации, в то время как приложения для коммуникации в реальном времени загружают сеть непрерывным и относительно равномерным потоком данных [3].

Поскольку IP представляет собой принципиально «ненадежный» протокол, не призванный заботиться о целостности потока пакетов, разработчики дополнили его протоколом контроля передачи TCP, отвечающим за то, чтобы каждый пакет действительно доходил до адресата [4]. Но TCP не подходит для обеспечения качества передачи потока голосовых данных в реальном времени – каждый раз, когда пакет не будет доходить до адресата, он будет отправляться повторно. В итоге некоторые пакеты будут доставляться с задержкой и отставать от текущего разговора, что может приводить к заметному ухудшению качества связи.

Приложения реального времени отказываются от протокола контроля передачи TCP в пользу протокола передачи дейтаграмм пользователя UDP, который обходится без механизмов восстановления. Ключевой вопрос состоит в выборе альтернативных методов обеспечения скорости и надежности потока голосовых данных. Важнейшим механизмом здесь является качество обслуживания сети (Quality of Service, QoS) [5]. Речь идет о целом пакете функций, посредством которых обеспечивается приоритет определенных типов данных в сети, в данном случае аудиоданных, по сравнению с менее чувствительными к времени передачи элементами, что позволяет реализовать высокое качество передачи.

Значительная часть факторов качества в любой телекоммуникационной системе приходится на сеть передачи данных, средствами которой происходит передача информации (в данном случае – голосовой информации). Для VoIP-систем сетью передачи данных является IP-сеть. Таким образом, задача оптимизации качества передачи голосовых потоков сводится к обеспечению качества сервиса (QoS, Quality of Service) на всех участках функционирующей IP-сети, поверх которой создается VoIP-инфраструктура.

Основными факторами качества, относительно которых проводилась оптимизация, являются:

- задержки пакетов;
- потери пакетов;
- джиттер.

В качестве основного инструмента обеспечения QoS использовался метод контроля основных параметров качества передачи пакетов аудиоинформации, который включает в себя два основных понятия:

- схему распределения, основанную на определенной политике общих параметров качества по узлам сети;

- схему контроля локальных параметров качества.

Для потока голосовой информации S, проходящего через IP-сеть N, под общими параметрами качества понимаются общее максимально допустимое значение задержки D (Delay) и общее максимально допустимое значение потерь пакетов L (Lost). Локальными параметрами качества являются задержки D_k и потери L_k , вносимые узлом сети k. Таким образом, минимально допустимое условие обеспечения качества передачи голосовых данных выглядит следующим образом:

$$\sum_{k=1}^m D_k = D$$

$$\sum_{k=1}^m L_k = L$$

В качестве схемы распределения использовался сигнальный протокол резервирования сетевых ресурсов RSVP (Resource Reservation Protocol) [6].

Были рассмотрены две политики распределения локальных параметров качества – политики равномерного и пропорционального распределения.

При использовании политики равномерного распределения общих параметров качества каждому узлу сети соответствуют одинаковые локальные параметры качества:

$$D_1 = D_2 = \dots = D_k = D_m$$

$$L_1 = L_2 = \dots = L_k = L_m$$

При использовании политики пропорционального распределения вводится зависимость локальных параметров качества каждого узла сети от параметра AU_k – усредненной взвешенной степени утилизации (загрузки) полосы пропускания соответствующего узла сети:

$$D_k = D \frac{AU_k}{\sum_{k=1}^m AU_k}$$

$$L_k = L \frac{AU_k}{\sum_{k=1}^m AU_k}$$

Для повышения степени использования ресурсов сетевого оборудования, была применена модификация взвешенной справедливой очереди (WFQ), называемая динамической настройкой ресурсов (Dynamic Resource Adjustment, DRA). За основу данной технологии взята модель WFQ, отличающаяся лишь тем, что выделенные потоку ресурсы изменяются в соответствии с текущими условиями передачи трафика. Данный способ позволяет контролировать как значение допустимых потерь, так и величину требуемой задержки. Помимо этого, при использовании данной технологии появляется возможность динамически настраивать распределение ресурсов в соответствии с текущими величинами параметров качества передачи каждого потока информации [7].

В результате проведенных практических исследований был получен набор методов обеспечения качества передачи голосовой информации в IP-сети:

- использование протокола RSVP в качестве схемы распределения общих параметров качества по узлам сети;
- использование политики пропорционального распределения локальных параметров качества по узлам сети;
- использование алгоритма динамической настройки ресурсов в качестве метода обработки очередей;
- оптимизация показателя джиттера средствами протокола RTP.

На основе результатов работы в течение 2011 года в сети RUNNet был реализован проект построения корпоративной телефонной IP-сети, связавшей территориально распределенные подразделения ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика», включая шесть площадок в Москве и офис филиала в Санкт-Петербурге, и предоставившей возможность выхода в телефонные сети этих городов.

На данный момент внутренняя сеть ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика» насчитывает 75 подключенных абонентов, 60 из которых постоянно активны. Также организована связность с городскими телефонными сетями Москвы, Санкт-Петербурга и внутренними сетями 10 университетов России.

С декабря 2011 года было обработано 23000 вызовов, общей длительностью более 600 часов. При этом каждый телефонный разговор отвечал всем необходимым требованиям качества.

В 2012 году стартовал полномасштабный проект по реализации системы корпоративной вузовской VoIP-телефонии, нацеленный на оптимизацию и повышение эффективности передачи голосового трафика, а также минимизацию финансовых затрат на оплату телефонных услуг в российских университетах, подключенных к сети RUNNet.

Литература

1. Жданов, А.Г. Передача речи по сетям с коммутацией пакетов (IP-телефония) [Текст] / А.Г. Жданов, Д.А. Рассказов, Д.А. Смирнов, М.М. Шипилов. – М.: СПбГУТ, 2001. – 154с.
2. Дуглас, Э. Камер. Сети TCP/IP. Принципы, протоколы, структура. Том I [Текст] / Дуглас Э. Камер. – М.: Вильямс, 2003. – 880 с.
3. Van Meggelen, J. Asterisk™: The Future of Telephony [Text] / J. Van Meggelen, L. Madsen, J. Smith. – М.: O'Reilly Media, 2007. – 380 p.
4. Pitcher, M.W. Building Enterprise Ready Telephony Systems with sipXecs 4.0. [Text] / Michael W. Pitcher. – М.: Packt Publishing, 2009. – 314 p.
5. Ижванов, Ю.Л. Разработка теоретических основ и реализация методов моделирования и проектирования опорной инфраструктуры современных высокопроизводительных телекоммуникационных систем и сетей использующих новые протоколы передачи данных [Текст]: Отчет / Ю.Л. Ижванов. – Москва, 2007. – 176 с.
6. Курапов, А.С. Исследование методов контроля общих параметров качества передачи пакетов потоков видео информации [Электронный ресурс] / А.С. Курапов // Режим доступа: <http://www.autex.ru/bibl/dspa>.
7. Курапов, А.С. Влияние способа динамической настройки ресурсов на параметры качества передачи видео информации [Электронный ресурс] / А.С. Курапов // Режим доступа: <http://www.autex.ru/bibl/dspa>.

ОБОБЩЕННЫЙ КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА В ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ИММЕРСИОННОЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ЛИТОГРАФИИ

Ивашов Е.Н, Костомаров П.С.

МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрен обобщенный критерий качества оборудования иммерсионной ультрафиолетовой литографии, который включает в себя технические, технологические, структурные, экономические и экологические локальные критерии. Показано решение задачи морфологической фильтрации одномерной функции и практическое применение фильтрации и сегментации в иммерсионной литографической технологии.

Generalized quality criterion in information technology of equipment designing for immersion ultraviolet lithography.

Ivashov E., Kostomarov P.

The generalized criterion of the quality of ultraviolet immersion lithography equipment is considered which includes technical, technological, structural, economic and environmental local criteria. The solution for morphological filtering of the one-dimensional function as well as practical application of filtering and segmentation in the immersion lithography technology are shown.

Метод иммерсии в литографии позволяет повысить разрешающую способность путем увеличения числовой апертуры за счет изменения угла полного отражения на границе раздела сред объектив - воздушный зазор (между объективом и пластиной) [1].

Обобщенный критерий оценки качества оборудования иммерсионной ультрафиолетовой литографии (ИУФЛ) включает в себя технические, технологические, структурные, экономические и экологические локальные критерии. Каждый из перечисленных критериев определяется следующими параметрами:

I. технические: допустимая погрешность источника УФ излучения; поглощение излучения маскирующим материалом шаблона; показатель фазового сдвига шаблона; монохроматические аберрации; показатель преломления иммерсионной жидкости; числовая апертура; глубина фокуса; разрешающая способность иммерсионной системы; техническая дефектность;

II. технологические: время подготовки технологического процесса; равномерность нанесения иммерсионного резиста; время сушки иммерсионного резиста; время подачи иммерсионной жидкости; время экспонирования; время удаления иммерсионной жидкости; время травления; технологическая дефектность; адгезия резистивного слоя к полупроводниковой подложке;

III. структурные: чистота поверхности полупроводниковой пластины; шероховатость (Ra) полупроводниковой пластины; плоскостность полупроводниковой пластины; параллельность полупроводниковой пластины;

IV. экономические: стоимость единицы продукции; окупаемость иммерсионного литографического комплекса;

V. экологические: ионизирующие эффекты дальнего ультрафиолетового излучения; чистота технологического объема.

Представим процесс потери качества оборудования иммерсионной ультрафиолетовой литографии, как некую абстрактную модель. Пусть X_1, X_2, \dots, X_k – параметры литографического оборудования, определяющие состояния, которые являются функциями времени. Принадлежность состояния X множеству состояний $G_X (X \in G_X)$ свидетельствует о том, что оборудование иммерсионной литографии отвечает критериям качества. Если значение параметров X_1, X_2, \dots, X_k больше допустимых $X_{1p}, X_{2p}, \dots, X_{kp}$, т.е. $X_1 > X_{1p}, X_2 > X_{2p}, \dots, X_k > X_{kp}$ то оборудование иммерсионной ультрафиолетовой литографии не удовлетворяет критериям качества. Если некоторые из значений параметров X_1, X_2, \dots, X_k будут больше допустимых, а другие меньше, то литографическое оборудование частично удовлетворяет критериям качества. Для условия полного удовлетворения параметры качества технологии и оборудования иммерсионной ультрафиолетовой литографии $X_1 \leq X_{1p}, X_2 \leq X_{2p}, \dots, X_k \leq X_{kp}$, что соответствует тому, что множество $G_X \subset G_{Xp}$. При этом запас по качеству K_i будет определяться отношением $K_i = X_{ip} / X_i$. Качество по допустимой погрешности УФ излучения $K_1 = X_{1p} / X_1$, качество по поглощению излучения маскирующим материалом шаблона $K_2 = X_{2p} / X_2$, качество по показателю фазового сдвига шаблона $K_3 = X_{3p} / X_3$, качество по допустимым монохроматическим аберрациям $K_4 = X_{4p} / X_4$, качество по показателю преломления иммерсионной жидкости $K_5 = X_{5p} / X_5$, качество по числовой апертуре $K_6 = X_{6p} / X_6$, качество по глубине фокуса $K_7 = X_{7p} / X_7$, качество разрешающей способности иммерсионной системы $K_8 = X_{8p} / X_8$, качество по технической дефектности $K_9 = X_{9p} / X_9$, качество по времени подготовки технологического процесса $K_{10} = X_{10p} / X_{10}$, качество по равномерности нанесения иммерсионного резиста $K_{11} = X_{11p} / X_{11}$, качество по времени сушки иммерсионного резиста $K_{12} = X_{12p} / X_{12}$, качество по времени подачи иммерсионной жидкости $K_{13} = X_{13p} / X_{13}$, качество по времени экспонирования $K_{14} = X_{14p} / X_{14}$, качество по времени удаления иммерсионной жидкости $K_{15} = X_{15p} / X_{15}$,

качество по времени травления $K_{16} = X_{16p}/X_{16}$, качество по технологической дефектности $K_{17} = X_{17p}/X_{17}$, качество по адгезии резистивного слоя к полупроводниковой подложке $K_{18} = X_{18p}/X_{18}$, качество по чистоте поверхности полупроводниковой пластины $K_{19} = X_{19p}/X_{19}$, качество по шероховатости (R_a) полупроводниковой пластины $K_{20} = X_{20p}/X_{20}$, качество по плоскостности полупроводниковой пластины $K_{21} = X_{21p}/X_{21}$, качество по параллельности полупроводниковой пластины $K_{22} = X_{22p}/X_{22}$, качество по стоимости единицы продукции $K_{23} = X_{23p}/X_{23}$, качество по окупаемости иммерсионного литографического комплекса $K_{24} = X_{24p}/X_{24}$, качество по (допустимым) ионизирующим эффектам дальнего ультрафиолетового излучения $K_{25} = X_{25p}/X_{25}$, качество по чистоте технологического объема $K_{26} = X_{26p}/X_{26}$. Здесь $X_{1p}, X_{2p}, \dots, X_{26p}$ – допустимые значения погрешности источника УФ излучения, поглощения излучения маскирующим материалом шаблона, показателя фазового сдвига шаблона, монохроматических аберраций, показателя преломления иммерсионной жидкости, числовой апертуры, глубины фокуса, разрешающей способности иммерсионной системы, технической дефектности, времени подготовки технологического процесса, равномерности нанесения иммерсионного резиста, времени сушки иммерсионного резиста, времени подачи иммерсионной жидкости, времени экспонирования, времени удаления иммерсионной жидкости, времени травления, технологической дефектности, адгезии резистивного слоя к полупроводниковой подложке, чистоты поверхности полупроводниковой пластины, шероховатости (R_a) полупроводниковой пластины, плоскостности полупроводниковой пластины, параллельности полупроводниковой пластины, стоимости единицы продукции, окупаемости иммерсионного литографического комплекса, ионизирующего эффекта дальнего ультрафиолетового излучения, чистоты технологического объема, X_1, X_2, \dots, X_{26} – фактические значения указанных выше величин.

Тогда обобщенный критерий оценки качества в соответствии со схемой, представленной на рис. 1, принимается в виде:

$$\frac{1}{K_N} = \frac{a_1}{K_1} + \frac{a_2}{K_2} + \dots + \frac{a_{26}}{K_{26}} \quad (1)$$

где a_1, a_2, \dots, a_{26} – весовые коэффициенты (для определения этих коэффициентов используется метод экспертных оценок)

$$\sum_{i=1}^{26} a_i = 1,$$

а в общем виде обобщенный критерий оценки качества технологии и оборудования иммерсионной ультрафиолетовой литографии

$$K_N = \frac{1}{\sum_{i=1}^{26} \left(\frac{a_i}{K_i} \right)}. \quad (2)$$

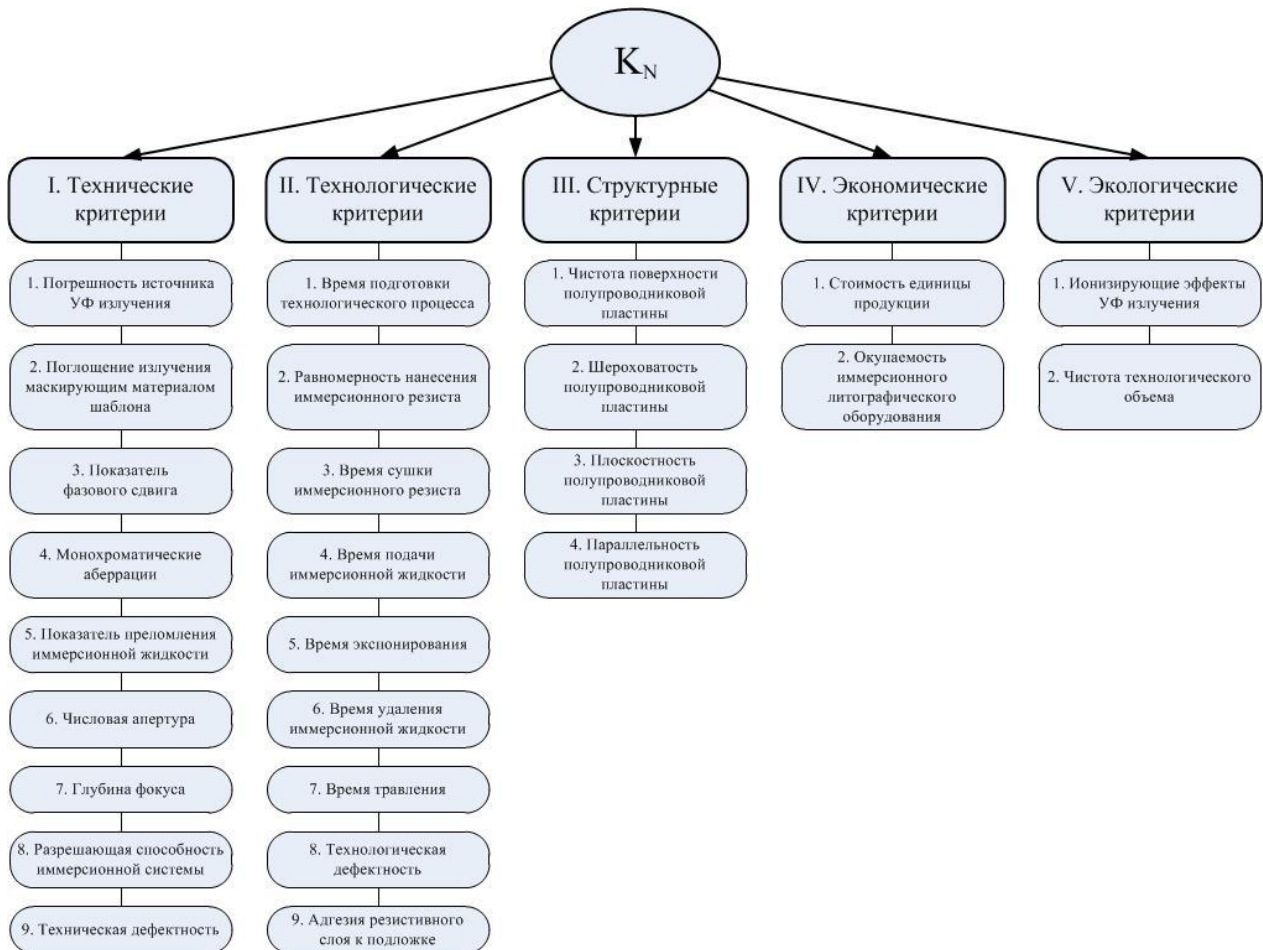


Рис. 1. Обобщенный критерий оценки качества оборудования ИУФЛ

Выбранный вариант технического решения оборудования ИУФЛ окончательно оценивается по критерию экономичности. Оптимальным вариантом технического решения оборудования и технологии иммерсионной литографии будет тот, который обеспечивает снижение стоимости совокупной общественной продукции [2]:

$$\sum_{j=1}^{Z_n} Q_j G_{mj} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где Z_n – число типоразмеров конечной совокупности продукции;

Q_j – объем производства продукции j -го вида; G_{mj} – индивидуальная стоимость единицы продукции.

Весьма важным в литографической технологии является решение задачи морфологической фильтрации одномерной функции $f(x)$ как задачу поиска экстремума функционала штрафа [3]

$$\Phi(f(x), L(x)) = J(f(x), L(x)) + \alpha \times Q(L(x)),$$

$$L(x) : \Phi(f(x), L(x)) \rightarrow \min(L(x)), \varepsilon \partial \varepsilon$$

$$J(f(x), L(x)) = \sum_{i=0, \dots, N-1} |f(x_i) - L(x_i)|,$$

$$Q(L(x)) = \sum_{i=0, \dots, N-1} (L(x_i) - L(x_{i-1}))^2,$$

$\{x_0, \dots, x_{N-1}\}$ – множество дискретных значений аргумента рассматриваемой функции в ее области определения; критерий Q описывает требование «гладкости» получаемой функции-решения. Заметим, что критерий J в данном случае является критерием минимума нормы разности для нормы L (сумма модулей разности, манхэттенское расстояние) вследствие чего критерий Φ является хорошо определенным и соответствующая процедура минимизации дает морфологический проектор в соответствии с доказанным утверждением [4].

Представим функционалы качества в следующей аддитивно-рекурсивной форме:

$$J(f(x), L(x)) = J(x_{N-1});$$

$$J(x_i) = J(x_{i-1}) + \Delta J(x_i, L(x_i)); J(0) = \Delta J(0, L(0)),$$

$$Q(L(x)) = Q(x_{N-1});$$

$$\square(\square_\sigma) = \square(\square_{\sigma-1}) + \Delta \square(\square(\square_{\sigma-1}), \square(\square_\sigma)); \square(0) = 0,$$

$$\Delta \square(\square_\sigma, \square(\square_\sigma)) = |\square(\square_\sigma) - \square(\square_\sigma)|,$$

$$\Delta \square(\square(\square_{\sigma-1}), \square(\square_\sigma)) = (\square(\square_{\sigma-1}) - \square(\square_\sigma))^2.$$

Простейшая реализация решения данной задачи методом динамического программирования (ДП) основана на использовании двумерного аккумулятора $\square(\square, 1)$ размера $(\square - 1) \times \square$, где \square – количество элементов дискретизации области значений рассматриваемой функции.

Появляется возможность решить задачу кусочно-постоянной сегментации, если изменить критерий качества решения на следующий:

$$\Delta \square(\square(\square_{\sigma-1}), \square(\square_\sigma)) = \{0, \text{если } \square(\square_{\sigma-1}) = \square(\square_\sigma), 1, \text{если } \square(\square_{\sigma-1}) \neq \square(\square_\sigma).\}$$

Рассмотрим практическое применение фильтрации и сегментации в иммерсионной ультрафиолетовой литографии.

OPC (Optical Proximity Correction – оптический эффект близости) – это комплекс методов RET (Resolution Enhancement Techniques – метод улучшения разрешающей способности), заключающийся в корректировке фильтрации и сегментации топологии СБИС на стадии проектирования [5]. Топология разбивается на примитивы (фрагментируется), которые корректируются либо по заранее определенным правилам «rule based OPC» (ROPС), либо по результатам литографического моделирования «model based OPC» (MOPC).

MOPC – более сложный метод, который включает литографическое моделирование, полученных после фрагментации геометрических примитивов (рис. 2). Результат такого моделирования (воздушное изображение или даже профиль резиста) сравнивается с первоначальной топологией, и, в случае появления несоответствия, примитив корректируется (фильтруется) в этих местах. Этот процесс итерационно повторяется до момента выполнения условий оптимальности при заданных допусках.

Применение MOPC позволяет существенно расширить возможности литографического процесса [6], однако является сложным в использовании, требующим наличия специальных дорогостоящих САПР и вычислительных кластерных комплексов.

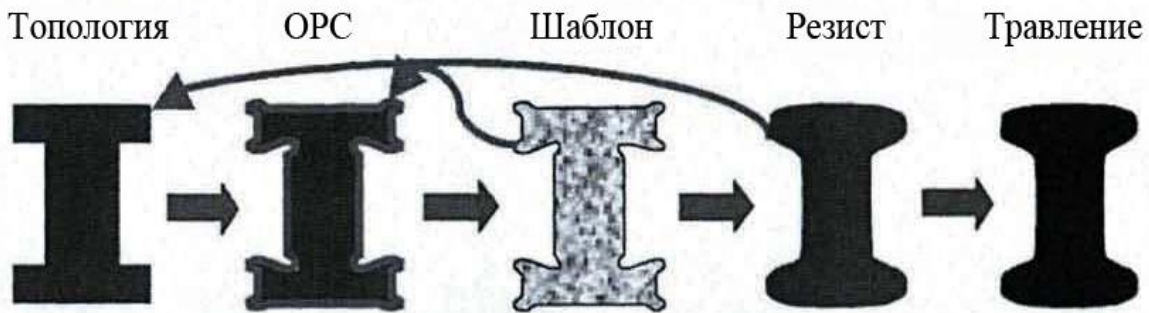


Рис. 2. Пример применения литографического моделирования MOPC

В случае ROPC топология анализируется при помощи САПР на предмет соответствия заранее определенным правилам расстановки корректирующих элементов (рис. 3). Количество правил зависит от типа топологии (память, логика), топографии (рельефа нижележащих слоев), количества типов фигур OPC, их типоразмеров и применяемого технологического оборудования.



Рис. 3. Пример применения правил корректировки оптических эффектов близости ROPC

Измерение размеров в «узких» местах примитивов, выбранного базиса, позволяет получить достаточный объем информации для описания литографического процесса. Модель литографического процесса, однажды полученная на основании этих данных, позволяет проводить точную коррекцию любых дополнительных более сложных геометрий.

Иммерсионная ультрафиолетовая литография требует дополнительных капиталовложений, которые берутся из фонда накопления. Направляя определенную часть ресурсов из фонда на создание и внедрение новых средств для получения нужной продукции в ту или иную область проектирования технологии и оборудования иммерсионной литографии, необходимо быть уверенным, что экономия на затратах в данной области будет больше, чем недополучаемая экономия в других областях, куда эти ресурсы не поступают. В этом и состоит критерий сравнительной экономичности сопоставимых вариантов. Мерой соответствия этому критерию выступают определенные показатели, которые по своей структуре могут быть частными и обобщенными. В качестве частных показателей используются: снижение трудоемкости продукции или рост производительности труда, высвобождение рабочих, снижение материалоемкости и энергоемкости. В качестве обобщенного показателя используются приведенные экономические затраты. Экономический эффект от производства и использования новых технологических решений оборудования ИУФЛ, с учетом морального износа, рекомендуется определять по формуле

$$\mathcal{E} = \left[\mathcal{Z}_1 \frac{\square_{\Gamma 2} \square_{\square 1} + \square_{\square H}}{\square_{\Gamma 1} \square_{\square 2} + \square_{\square H}} + \frac{(\mathcal{I}'_1 + \mathcal{I}'_2) - \square_{\square H}(\mathcal{K}'_2 + \mathcal{K}'_1)}{\square_{\square 2} + \square_{\square H}} - \mathcal{Z}_2 \right] \square_{\Gamma 1}, \quad (4)$$

где $\mathcal{Z}_1, \mathcal{Z}_2$ – приведенные затраты, обусловленные производством базового (существующего) и нового объекта, руб./ед.; $\square_{\Gamma 1}, \square_{\Gamma 2}$ – годовые объемы работ при использовании оборудования ИУФЛ на основе базового и нового варианта в натуральных единицах; $\square_{\square 1}, \square_{\square 2}$ – доля амортизационных отчислений от балансовой стоимости на полное восстановление базового и нового варианта литографического оборудования (определяется как величина, обратная сроку службы с учетом морального старения); $\square_{\square H}$ – нормативный коэффициент эффективности; $\mathcal{I}'_1, \mathcal{I}'_2$ – годовые эксплуатационные издержки потребителя при использовании базового и нового вариантов оборудования; $\mathcal{K}'_1, \mathcal{K}'_2$ – капитальные вложения потребителя при использовании базового и нового вариантов; $\square_{\Gamma 1}$ – годовой объем производства новых изделий.

При сравнении вариантов конструктивных решений технологии и оборудования ИУФЛ предпочтение отдается тому из них, который обладает большим значением ожидаемого экономического эффекта.

На этапе принятия решения еще не известны окончательные параметры нового технического решения, которое будет принято за основу при создании оборудования ИУФЛ. Экономическое сравнение имеет приближенный характер. Но оно ориентирует технолога в выборе технических решений для создания оборудования ИУФЛ по составляющим элементам и позволяет использовать при этом функционально-стоимостной анализ [2]. Рассмотрим одно из подобных технических решений.

В основу данного технического решения положена задача обеспечить возможность формирования дорожек нанометрового диапазона [7].

Согласно предложенному техническому решению источник лазерного излучения выполнен щелевым, с размером щели $\delta = (2 \div 3) \lambda$ и расстоянием между щелями $\gamma = (4 \div 6) \lambda$ длин волн излучения. Отражатель состоит из двух зеркал, поставленных друг к другу под углом близким к 180° . Подложка закреплена на подложкодержателе, выполненным в виде кюветы с жидкостью и установленном на шестикоординатном пьезопроводе, закреплённом на неподвижном основании.

Введение в данное устройство источника лазерного излучения выполненного щелевым с размером щели $\delta = (2\div 3) \lambda$ и расстоянием между щелями $\gamma = (4\div 6) \lambda$ длин волн излучения, отражателя, состоящего из двух зеркал, поставленных друг к другу под углом близким к 180° , подложки закрепленной на подложкодержателе, выполненного в виде кюветы с жидкостью и установленным на шестикоординатном пьезоприводе, который закреплен на неподвижном основании, обеспечивает возможность формирования дорожек нанометрового диапазона.

Сущность технического решения поясняется на рис. 4 где показано устройство для формирования нанодорожек [8].

Устройство для формирования нанодорожек работает следующим образом.

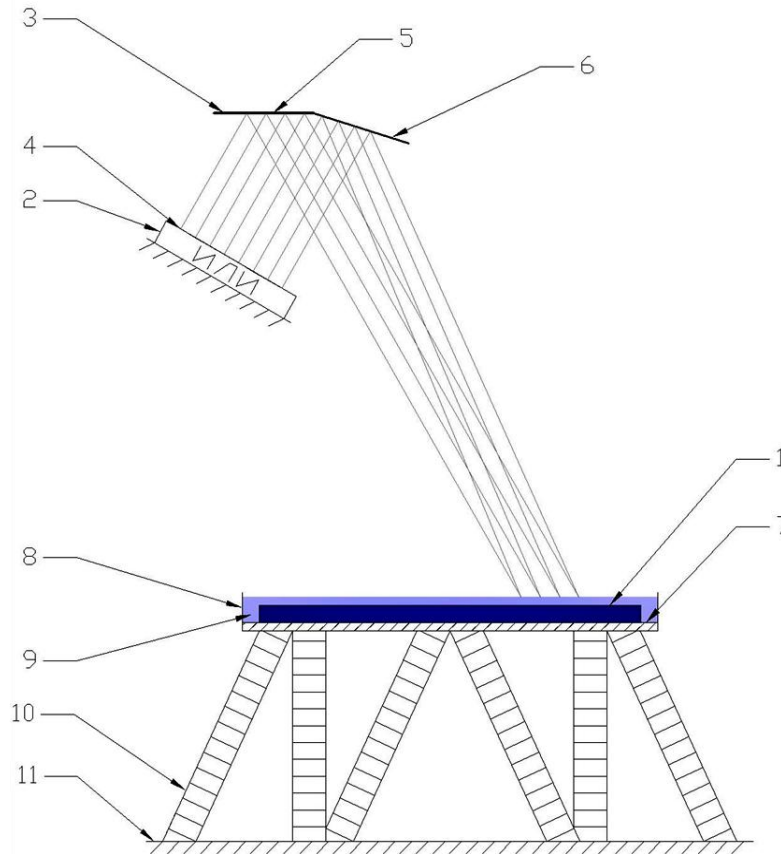


Рис. 4. Принципиальная схема устройство для формирования нанодорожек (без изображения элементов оптической системы)

Источник лазерного излучения 2 формирует когерентный волновой пучок, который выходя из источника 2 разделяется щелями 4 на систему лучей, распространяющихся вдоль параллельных прямых, причём расстояние между соседними лучами составляет $\gamma = (4\div 6) \lambda$ длин волн. Далее излучение, отражаясь от зеркал 5, 6 проходит слой жидкости 9, уменьшая длину волны пропорционально показателю преломления этой жидкости и попадает на подложку 1. Угол между зеркалами 5, 6 подобран так, что достигая подложки 1, когерентные лучи интерферируют, образуя череду равноудалённых максимумов интенсивности излучения, в местах которых происходит интенсивный выброс материала подложки 1, что при необходимом перемещении шестикоординатного пьезопривода 10 обеспечивает формирование нанодорожек на подложке 1. Шаговое перемещение шестикоординатного пьезопривода 10 на величину $-(2\div 3) \lambda$ длины волны, в направлении перпендикулярном сформированным дорожкам и повторение вышеописанных операций формирования нанодорожек позволит участить количество дорожек на площади подложки 1.

Применение предлагаемого устройства для формирования нанодорожек позволяет обеспечить возможность формирования дорожек нанометрового диапазона (при использовании методов повышения разрешающей способности проекционной литографии предполагается получать элементы с проектными нормами не ниже 32 нм).

В настоящее время передовыми производителями СБИС используются литографические установки с λ равными 248 нм и 193 нм. В классическом случае применения проекционной оптики минимальные размеры (Critical Dimension) элементов СБИС составляют не менее 90% от λ . Попытка дальнейшего уменьшения размеров элементов приводит к их деструкции при экспонировании в результате негативного влияния явлений дифракции и интерференции. Используемые методы повышения разрешения, в частности метод иммерсии и коррекции оптического эффекта близости требует применения сложных САПР.

Дано формальное описание обобщенной проективной морфологии. Приводится краткая сводка ее свойств и способов ее применения в задачах анализа изображений. Исследованы различные конструктивные схемы построения проективных операторов анализа цифровых данных.

Предложен подход, определяющий научно обоснованный, технически целесообразный, технологически и экономически выгодный выбор параметров нового технического решения, которое будет принято за основу при создании оборудования ИУФЛ.

Предложено техническое решение, удовлетворяющее данному подходу, позволяющее обеспечить возможность формирования дорожек нанометрового диапазона с проектными нормами не ниже 32 нм, т.к. за счет когерентного волнового пучка достигается уменьшение пятна размытия, следовательно, снижается технологическая дефектность процесса.

Литература

1. Hand A. Double Patterning Wrings More From Immersion Lithography // Semiconductor International. 2007. January. 17 p.
2. Карлик Е.М. и др. Экономика машиностроения / Е.М. Карлик, К.М. Великанов, В.Ф. Власов, А.П. Градов и др.; Под общ. ред. Е.М.Карлика. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроений, 1985. – 392 с.
3. Визильтер Ю.В. Обобщенная проективная морфология / Компьютерная оптика. – Том 32, № 4 ÷ 2008 С. 384 – 399.
4. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю. Сравнение и локализация фрагментов изображений с использованием проективных морфологий. // Вестник компьютерных и информационных технологий, – №2, – 2008,– С. 14 – 22.
5. Родионов И.А. Методы коррекции оптических эффектов близости // Научно-технические системы 2007: Сборник трудов 9-ой Всероссийской научно-технической конференции. М. 2007. С. 174 – 178.
6. Родионов И.А. Исследование влияния параметров технологического процесса литографии на минимальные критические размеры элементов, получаемых на кремниевой пластине // Научно-технические системы 2007: Сборник трудов 9-ой Всероссийской научно-технической конференции. М. 2007. С. 219 – 224.
7. Костомаров П.С. Формирование нанообъектов литографическим методом [Текст] / Е.Н. Ивашов, М.Ю. Корпачев, П.С.Костомаров, // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения (INTERMATIC – 2010) : матер. VII Междунар. науч.-техн. конф., Москва, 23 - 27 ноября 2010 г. – М. : МИРЭА, 2010. – Ч. 2, – С. 332-333.
8. Патент на полезную модель 104509 Российская федерация, МПК⁷ 7Н01J 37/28. Устройство для формирования нанодорожек [Текст] / Костомаров П.С., Ивашов Е.Н., Корпачев М.Ю.; заявитель и патентообладатель МИЭМ. – № 2010146415/07; заявл. 15.11.2010; опубл. 20.05.2011, Бюл. № 14.

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С РАЗРЯДНО-МОДУЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ В ВИДЕ НЕЧЕТКОГО АБСТРАКТНОГО АВТОМАТА

Курбанмагомедов К.Д.

Институт(филиал) ФГБОУ ВПО «Московский государственный открытый университет имени В.С. Черномырдина» в г.Махачкале

Наиболее распространенным способом задания конечного автомата (КА) является граф переходов/ выходов (ТПВ). В первом случае в качестве вершин графа принимаются состояния КА, а дуги соответствуют переходам из одного состояния в другое.

Под поведением КА будем понимать изменение его состояния и значения выхода при подаче входного воздействия. Это соответствует исследованию моделируемого объекта для разных случаев входного воздействия или изменению его состояния. Анализ поведения, как правило, предполагает исследование КА на всех заранее заданных входных воздействиях и перевод его из одного состояния в другое по всем имеющимся в графе дугам. Исследование КА, описывающего срабатывание ЛС, заключается в выявлении отличия в срабатывании исправных и не исправных схем. Для схем с памятью исследуются вопросы установления элементов памяти в заданное состояние. В зависимости от поведения различают автоматы Мили и Мура [1], описываемые следующими векторными уравнениями

Для формирования метрики μ^e рассмотрим ГПВ и отразим его в виде матрицы смежности М. Произведение $M_1 * M_2 * \dots * M_{n-1}$ позволит проанализировать в графе все пути между вершинами длины, меньшей или равной n-1. Для нормализации полученной матрицы и оценки длин переходов между состояниями

используются, соответственно, выражения
$$\mu^e = \frac{M^{n-1}}{\max(M^{n-1})_{ij}} \quad \mu_{lq_i \rightarrow q_j} = \frac{\max(\text{sign } M_{q_i \rightarrow q_j}^i)}{\max M^{n-1}}$$
, где I

соответствует непосредственной связанности вершин ГПВ; 0 – полному отсутствию связи. При построении пути между двумя заданными вершинами матрица M^{n-1} используется следующим образом. Пусть r_i и r_j – ранги i -той и j -той вершин, причем $r_i \cup r_j > 1$. Тогда для построения пути выполняется операция $\max_k (\mu_{r_i, r(i+1)}^e, \mu_{r_i, r(i+1)2}^e, \dots, \mu_{r_i, r(i+1)k}^e)$, где k – число вершин следующего ранга.

Для анализа алфавитов для автомата \tilde{O} и оценки его функциональных характеристик строится автомат \tilde{O}' , где $\tilde{O}' = (X, Q, Y, \delta, \lambda)$, $Q' = (X', Q, Y', \delta', \lambda')$, $X' = X \cup \alpha$ и $Y' = Y \cup \beta$ α и β , соответственно, превращения входного и выходного алфавитов. Автомат \tilde{O} считается полностью контролируемым. Следовательно, имеем $L\tilde{O}' \rightarrow La$, где $L\tilde{O}'$ ($L\tilde{O}'$) – длина контрольной последовательности автомата \tilde{O} (\tilde{O}'). Возможности перехода от \tilde{O} к \tilde{O}' и аналитические выражения для $L\tilde{O}$ и $L\tilde{O}'$ позволяют произвести функциональный анализ ГПВ автомата, так как [46] при вычислении L учитывается и мощности алфавитов X, Q, Y . При этом для учета влияния каждого перехода рассмотрим множество графов для автоматов $\{\tilde{O}''\}$, где \tilde{O}'' – автомат без вершины q_i . Тогда длина контрольной последовательности его будет $L\tilde{O}''$. Очевидно, что $L\tilde{O}'' > L\tilde{O}'$, а в некоторых случаях $L\tilde{O}'' = \infty$.

Таким образом, получены два взвешенных графа, построенных по метрикам μ^s и μ^e . Пусть μ^Σ суммарная метрика, построенная с использованием μ^s и μ^e . При этом $\mu^\Sigma = f(k_1\mu^s; k_2\mu^e)$, где k_1 и k_2 , коэффициенты учитывающие степень важности метрики. При анализе синтезированных графов их можно классифицировать как сильно связанные, односторонне связанные и слабосвязанные [2]. Следует отметить, что эйлеров граф может быть только односторонне связанным или сильно связанным. При достраивании ГПВ автомата до полностью контролируемого новые ребра добавляются только в слабосвязанном ГПВ, а в односторонне связанном и сильно связанном ГПВ расширяются только алфавиты входов и выходов. При достраивании ГПВ автомата, описываемого графом, лежащим между изолированными и слабосвязанным, добавляются новые ребра и расширяются входной и выходной алфавиты.

В качестве необходимого и достаточного условия контролируемости автомата, как подчеркивалось ранее, является его эйлеровость и существование циклической попарно различающейся последовательности входных символов. Следовательно, для контролируемости автоматов, описываемых сильно связанным или односторонне связанным графом, достаточно наличие циклической попарно различающейся последовательности, так как они уже являются эйлеровым графом. При анализе степени влияния вершин на длину контрольной последовательности сравнивается граф без вершин, то есть $G-x_i$ с u_1 или с $u_2(u_3)$. Если $XN2N3, XN2(N3)S3(S2)XSN$, то контролируемость автомата не нарушается. При XWW контролируемость автомата нарушается, так как уменьшение связанности его приводит к ликвидации переходов между определенными состояниями автомата и потере решения установочной или диагностической задачи.

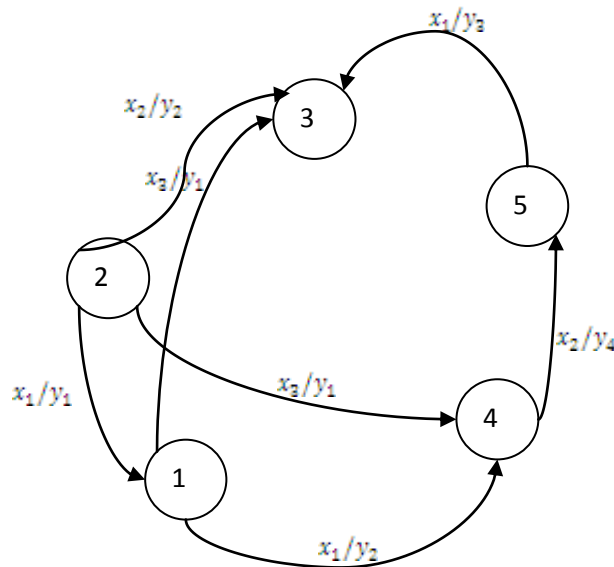


Рис. 1. Конечный автомат

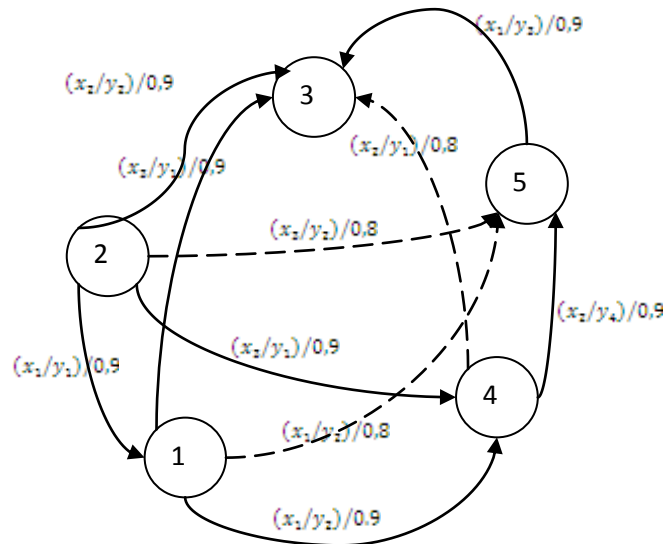


Рис. 2. Нечеткий конечный автомат

Основные предпосылки и результаты вышеприведенного анализа соответствуют концепции частичной принадлежности элементов к определенному подмножеству. Например, при соответствии Q множеству всех состояний автомата. Qx_i – подмножество множества Q , частично принадлежащее к переходу из состояния Q' при воздействии x_i в состояние Q'' . Поэтому анализ ГПВ или ТПВ при исследовании свойств КА, являющегося моделью ЛС, приводится в терминах теории нечетких множеств (ТНМ) [3, 4, 5].

Литература

1. Гилл А. Введение в теорию конечных автоматов. – М.: Наука, 1976. - 272 с.
2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976, - 166 с.
3. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. - М.: Радио и связь, 1981. - 432 с.
4. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. - М.: Наука, 1981. - 208 с.
5. Такеда Э. Связность расплывчатых графов. - В сб.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений. / Под ред. Г.С Поспелова, - М.: Мир, 1976, с. 216-228.

МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛОИСТЫХ СТРУКТУР

Литвинов А.Н., Артамонов Д.В.
Пенза, ПензГУ

Предложена модель для расчета приведенного модуля упругости многослойной гетерогенной системы, состоящей из чередующихся слоев различной жесткости.

Model of effective characteristics calculation for layer structures. Litvinov A., Artamonov D.

The authors suggest a model to calculate a reduced elastic modulus of a multilayer heterogeneous system, consisting of alternate layers of different rigidity.

Гетерогенные структуры широко применяются в конструкциях технических систем различного назначения, работающих в сложных условиях эксплуатации при действии статических и динамических нагрузок. К таким структурам относятся микросборки приборов, микросхемы, упругие элементы датчиков для измерения механических величин, многослойные вибродемпфирующие покрытия и элементы различного конструктивного исполнения для радиоэлектронной и специальной аппаратуры в ракетно-космической технике [1].

Одним из эффективных способов исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) в гетерогенных структурах является создание моделей с приведенными физико-механическими характеристиками [2]. В этом случае основной подход состоит в том, что гетерогенная структура заменяется на эквивалентную ей однородную упругую систему, свойства которой характеризуются эффективными физико-механическими характеристиками и в ней имеет место НДС, соответствующее исходной гетерогенной системе. Наиболее сложным является вопрос о выборе критерия эквивалентности между этими системами. Очень

широко этот способ применяется для слоистых и волокнистых материалов, для неоднородных материалов, состоящих из различных фракций, для композиционных материалов различной структуры [3, 4]. Первые работы в этом направлении принадлежат Фойхту и Рейссу, которые предложили проводить осреднение по объему физико-механических свойств, которые описываются прямыми или обратными тензорами второго, третьего или четвертого рангов.

Для макроскопического изотропного композита, представляющего собой смесь изотропных компонентов с модулями E_j эффективный модуль упругости по Фойхту определяется по формуле

$$E_{\phi} = \sum_{j=1}^n \psi_j \cdot E_j, \quad (1)$$

где ψ_j – относительное объемное содержание j -го компонента в гетерогенной системе; E_j – модуль упругости материала j -го компонента; $j=1, 2, \dots, n$; n – число компонентов в системе.

В соответствии с подходом Рейсса при осреднении обратных тензоров эффективный модуль упругости определяется соотношением

$$\frac{1}{E_p} = \sum_{j=1}^n \frac{\psi_j}{E_j}. \quad (2)$$

Метод Фойхта соответствует предположению об однородности поля обобщенных перемещений, а метод Рейсса – предположению об однородности поля обобщенных сил.

Существенной особенностью этих подходов является то, что метод Фойхта дает оценку сверху, а метод Рейса – оценку снизу для эффективных характеристик гетерогенной системы, т.е. выполняются условия

$$\bullet E_p < E_{np} < E_{\phi}, \quad (3)$$

где E_{np} – эффективный (или приведенный) модуль упругости системы.

Аналогичные оценки можно получить и для других приведенных физико-механических характеристик гетерогенной системы.

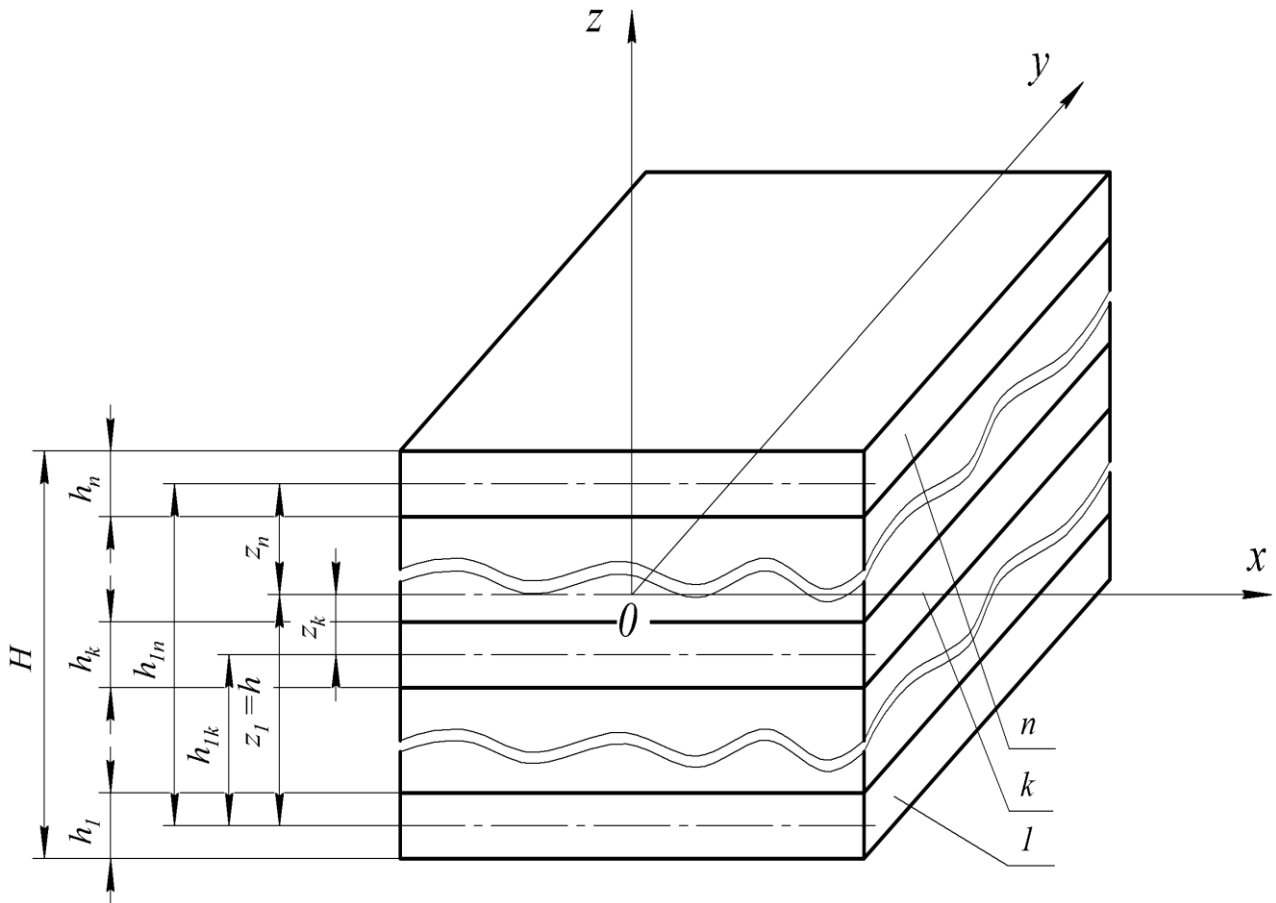
Различные модели и критерии для определения приведенных характеристик гетерогенных структур предложены в работах [1-5], где в отличие от подходов Фойхта и Рейса, осреднение производится в сочетании с принятием дополнительных гипотез о полях напряжений, деформаций и перемещений, а также конструктивными особенностями рассматриваемой гетерогенной системы. Наиболее общий подход к определению приведенных упругих характеристик в механике композиционных материалов, основанный на принципе энергетической континуализации, предложен в [5].

Модели, основанные на определении приведенных физико-механических характеристик эквивалентной упругой системы, являются весьма перспективными для выполнения практических расчетов на прочность и анализ НДС сложных гетерогенных структур, т. к. в ряде случаев допускают аналитические решения для систем, подверженных различным внешним воздействиям.

Для построения обобщенной модели рассмотрим плоскую многослойную структуру в координатах x, y, z , состоящую из n слоев (рис.1). Считаем, что все слои являются упругими, изотропными и характеризуются толщинами h_k , модулями упругости E_k , коэффициентами Пуассона ν_k , где $k = 1, 2, \dots, n$ – номер слоя. В соответствии с классификацией, принятой в [6], все слои считаем жесткими, т. е. они работают на растяжение (сжатие) и изгиб. Трансверсальной податливостью слоев в направлении оси z пренебрегаем.

Заменим плоскую многослойную гетерогенную систему эквивалентной ей в смысле жесткости однослойной конструкцией, которая характеризуется приведенными модулем упругости E , толщиной H и коэффициентом Пуассона ν . В качестве приведенной толщины принимаем суммарную толщину пакета

$$H = \sum_{k=1}^n h_k, \text{ а в качестве приведенного коэффициента Пуассона его усредненное значение – } \nu = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \nu_k.$$



— · — · — · — — срединная поверхность k -ого слоя

Рис. 1 – Схема гетерогенной структуры

Цилиндрическая жесткость эквивалентной обобщенной модели системы в этом случае определим выражением

$$D = \frac{EH^3}{12(1-\nu^2)}, \quad (4)$$

а приведенная цилиндрическая жесткость многослойной системы вычисляется как

$$D_{np} = \sum_{k=1}^n (D_k + A_k z_k^2), \quad (5)$$

где $D_k = \frac{E_k h_k^3}{12(1-\nu_k^2)}$ – цилиндрическая жесткость; $A_k = \frac{E_k h_k}{1-\nu_k}$ – жесткость на растяжение k -ого

слоя структуры; z_k – расстояние от срединной поверхности k -ого слоя до нейтральной поверхности всего пакета, которая совпадает с плоскостью xOy , в которой расположено начало координат (см. рис. 1).

Положение нейтральной поверхности определяем выражением

$$\sum_{k=1}^n A_k z_k = 0. \quad (6)$$

и параметром $h = z_l$, который отсчитывается от срединной поверхности первого слоя (см. рис. 1).

Представим приведенную жесткость обобщенной модели в виде

$$D_{np} = \beta D_1, \quad (7)$$

где β – безразмерный коэффициент приведения, учитывающий переход от многослойной системы к эквивалентной однослойной; D_1 – цилиндрическая жесткость первого слоя ($k = 1$).

Приравнивая выражения (4) и (5) с учетом (6) и (7) получим следующую зависимость для коэффициента β :

$$\beta = 1 + \sum_{k=2}^n \bar{E}_k \bar{h}_k + 12 \left(\bar{z}_1^2 + \sum_{k=2}^n \bar{E}_k \bar{h}_k \bar{z}_k^2 \right). \quad (8)$$

Здесь $\bar{h}_k = \frac{h_k}{H}$; $\bar{E}_k = \frac{E_k(1-\nu_1^2)}{E_1(1-\nu_k^2)}$ – безразмерные толщины и модули упругости слоев; $\bar{z}_k = \frac{z_k}{H}$ –

безразмерные параметры.

Параметр, определяющий положение нейтральной поверхности с учетом (6), определяется выражением:

$$\bar{h} = \bar{z}_1 = \frac{\sum_{k=2}^n \bar{E}_k \bar{h}_k \bar{h}_{1k}}{1 + \sum_{k=2}^n \bar{E}_k \bar{h}_k}, \quad (9)$$

где $\bar{h}_{1k} = 0,5(1 + \bar{h}_n) + \sum_{k=2}^{n-1} \bar{h}_k$, $(k = 2, 3, \dots, n)$.

В соответствии с (4) получим выражение для приведенного (эффективного) модуля упругости эквивалентной системы:

$$E = E_1 \frac{(1-\nu^2)}{(1-\nu_1^2)} \left(\frac{h_1}{H} \right)^3 \beta. \quad (10)$$

Применяя предложенную модель и заменяя многослойную гетерогенную систему однослойной с приведенными характеристиками E , ν , H , известными методами теории упругости можно решать задачи на воздействие различных видов внешних нагрузок на гетерогенную систему. В том числе достаточно просто рассматриваются и контактные задачи.

Анализ НДС плоской гетерогенной структуры при статическом нагружении следует проводить в следующей последовательности:

1. Используя предложенную модель, заменить слоистую гетерогенную структуру эквивалентной ей приведенной системой и рассчитать ее характеристики E , ν , H . Остальные геометрические размеры конструкции не изменяются.

2. Решить задачу по определению поля перемещений $w(x, y)$, $u(x, y)$, $v(x, y)$ по осям z, x, y соответственно и, используя соотношения Коши, определить поле относительных деформаций $\epsilon_x^{(k)}$, $\epsilon_y^{(k)}$, $\epsilon_z^{(k)}$ в каждом слое при заданной внешней нагрузке.

3. Используя обобщенный закон Гука определить поле напряжений в любом слое гетерогенной структуры с учетом характеристик соответствующего слоя (E_k, ν_k), т. е. осуществить обратный переход от эквивалентной системы с приведенными характеристиками к напряжениям в исследуемой слоистой гетерогенной системе:

$$\sigma_x^{(k)} = \frac{E_k}{1-\nu_k^2} (\epsilon_x^{(k)} + \nu_k \epsilon_y^{(k)}); \quad \sigma_y^{(k)} = \frac{E_k}{1-\nu_k^2} (\epsilon_y^{(k)} + \nu_k \epsilon_x^{(k)}), \quad (11)$$

где k – номер слоя, в котором определяются напряжения.

Предложенная модель позволяет исследовать НДС дискретно непрерывных слоистых гетерогенных структур при любом числе слоев и допускает следующие упрощения и предельные переходы:

– если коэффициенты Пуассона для материалов слоев близки между собой, то, полагая $\nu_k = \nu$, из (10) получим выражение для приведенного модуля упругости

$$E = E_1 \left(\frac{h_1}{H} \right)^3 \beta; \quad (12)$$

– если некоторые слои являются мягкими и работают только на сдвиг, то в выражении (5) следует для этих слоев принять $E_k \equiv 0$ и перейти к модели, предложенной в [7];

– если между соседними слоями нет жесткой связи и имеет место проскальзывание, то в (5) следует положить $A_k = 0$ и в этом случае выражение для приведенного модуля упругости (10) принимает вид

$$E = \frac{\sum_{k=1}^n E_k h_k^3}{\left(\sum_{k=1}^n h_k\right)^3}; \quad (13)$$

– если в гетерогенной структуре $h_1 \gg h_k$, при $k = 2, 3, \dots, n$, то в модели можно принять $H = h_1$ и всю структуру привести к нижнему слою ($k = 1$) аналогично [7]. В этом случае в (8) и (10) следует заменить H на h_1 , а выражение (12) примет вид

$$E = E_1 \beta; \quad (14)$$

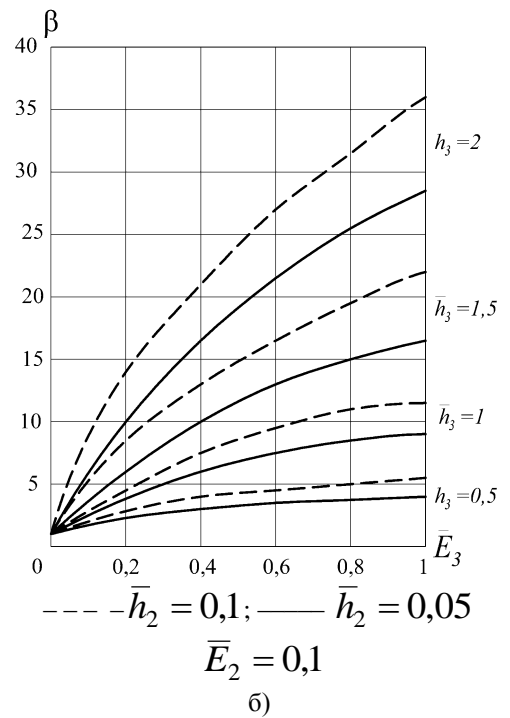
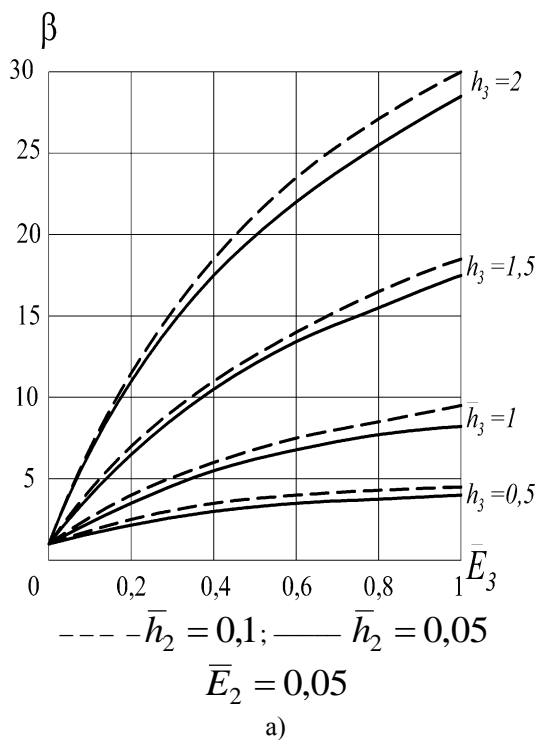
– если в гетерогенной структуре один слой ($k = m$) обладает большей жесткостью, то именно его следует брать в качестве слоя приведения и принять $H = h_m$, т. к. $h_m \gg h_j$ при $j \neq m$.

В зависимости от конструктивных особенностей конкретной гетерогенной структуры возможны и другие варианты выбора толщины H эквивалентной структуры в рамках предложенной модели.

На рис. 2 показаны некоторые результаты численных расчетов коэффициента β для трехслойной гетерогенной системы ($n = 3$) при различных значениях параметров, соответствующих реальным микросборкам приборов. При расчете принято, что $\nu_k = \nu = 0,3$.

Приведенные зависимости показывают влияние характеристик слоев гетерогенной структуры на коэффициент приведенной жесткости и величину приведенного модуля упругости.

Предложенная модель позволяет выполнять дальнейшие обобщения при переходе к вязкоупругим гетерогенным структурам, а также использовать ее при учете ползучести и пластичности слоев гетерогенных структур различного назначения.



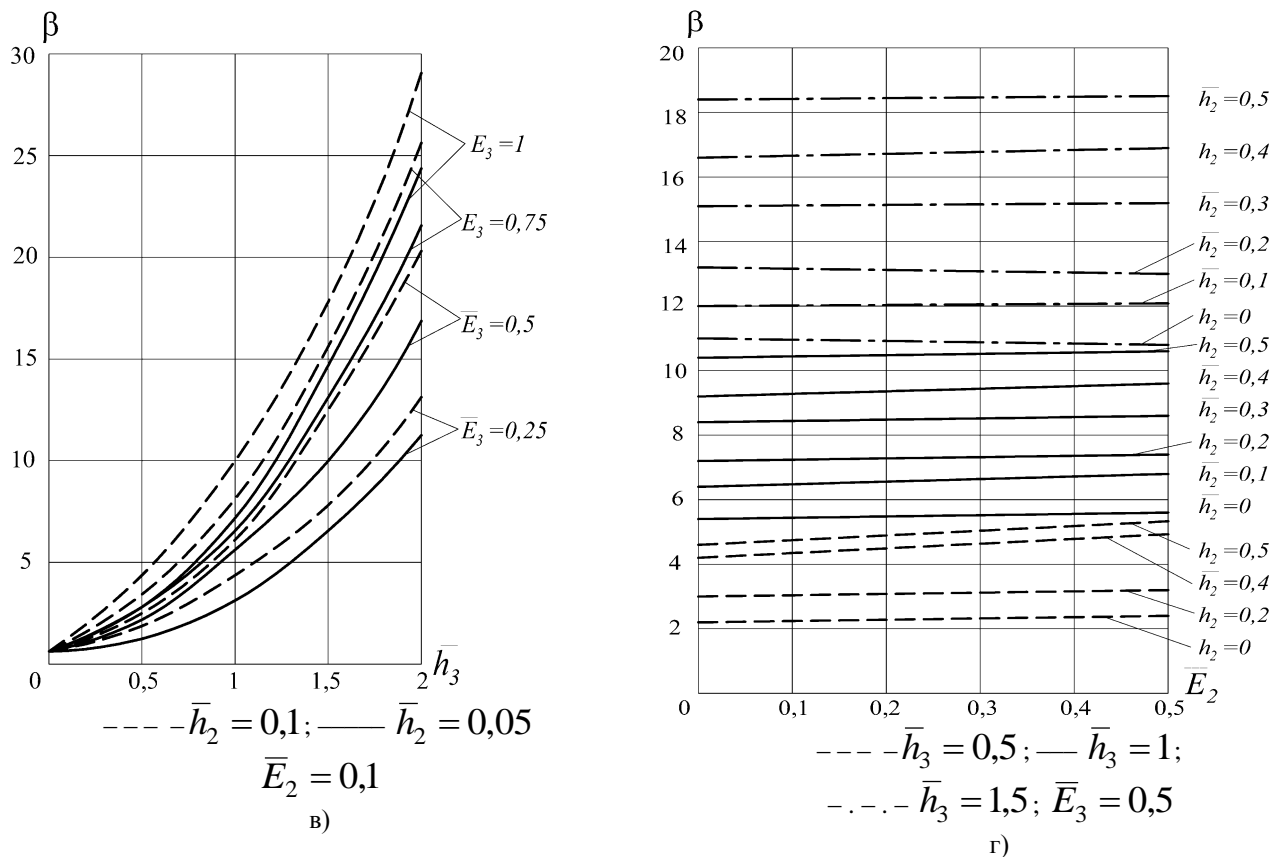


Рис. 2 – Зависимость коэффициента приведенной жесткости β от физико-механических и геометрических характеристик слоев.

Литература

1. Гардымов, Г.П. Композиционные материалы в ракетно-космическом аппаратостроении/ Г.П.Гардымов, Е.В. Мешков и др.// - СПб.: СпецЛит, 1999. – 272с.
2. Победря, Б.Е. Механика композиционных материалов/ Б.Е. Победря. – М.: МГУ. – 1984. – 336с.
3. Фокин, А.Г. Эффективные модули упругости композита, составленного из анизотропных слоев./ А.Г.Фокин, Т.Д.Шермергор// Механика полимеров, 1975, №3. – С.408-413.
4. Бардзокас, Д.И. Математическое моделирование физических процессов в композиционных материалах периодической структуры/ Д.И. Бардзокас, А.И.Злобин. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 376с.
5. Кучерюк, В.И. Моделирование напряженно-деформированного состояния композиционных систем/ В.И. Кучерюк, И.В. Шаптала/ Вестник Тюменского гос.ун-та. 2011, №7. – С. 166 – 171.
6. Болотин, В.В. Механика многослойных конструкций/ В.В. Болотин, Ю.Н. Новичков. – М.: Машиностроение. – 1980. – 374с.
7. Литвинов А.Н. Прикладные модели механики гетерогенных структур изделий приборостроения: монография/ А.Н. Литвинов, М.А. Литвинов, В.В. Смогунов; под ред. В.В. Смогунова. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та. – 2009. – 320с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ СИСТЕМ ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ДАТЧИКОВ

Литвинов А.Н.
Пенза, ПензГУ

Рассматривается многослойный упругий элемент датчика давления с дополнительным многослойным балочным элементом. Решена задача оптимизации расположения дополнительного балочного элемента с целью уменьшения температурной погрешности датчика.

Modelling of multilayered heterogeneous systems of tensorresistive transducers. Litvinov A.

The multilayer elastic element of the pressure transducer with additional multilayer beam-type element is considered. The problem of optimization of an arrangement additional beam-type element for minimization of a temperature error of the transducer is solved.

Датчики давления являются важнейшими элементами, определяющими общее качество информационно-измерительных и управляющих систем современных и перспективных образцов военной и специальной техники [1]. Наиболее ответственные и важные измерения давлений в процессе эксплуатации подобных изделий проводятся, как правило, при одновременном дестабилизирующем влиянии внешних воздействующих факторов, к которым относятся повышенные температурные, ударные и вибрационные воздействия в широком частотном диапазоне.

Основой современных тонкопленочных датчиков давления (ТДД) являются микроэлектромеханические системы с гетерогенными структурами [2]. К таким датчикам в полной мере относятся датчики давления, в которых в качестве чувствительного элемента используются тензорезисторные микроэлектромеханические системы. В настоящее время достаточно полно разработаны методики расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) классических упругих элементов (УЭ) ТДД различного типа и конструктивного исполнения [3].

Анализ конструкций УЭ современных датчиков различного назначения показывает, что в самом общем случае они являются многослойными гетерогенными системами. В то же время существующие методы расчета УЭ, как правило, основаны на использовании достаточно простых упругих изотропных моделей, что в ряде случаев существенно снижает точность расчета. Таким образом, при разработке расчетных схем и алгоритмов расчета УЭ датчиков давления в общем случае следует рассматривать как многослойные гетерогенные системы. Это в полной мере относится и к УЭ датчиков других типов для измерения различных механических величин (моментов, сил, перемещений и т.п.). На основании этого при расчете НДС и проектировании УЭ датчиков, очевидно, следует использовать подходы, изложенные в [4] при рассмотрении динамических и тепловых воздействий на гетерогенные структуры изделий специального приборостроения.

Для уменьшения температурной погрешности ТДД применяют различные приемы проектирования их УЭ. Одним из таких приемов является удаление рабочих тензорезистивных элементов от принимающей мембраны и их размещение на вторичном упругом элементе. Типовая конструкция ТДД с балочным упругим элементом представлена на рис. 1. Балочный УЭ может исполняться в различных вариантах, в том числе и в виде балки равного сопротивления, что позволяет повысить точность ТДД. В таких конструкциях измеряемое давление p передается на мембрану 1 и посредством жесткого штока 2 на консольную балку 3, где установлены тензорезисторы 4. Мембрана и балка жестко крепятся в корпусе 5 ТДД.

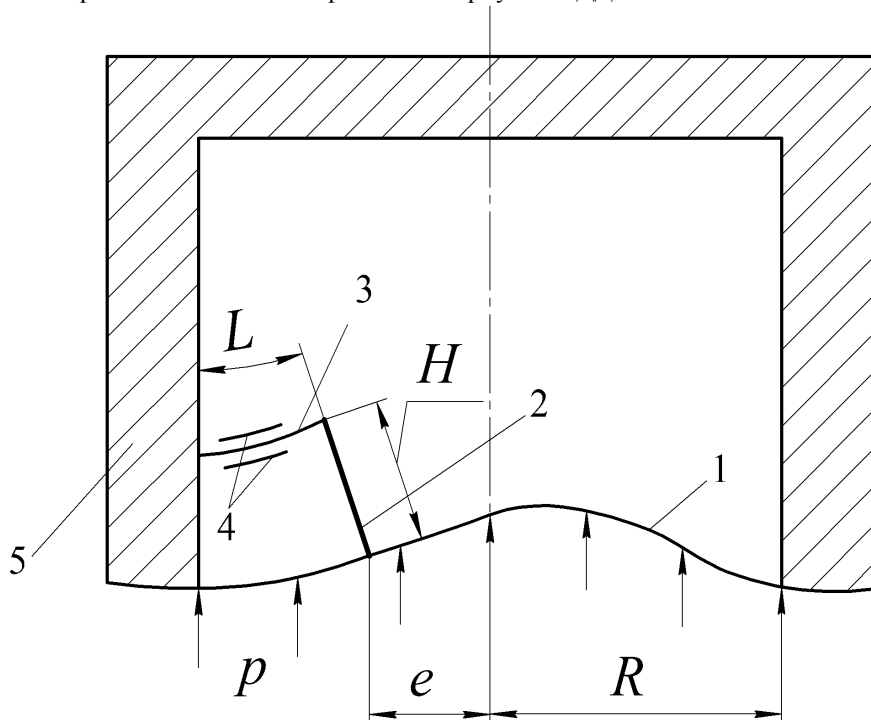


Рис. 1 – Типовая конструкция ТДД

В самом общем случае считаем, что первичный 1 и вторичный 3 УЭ являются многослойными гетерогенными структурами, содержащими теплозащитные, вибродемпфирующие и иные слои. Для исключения зон нечувствительности на вторичном УЭ шток 2 крепится к мембране 1 с эксцентриситетом e .

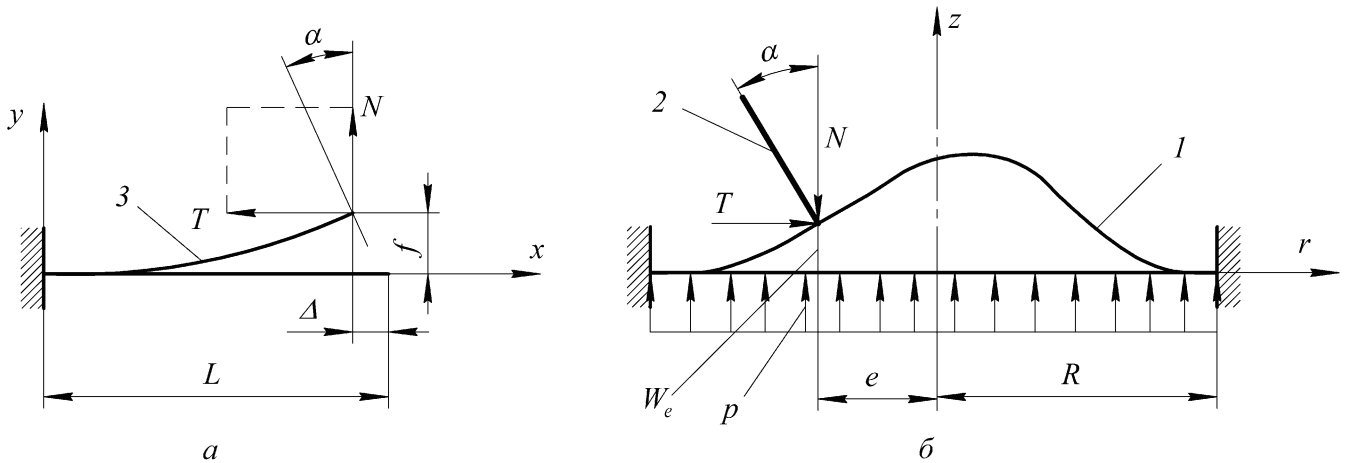
Величину эксцентриситета e , следует выбирать из условия обеспечения максимальной чувствительности УЭ и минимизации температурной погрешности рассматриваемой конструкции ТДД.

Вертикальное f и горизонтальное Δ перемещения конца консольной балки (КБ) (рис. 2, а) определяются соотношениями [4]:

$$f = \frac{NL^3}{3EJ}; \quad \Delta = \frac{3f^2}{5L}, \quad (1)$$

где E – модуль упругости, характеризующий упругие свойства балочного УЭ; J – осевой момент поперечного сечения КБ. Здесь в качестве модуля E используется приведенный модуль упругости, который определяется в соответствии с методикой [5] и зависит от физико-механических и геометрических характеристик слоев гетерогенной структуры вторичного УЭ.

На круглую мембрану через шток передаются вертикальная N и горизонтальная T составляющие усилия со стороны упругой балки (рис. 2, б). При этом, так как мембрана имеет достаточно большую жесткость в своей плоскости, влиянием горизонтального усилия T на прогибы и углы поворота мембраны можно пренебречь. Более того, так как угол поворота штока мал, то выполняется соотношение $T \ll N$.



а – деформация элементов балки 3; б – деформация мембраны 1
Рис. 2 – Деформация элементов ТДД

Прогиб пластины W_e в точке крепления штока определяется как

$$W_e = W_e(p) + W_e(N), \quad (2)$$

где $W_e(p)$ и $W_e(N)$ – прогибы от давления p и усилия N соответственно.

Прогиб $W_e(p)$ от давления определяется выражением

$$W_e(p) = \frac{P}{64D} (R^2 - e^2)^2, \quad (3)$$

где $D = E_m \delta^3 / 12(1 - \mu_m^2)$ – цилиндрическая жесткость мембраны; δ – ее толщина; E_m и μ_m – приведенные модуль упругости и коэффициент Пуассона для гетерогенной слоистой структуры мембраны, которые определяются в соответствии с методикой, изложенной в [5].

Прогиб $W_e(N)$ от сосредоточенной эксцентрично приложенной силы N определяется из решения неосесимметричной расчетной схемы для круглой пластины. Сила N представляется в виде разложения в ряд Фурье, а решение ищется для наружной ($e \leq r \leq R$) и внутренней ($0 \leq r \leq e$) областей мембраны, где r – текущий радиус мембраны [4].

Таким образом, имеем следующее выражение для прогиба в точке приложения силы N

$$W_e(N) = \frac{N}{16\pi D} \cdot \frac{(R^2 - e^2)^2}{R^2}. \quad (4)$$

Неизвестное усилие N определяем из условия совместности деформации, которое имеет вид $f = W$:

$$N = \frac{\pi R^2 (R^2 - e^2)^2}{4 \left[\gamma + (R^2 - e^2)^2 \right]} \cdot p, \quad (5)$$

где коэффициент γ зависит от геометрических размеров и соотношения жесткостей балочного УЭ и мембраны:

$$\gamma = \frac{16\pi R^2 L^2}{3(1-\mu_m^2)} \cdot \left(\frac{L}{b}\right) \cdot \left(\frac{\delta}{h}\right)^3 \cdot \left(\frac{E_m}{E}\right). \quad (6)$$

Угол поворота штока α (рис. 2, б) равен углу поворота нормали к срединной поверхности мембраны и определяется соотношением:

$$\alpha = \frac{\partial W}{\partial r} \text{ при } r = e. \quad (7)$$

Оптимальной точкой расположения штока следует считать эксцентриситет e , при котором угол поворота α принимает максимальное значение, т. е. выполняется условие $\frac{\partial \alpha}{\partial e} = 0$. Удовлетворяя этому условию и

удерживая в разложении для силы N два члена ряда получим нелинейное уравнение:

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{(R^2 + e^2)^3}{R^2} \left\{ (R^2 - 9e^2) \left[\gamma + (R^2 - e^2)^2 \right] + 4e^2 (R^2 - e^2)^2 \right\} - (R^2 - 3e^2) \left[\gamma + (R^2 - e^2)^2 \right]^2 = 0. \quad (8)$$

Уравнение (8) решается относительно эксцентриситета e численно при заданных значениях R и параметра γ . Анализ этого уравнения показывает, что величина необходимого эксцентриситета e существенно зависит от геометрических размеров и соотношения приведенных изгибных жесткостей гетерогенных структур КБ и мембраны. Правильный выбор величины эксцентриситета позволяет существенно снизить температурную погрешность ТДД и увеличить его чувствительность. Кроме того, применение многослойных структур в первичном и вторичном УЭ позволяет повысить виброустойчивость ТДД.

Предложенная методика расчета позволяет, используя принцип суперпозиций, выполнить расчет УЭ датчика давления при наличии нескольких КБ, эксцентрично расположенных на мембране ТДД.

Особенностью предложенной методики расчета оптимального расположения штока балочного УЭ является и то, что она распространяется на случаи балочных УЭ различного типа. В зависимости от типа балочного УЭ изменяется значение его прогиба f от усилия N и горизонтального перемещения Δ , а сам алгоритм расчета остается прежним.

Таким образом, данная методика позволяет рассчитать НДС балочного и мембранного УЭ, а также определить оптимальное расположение жесткого штока, связывающего их в ТДД при различном конструктивном исполнении балочного и мембранного УЭ. Возможность учета нескольких слоев в мембранном УЭ дает возможность рассчитывать конструкции ТДД, содержащие балочный УЭ, связанный с мембранным УЭ, имеющим термозащитные пленки и виброзащитные слои на своей поверхности. Использование одновременно нескольких конструктивных решений в одном ТДД, очевидно, позволяет существенно уменьшить температурную погрешность датчика. Применение разработанной методики расчета УЭ позволяет уже на этапе проектирования ТДД оптимизировать его конструкцию с целью стабилизации выходных параметров при работе ТДД в сложных условиях эксплуатации.

Литература

1. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики / Р. Г. Джексон. – М. : Техносфера. – 2008. – 400 с.
2. Белозубов, Е. М. Проблемы и основные направления исследований тонкопленочных нано- и микроэлектромеханических систем датчиков давления / Е.М. Белозубов, В.А. Васильев, Н.В. Грамков // Датчики и системы. – 2009. – №8. – С. 54-58.
3. Тихоненков, В.А. Теория, расчет и основы проектирования датчиков механических величин/ В.А. Тихоненков, А.И. Тихонов. – Ульяновск: УлГТУ. – 2000. – 452с.
4. Литвинов, А.Н. Прикладные модели механики гетерогенных структур изделий приборостроения: монография /А.Н. Литвинов, М.А. Литвинов, В.В. Смогунов; под. ред. В.В. Смогунова. – Пенза: Изд-во пенз.гос.ун-та. – 2009. – 320с.
5. Литвинов, А.Н. Моделирование НДС многослойных гетерогенных структур / А.Н. Литвинов, М.А. Литвинов // Перспективные информационные технологии для авиации и космоса (ПИТ-2010): тр. Междунар. конф. – Самара: Изд-во СГАУ, 2010. – С. 642-646.

ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОРИЗОНТА НА ЛУНЕ

Малашкин А.В.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Решение задачи об определении горизонта, видимого с лунного модуля, стоящего в заданной точке на поверхности Луны и имеющего определенную высоту размещения объектива.

The problem of determining the horizon on the moon. A.V. Malashkin.

The solution of the problem of determining the horizon for the lunar module, which stands at a given point on the surface of the moon and has fixed height of the lens.

При выборе места посадки космического аппарата на Луне необходимо удовлетворение нескольких, зачастую трудно совместимых требований. Часть этих условий зависит от цели миссии, а часть является постоянной.

Недалеко от северного полюса Луны обнаружены участки, содержащие повышенное количество водорода, возможно в составе воды. Для бурения грунта и проведения исследования пород предполагается посадить на Луне аппарат, который будет неподвижно стоять на поверхности. Предполагается, что в качестве источника энергии будут использоваться солнечные батареи, а связь с Землей будет осуществляться без ретранслятора.

Таким образом, два условия: высокое содержание водорода и достаточно ровная поверхность, пригодная для посадки, определяют районы, которые должны быть исследованы на пригодность по другим критериям. Такими критериями являются: видимость Солнца, достаточная для эффективной работы солнечных батарей и видимость Земли, достаточная для связи с наземными станциями, находящимися в различных местах Земли.

Для определения условий видимости Солнца и Земли из определенной точки на поверхности Луны и с определенной высоты над этой точкой, необходимо знать горизонт.

Построение горизонта для базовой точки на поверхности Луны начинается с задания количества секторов (HORIZONT) для разбиения 360° горизонта на равные углы. Обычно это 1080, соответствует $20'$, 2160, соответствует $10'$ или 4320, соответствует $5'$ угла по горизонту в одном секторе. Далее считываются данные высот из исходного файла, который имеет размеры $n_{max} * n_{max}$ (в файле MoonFloat.bin $n_{max} = 15520$) и содержит высоты, измеренные для точек на поверхности Луны с равными угловыми расстояниями по широте (dlat) и с равными угловыми расстояниями по долготе (dlon) между точками. Данные в файле MoonFloat.bin хранятся в формате чисел float. Область измеренных высот занимает часть поверхности Луны с широтами севернее 600 северной широты. Равномерное разбиение по широте и долготе, в частности, приводит к различным линейным расстояниям между точками, которые сгущаются к Северному полюсу.

После этого задаются координаты базовой точки, для которой будет построена линия горизонта. Базовая точка должна совпадать с одной из точек, хранящихся в файле MoonFloat.bin с измеренными высотами.

Расстояние между двумя точками на поверхности Луны находится по формуле $R \cdot (\cos(\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \cos \theta_1 \cdot \cos \theta_2 + \sin \theta_1 \cdot \sin \theta_2)$, где θ_i – широта точки i , φ_i – долгота точки i , R – средний радиус Луны. Поскольку радиус Луны постоянный, то в программе используется косинус дуги между точками на поверхности Луны, это позволяет избежать вычисления всех арккосинусов.

Для каждой точки поверхности, находящейся внутри окружности радиуса R_1 км с центром в базовой точке, находим пересечение отрезка с концами в данной точке и точке наблюдения и цилиндра радиуса l с осью, проходящей через центр Луны и базовую точку. Максимумы углов наблюдения полученных точек на поверхности цилиндра образуют линию горизонта.

Алгоритм, полученную величину высоты, сравнивает с хранящейся максимальной высотой для данного сектора горизонта, и выбирает максимальную из них. Для ускорения счета, чтобы избежать вычисления арктангенсов, хранятся именно высоты точек на поверхности цилиндра, а не углы горизонта. Это также позволяет ускорить интерполяцию, если она необходима.

Полученный горизонт может оказаться сильно осциллирующей функцией, так как точки с известными высотами, находящиеся недалеко от базовой и образующие часть видимого горизонта, могут находиться на больших угловых расстояниях и создавать разрывы линии горизонта. Однако, это самый точный горизонт из всех возможных для данного множества точек с известными высотами и его точность определяется только густотой покрытия поверхности Луны этими точками. Причем критически важной областью, где необходима максимальная частота измерений высот, является область, радиус которой зависит от количества секторов горизонта (HORIZONT). Попытка получить более гладкую линию горизонта при помощи интерполяции неизбежно приводит к ухудшению его качества.

Для сглаживания линии горизонта необходимы предположения о том, какие высоты могут быть в точках поверхности Луны, находящихся между измеренными. Если сделать наиболее естественное и простое предположение о линейности поверхности Луны между точками с измеренными высотами в направлениях Север-Юг и Восток-Запад, то можно получить интерполированную сглаженную линию горизонта.

Для этого находим проекцию высоты точки, находящейся слева (западнее) от очередной обрабатываемой, ее характеристики были рассчитаны на предыдущем шаге по j (по долготе). Поскольку через 3 точки: базовую, очередную обрабатываемую и точку к западу от нее можно провести плоскость, используем это. Пересечение плоскости с цилиндром – эллипс. На развертке цилиндра получим синусоиду с периодом 2π . Амплитуда и фаза синусоиды определяются по двум вычисленным высотам очередной обработанной и слева от нее точек. Если проекции обрабатываемой точки и левой находятся в одном и том же секторе или смежных секторах горизонта, то интерполяция не производится и промежуточные высоты не вычисляются, если же есть промежуточные сектора, то для них вычисляются высоты. Эти высоты соответствуют прямой линии соединяющей две точки с измеренными высотами на поверхности Луны.

Аналогично обрабатывается отрезок, соединяющий обрабатываемую точку и смежную к ней точку находящуюся севернее (сверху), ее характеристики были вычислены на предыдущем шаге по i (по широте), с тем же индексом j , что и у обрабатываемой точки.

Поскольку каждый отрезок внутри области интерполяции $R3 < r < R2$ имеет или северный, или западный конец, то тем самым интерполяция проводится для всех отрезков внутри этой области.

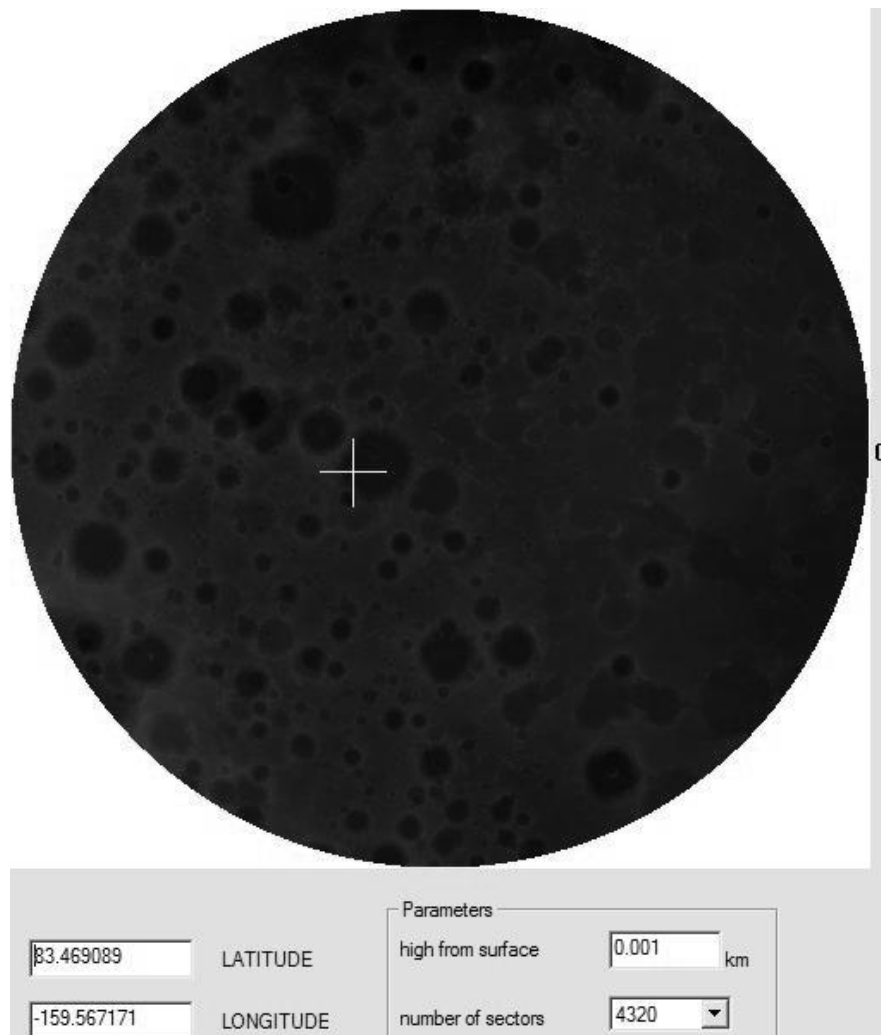


Рис. 1

Точка (83.4690890 с.ш. и 159.5671710 з.д.), на дне кратера Рождественского, для которой будет построен горизонт (в центре креста).

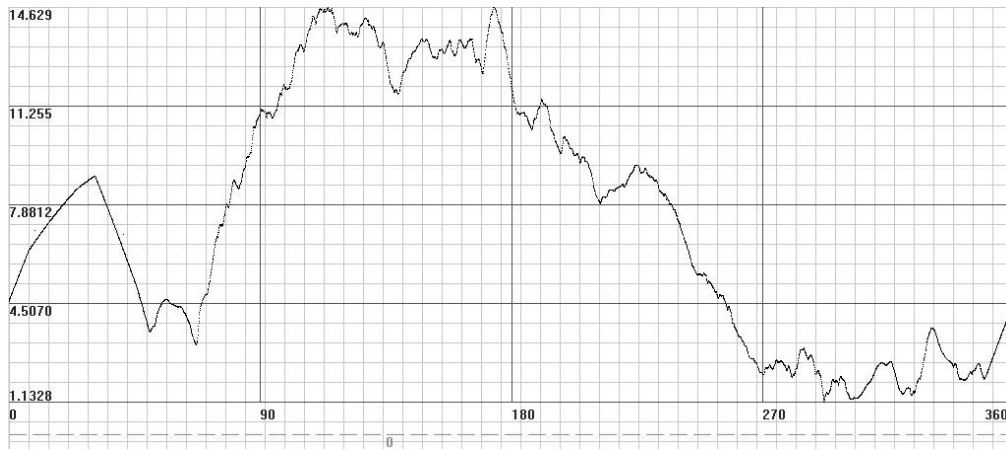


Рис 2.

Горизонт в точке 83.4690890 с.ш. и 159.5671710 з.д. (кратер Рождественский) с высоты 1 метр над поверхностью. 180° – направление на Север.

Горизонт на рис. 2 получился, достаточно непрерывным, поскольку точка наблюдения находится на ровном дне кратера и на расстоянии до 200 метров от нее нет высоких объектов, образующих линию горизонта, но измеренных один раз в силу своих малых размеров по широте и долготе.

На следующих рисунках демонстрируется горизонт для точки наблюдения на сильно пересеченной местности, где близко к точке наблюдения есть небольшие по протяженности, но высокие объекты, образующие часть горизонта.

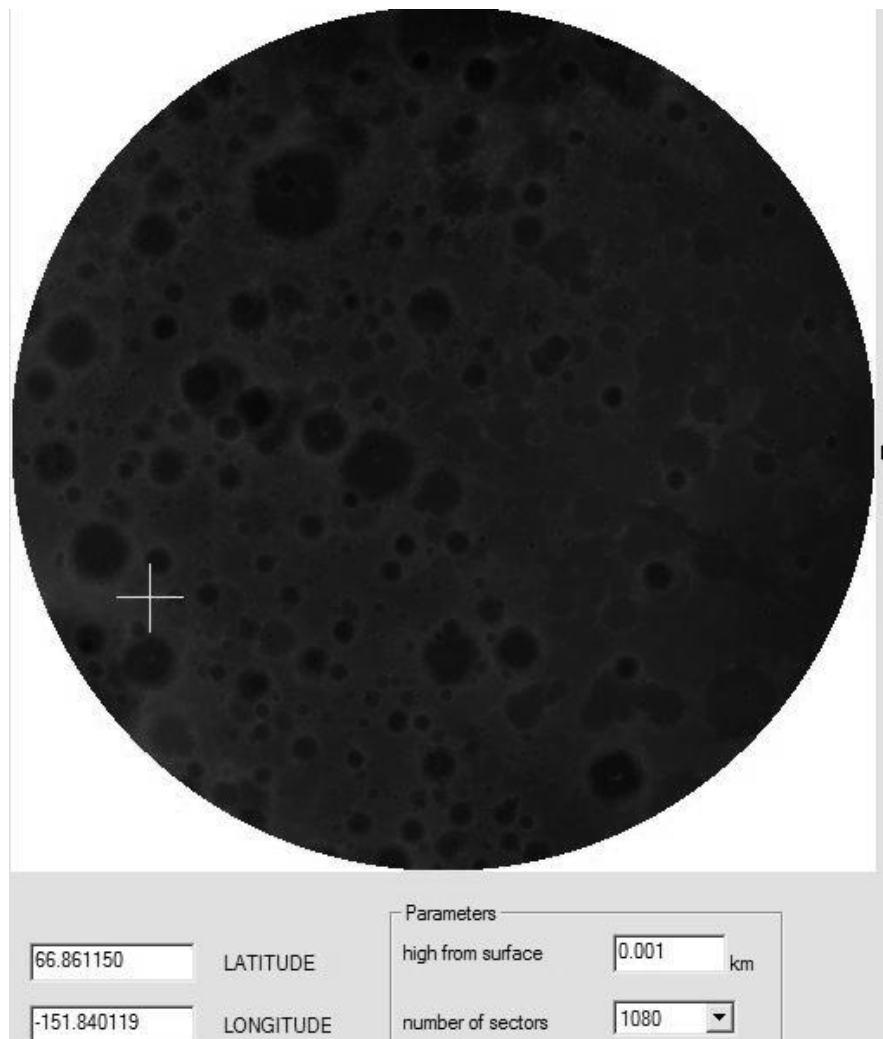


Рис 3.

Точка наблюдения находится в сильно пересеченной местности.

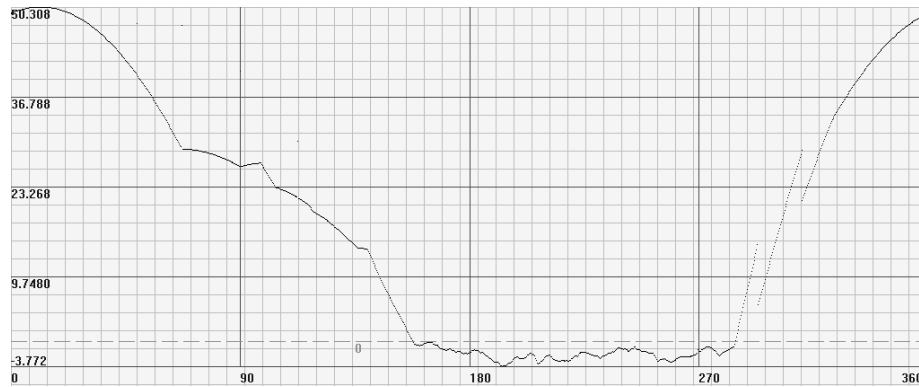


Рис. 4

Горизонт для точки, показанной на рис. 3

На рис. 4 видны 2 точки разрыва горизонта (290⁰ и 300⁰). Эти разрывы, а также очень высокая синусоидальная интерполяция от 300⁰ до 70⁰ следствие расположенных близко к точке наблюдения высоких точек, образующих горизонт. Разрывы получаются от прекращения интерполяции на расстояниях менее 200 метров.

Все горизонты, рассчитанные в областях с сильно пересеченным рельефом, будут малодостоверны, до тех пор, пока на расстояниях до 1-2 км от точки наблюдения частота точек с измеренными высотами не будет минимум в 5 раз выше, чем сейчас. Сейчас высоты определены для точек, находящихся друг от друга на расстоянии 60 метров у полюса и на расстоянии 300 метров у 60⁰ северной широты. (Расстояние между измеренными точками зависит от их широты.)

Данный расчетный модуль можно использовать для выбора оптимальных мест посадки лунных модулей. Близко расположенные высокие узкие объекты ухудшают качество построения горизонта и часто приводят к исключению рассматриваемой точки из числа пригодных для высадки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИТУАЦИОННОЙ АДАПТАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПЕРИМЕНТА НА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ БОРТОВОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Малынкин К.В., Мухин И.Б., Провалов А.В.

Москва, НПО «Мобильные Информационные Системы»

В докладе приводятся результаты эксперимента, в ходе которого осуществлялось моделирование решения в современном авиационном комплексе геоинформационных задач с применением средств ситуационной адаптации. Исследована работа модели системы при параллельном выполнении следующих задач: расчёт зоны действия радиолокационной станции с учетом рельефа местности, предотвращение столкновений с землёй и формирование изображений подстилающей поверхности.

A research of the situational adaptation process of digital spatial data by means of an experiment on a simulation model of an airborne geographic information system. Malynkin K., Mukhin I., Provalov A.

The paper shows the results of an experiment which modeled the performance of on-board geographic information applications running on a modern airborne computer system with the use of situational adaptation techniques. The performance of the system model was researched with simultaneous execution of the following tasks: calculation of the working zones of a radar station, terrain awareness with a warning function, and digital map image generation.

Под ситуационной адаптацией цифровых пространственных данных понимается осуществляемый в ходе решения геоинформационных задач процесс настройки их состава и/или уровня детальности при выборке из баз данных и передаче потребителям, осуществляемый в зависимости от сложившихся условий, в том числе от текущих навигационных параметров, осуществляемого этапа, реализуемого режима полёта, приоритета бортового потребителя, требуемых параметров запрашиваемых данных, а также оценки доступных вычислительных ресурсов [1].

В данной работе исследуются процессы ситуационной адаптации цифровой информации о рельефе земной поверхности. Информация в бортовых базах данных рельефа является критически важной, так как именно эта информация используется на борту для обеспечения высокого уровня безопасности точности

навигации при решении целевых задач, в частности: предотвращение траекторных инцидентов, маловысотный полёт, формирование 2D- и 3D-изображений местности, корреляционно-экстремальная навигация.

1. Методика реализации бортового геоинформационного ресурса с поддержкой ситуационной адаптации цифровых пространственных данных.

Для успешного применения средств ситуационной адаптации в структуре бортового геоинформационного ресурса необходимо обеспечить совместную работу трёх компонентов.

Первый компонент – база пространственных данных. Должна быть организована такая система хранения, чтобы уже на уровне исходных данных поддерживать возможность применения средств ситуационной адаптации: иметь в структуре таблиц и записей соответствующие параметры и признаки, позволяющие осуществлять отбор, обобщение, динамическую настройку разрешения, влиять на способы визуализации объектов и явлений

Второй компонент – система управления базой пространственных данных (система доступа к базам пространственных данных), в которой должны быть реализованы функции доступа, задействованные имеющиеся в базах данных средства ситуационной адаптации.

Третий компонент – собственно геоинформационное приложение (геоинформационная задача), выполнение которого также должно быть построено с учётом имеющихся средств ситуационной адаптации

Предлагаемый подход основан на представлении информации о рельефе земной поверхности в виде совокупности последовательных приближений, а именно в виде грубой составляющей на самом низком уровне детализации и набора уточняющих коэффициентов для более высоких уровней. Такое представление исходного сигнала получается посредством разложения его по базису специальных математических функций – вейвлетов – с помощью дискретного вейвлетного преобразования. Грубая составляющая сигнала, полученная таким образом на некотором минимальном уровне детализации, и уточняющие коэффициенты, полученные для более высоких уровней детализации, записываются в бортовую базу данных. При запросе записанной таким способом пространственной информации осуществляется передача сначала грубой составляющей на минимальном уровне детализации, а затем необходимое количество уточняющих коэффициентов. По полученным грубой составляющей и уточняющим коэффициентам выполняется восстановление сигнала посредством обратного дискретного вейвлетного преобразования до требуемого уровня детализации [2].

Подготовка базы данных рельефа осуществляется следующим образом.

- Выполняется районирование территории, выделяются участки с одинаковым характером рельефа [3] с целью более «гладкого» его усреднения на различных уровнях детализации.

- Полученные участки делятся на одинаковые фрагменты и индексируются с использованием одной из схемы упорядочивания [4].

- Значения высот во фрагментах кодируются с помощью вейвлет-фильтра, в результате чего получают набор значений высот рельефа на более низком уровне детализации и уточняющие коэффициенты для более высоких уровней детализации.

- Значения уточняющих коэффициентов кодируются с целью уменьшения объёма, занимаемого ими на энергонезависимом накопителе.

- Для каждого фрагмента рассчитываются характеристики, описывающую общую тенденцию распределения высот рельефа во фрагменте: минимальная, максимальная и средняя высоты для фрагмента, параметры варьирования ограничивающей поверхности для различных задач на разных уровнях детализации и другие необходимые параметры.

- Информация по фрагментам размещается на накопителе согласно принципу пространственной кластеризации [4]. В нашем случае это означает, что данные по фрагментам, смежные в пространстве и запрашиваемые совместно, должны на самом деле храниться вместе во вторичной памяти.

Бортовая система доступа к базам пространственных данных реализует различные варианты запросов данных на различных уровнях детализации. Причём информация может быть получена потребителями как в «сыром» виде (например, уточняющие коэффициенты) для последующей самостоятельной обработки, так и в виде предобработанных результатов (например, массив высот рельефа, вычисленный на сетке определённого размера и на заданном уровне детализации) для использования в качестве входных данных при решении целевых задач.

Выполнение геоинформационных задач осуществляется «итерационно»: на каждой итерации задача решается полностью с учётом уточнённых данных на более высоком уровне детализации. Таким образом, происходит поэтапное уточнение результатов решения задачи, что, в свою очередь, позволяет корректировать принимаемые на борту решения.

2. Сценарий эксперимента

В ходе эксперимента моделируется, как в процессе работы бортовой геоинформационной системы, осуществляется совместное решение трёх геоинформационных задач: расчёт зоны действия радиолокационной станции с учетом рельефа местности, предотвращение столкновений с землёй и формирование изображений подстилающей поверхности.

Специальное (прикладное) программное обеспечение современных систем реального времени реализуется в рамках одного или нескольких структурных компонентов. Каждый структурный компонент, в свою очередь, представляет собой одну или нескольких программных функций, имеющих приоритет одного уровня и предназначенных для решения единой прикладной задачи. Структурные компоненты, как правило, функционируют в рамках потоков (процессов) операционной системы реального времени. Потоки управляются диспетчером.

Тестовая платформа реализована в виде многопоточного приложения. Помимо потоков, в которых выполняются собственно геоинформационные задачи и осуществляется выборка информации из баз данных, в программном обеспечении реализован поток, имитирующий работу навигационной системы: в данном потоке осуществляется выдача с заданной частотой координат текущего местоположения летательного аппарата, его скорости, курса и высоты.

Моделируется движение летательного аппарата по заданной траектории. В процессе движения выполняется подкачка информации о рельефе и восстановление до адекватного в сложившихся условиях (или до требуемого) уровня детализации. На протяжении всего полёта выполняется задача предотвращения столкновений с землёй, а также визуализация изображения подстилающей поверхности. Задача расчёта зон действия радиолокационных станций является асинхронной и выполняется по мере обнаружения вблизи линии заданного пути радиолокационных средств.

3. Результаты эксперимента

На рисунках показаны конфигурации рассчитанных углов закрытия для радиолокационных станций, которые были «расставлены» вблизи маршрута, смоделированного по сценарию эксперимента.

В таблице приведены значения времени расчёта углов закрытия для сектора, в направлении приближения летательного аппарата, а также полного расчёта для всех направлений.

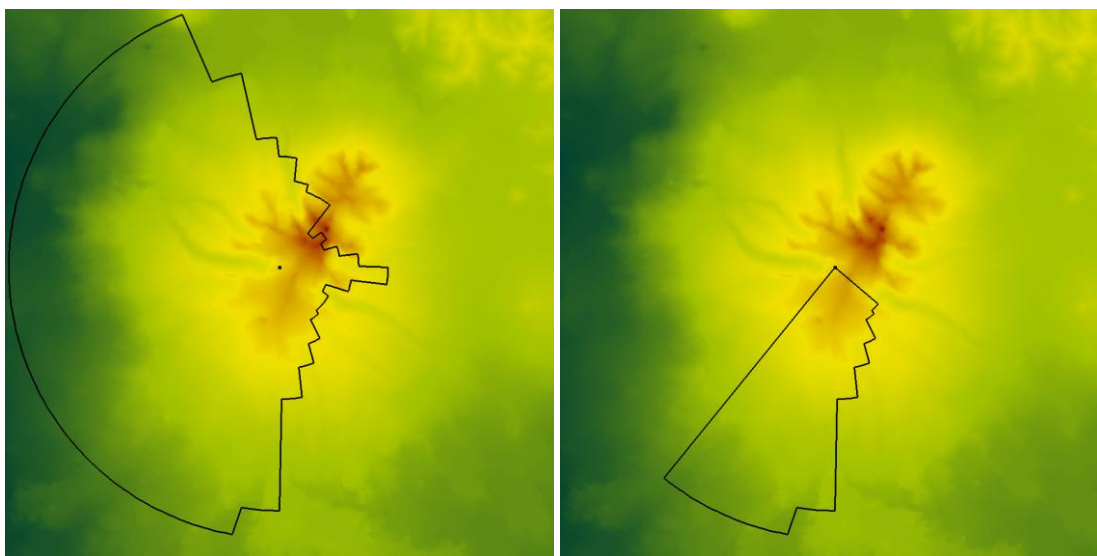


Рис. 1 Нулевой уровень детализации

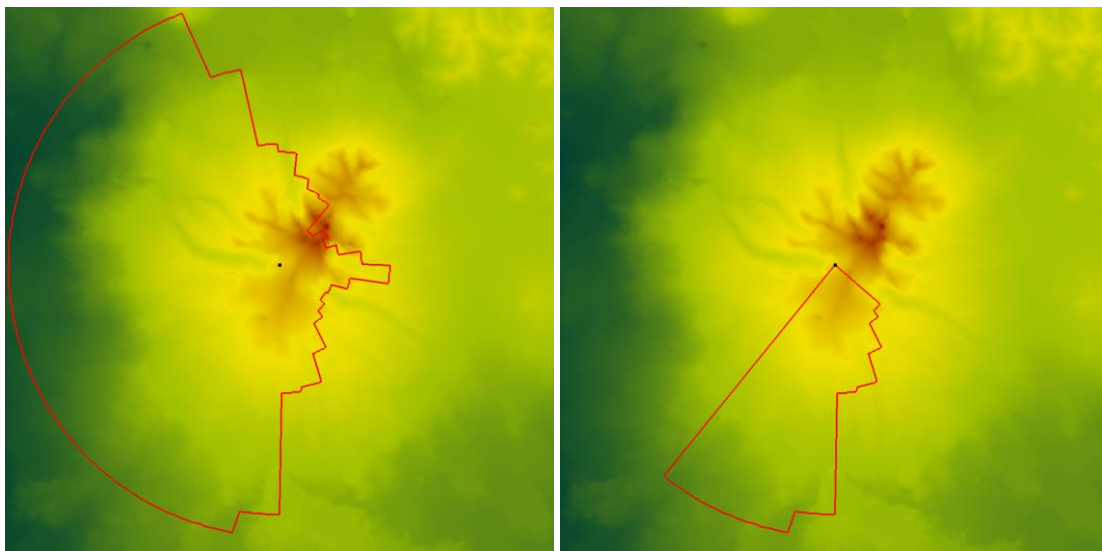


Рис. 2 Первый уровень детализации

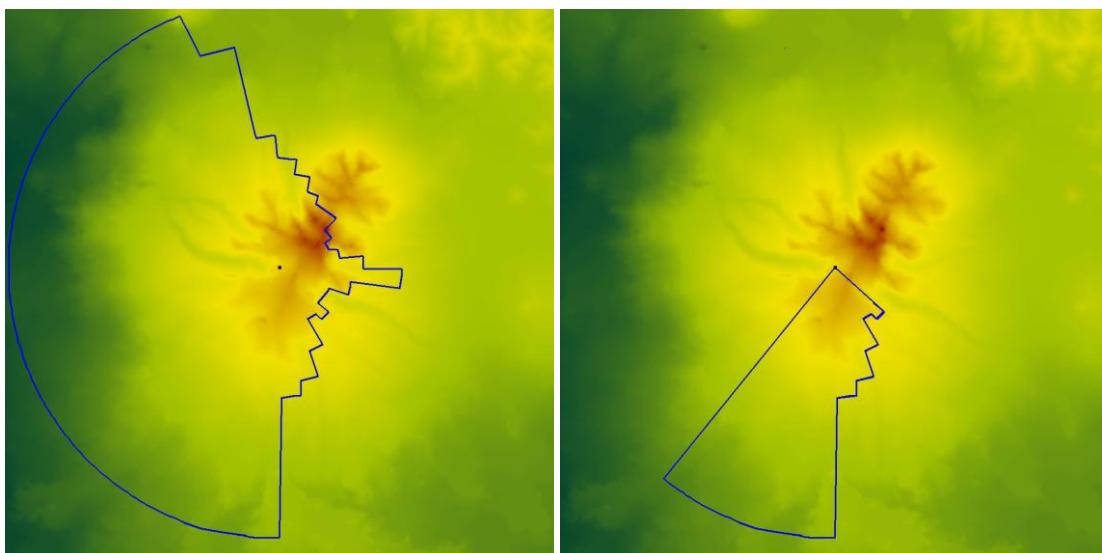


Рис. 3 Второй уровень детализации

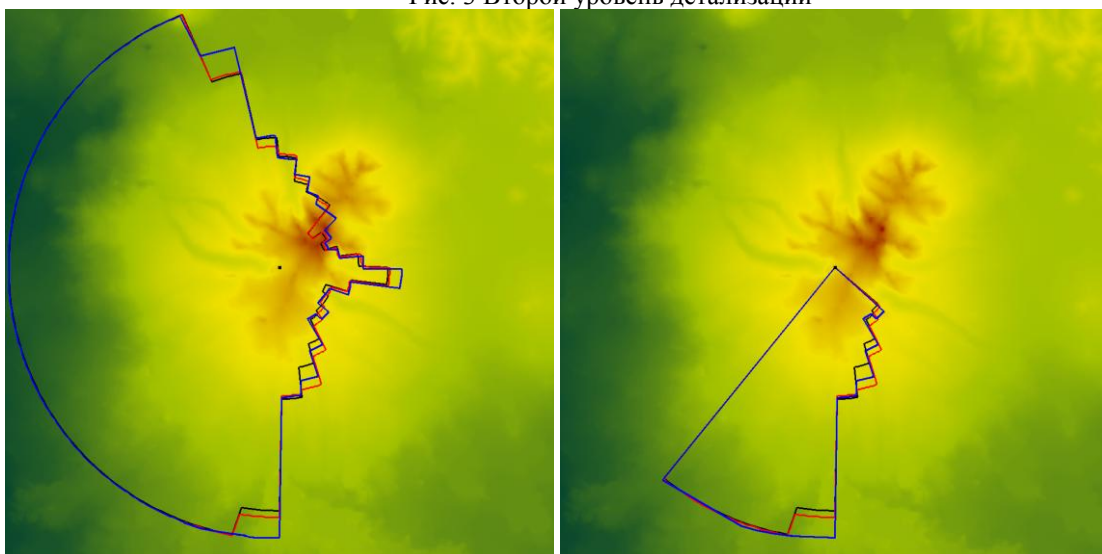


Рис. 4 Совмещённое изображение трёх уровней детализации

Из приведённых выше рисунков видно, что с уменьшением точности предоставляемых данных увеличивается погрешность при вычислении (в данном случае зона становится более обширной). Это необходимо учитывать при расчётах на низких уровнях детализации.

Таблица 2 Время расчёта рабочей области РЛС

	Зона целиком, с	Сектор, с
0 уровень	0.4250	0.2742
1 уровень	0.1169	0.0757
2 уровень	0.0271	0.0195

Результаты моделирования показывают, что применение описанных средств ситуационной адаптации способствует адекватной оценке сложившейся навигационной обстановки и принятию решения за более короткое время.

Литература

1. Малышкин К.В. Ситуационная адаптация цифровой информации о местности для бортовых геоинформационных задач // «Вопросы оборонной техники», серия 9, выпуски 1(246) – 2(247), 2010.
2. Малышкин К.В., Мухин И.Б., Нестеров И.А. Ситуационная адаптация пространственных данных для бортовых геоинформационных задач // «Прикладная информатика» №6(36), 2011.
3. Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000, 1 : 1 000 000 // Редакционно-издательский отдел ВТС, Москва, 1984.
4. Шекхар Ш., Чаула С. Основы пространственных баз данных. / Пер с англ. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 336 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРУППОВОЙ ДИНАМИКИ СУБЪЕКТОВ С ОТНОШЕНИЯМИ СОДЕЙСТВИЯ

Новосельцев В.И., Швей С.В.

Воронежский институт высоких технологий, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики

Анализ эффективности субъектов в группе. Выявление свойства устойчивости у групповой динамики субъектов с отношениями содействия.

Mathematical modeling of the subject group dynamics with facilitate relation.

Novoselcev V., Shvey S.

Analysis of the effectiveness of subjects in the group. Identification of the stability of a subject group dynamics entities with facilitate relation.

Содействующими будем называть такие отношения между субъектами, при которых справедливо условие:

$$\forall_{ij(i \neq j)} \left\{ \frac{\delta f_{ij}[E_i(t), E_j(t)]}{\delta E_i(t)} \right\} > 0, i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, N, \quad (1)$$

где $E_i(t)$, $E_j(t)$ – текущие эффективности функционирования i -го и j -го субъектов; N – количество субъектов; $f_{ij}[\cdot]$ – функции, описывающие взаимозависимость эффективностей функционирования i -го и j -го субъекта; t – время; δ – функциональная (вариационная) производная.

При содействии наблюдаются различные формы взаимовлияния субъектов: от необязательных, спорадических взаимовлияний до обязательных взаимоотношений, когда субъекты не могут функционировать при отсутствии партнеров. Нас будут интересовать только обязательные отношения содействия.

Как известно [1,2], конкретные механизмы, реализующие отношения содействия, весьма разнообразны по своему качественному содержанию, но при формальном подходе могут быть сведены к трем группам. Группа «А»: взаимно полезное влияние субъектов проявляется в том, что каждый из них увеличивает потенциальную эффективность других субъектов. Группа «Б»: взаимная полезность выражается в том, что каждый из субъектов непосредственно увеличивает производственно-экономический потенциал других субъектов. Группа «В»: комбинация первого и второго механизмов.

В зависимости от того, какой механизм имеет место, получаются различные по своей структуре математические описания групповой динамики субъектов с отношениями содействия между ними. Предположим, что эффективность каждого субъекта при отсутствии взаимодействия с другими субъектами изменяется во времени по логистическому закону с производственно-экономическим потенциалом Γ_i и максимально возможной (потенциальной) эффективностью E_i^{MAX} :

$$\frac{dE_i(t)}{dt} = E_i(t)r_i \left(1 - \frac{E_i(t)}{E_i^{MAX}}\right); i = 1, \dots, N; E_i(0) = E_i^0. \quad (2)$$

Тогда при наличии механизмов группы «А» динамика функционирования группы субъектов с отношениями содействия описывается уравнениями вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dE(t)_1}{dt} = E_1(t)r_1 \left(1 - \frac{E_1(t)}{E_1^{MAX} + \sum_{j=1}^N \chi_{1j} E_j(t)}\right), j \neq 1; E_1(0) = E_1^0; \\ \dots \\ \frac{dE_N(t)}{dt} = E_N(t)r_N \left(1 - \frac{E_N(t)}{E_N^{MAX} + \sum_{j=1}^N \chi_{Nj} E_j(t)}\right), j \neq N; E_N(0) = E_N^0. \end{array} \right. \quad (3)$$

где коэффициенты χ_{ij} ($0 < \chi_{ij} \leq 1$), фигурирующие в знаменателе, показывают, насколько увеличится потенциальная эффективность i -го исполнителя при увеличении эффективности j -го исполнителя на единицу.

В том случае, когда содействующие отношения между субъектами реализуются с помощью механизмов группы «Б», динамика такого коллектива описывается следующей системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dE(t)_1}{dt} = E_1(t)r_1 \left(1 + \sum_{j=1}^N \beta_{ij}\right) \left(1 - \frac{E_1(t)}{E_1^{MAX}}\right), j \neq 1; E_1(0) = E_1^0; \\ \dots \\ \frac{dE_N(t)}{dt} = E_N(t)r_N \left(1 + \sum_{j=1}^N \beta_{ij}\right) \left(1 - \frac{E_N(t)}{E_N^{MAX}}\right), j \neq N; E_N(0) = E_N^0. \end{array} \right. \quad (4)$$

где коэффициент β_{ij} ($0 < \beta_{ij} \leq 1$) показывает, насколько изменяется производственно-экономический потенциал i -го субъекта при изменении его абсолютной эффективности на единицу или увеличении эффективности j -го субъекта на единицу.

Очевидно, что в случае, когда содействующие отношения между всеми субъектами реализуются с помощью механизмов группы «В», динамика такого коллектива с точки зрения изменения эффективности каждого субъекта описывается следующей системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dE(t)_1}{dt} = E_1(t)r_1 \left(1 + \sum_{j=1}^N \beta_{ij}\right) \left(1 - \frac{E_1(t)}{E_1^{MAX} + \sum_{j=1}^N \chi_{1j} E_j(t)}\right), j \neq 1; E(0)_1 = E_1^0; \\ \dots \\ \frac{dE_N(t)}{dt} = E_N(t)r_N \left(1 + \sum_{j=1}^N \beta_{ij}\right) \left(1 - \frac{E_N(t)}{E_N^{MAX} + \sum_{j=1}^N \chi_{Nj} E_j(t)}\right), j \neq N; E(0)_N = E_N^0. \end{array} \right. \quad (5)$$

При содержательных значениях параметров r_i , E_i^{MAX} , χ_{ij} , β_{ij} системы (3), (4) и (5) имеют типовой фазовый портрет, который для (3) и (5) характеризуется единственной устойчивой стационарной точкой

(E_1^*, \dots, E_N^*) с координатами: $E_i^* = \frac{E_i^{MAX}}{1 - \sum_{j=1}^N \chi_{ij}}$; $i, j = 1, \dots, N; i \neq j$. Для (4) эта точка имеет

координаты: $E_i^* = E_i^{MAX}$; $i, j = 1, \dots, N; i \neq j$.

Основная особенность описанных моделей заключается в том, что они построены при естественном предположении о логистическом характере изменения эффективности каждого субъекты в отдельности. Это

означает, что эффективность каждого субъекта вне связи с другими изменяется во времени по S-образной кривой с насыщением, крутизна которой определяется производственно-экономическим потенциалом данного субъекта (r_i), а предельное значение – его потенциальной эффективностью (E_i^{MAX}). Такое предположение позволило имитировать динамику рассматриваемого процесса модифицированными уравнениями Лотки-Вольтера.

Показано, что групповая динамика субъектов с отношениями содействия обладает свойством устойчивости. Из этого почти тривиального утверждения можно сделать вывод о целесообразности формирования коллективов именно с таким типом отношений между его субъектами. Однако на практике такой вывод нельзя считать правомочным. Дело в том, что отношения содействия устойчивы до тех пор, пока взаимодействующие субъекты не начинают испытывать дефицит в финансовых, материальных, энергетических и других ресурсах, необходимых им для существования и развития. Дефицит ресурсов приводит к деформации отношений содействия с последующим их перерастанием в острые формы конкуренции или эксплуатации, что дестабилизирует функционирование коллектива. Чтобы избежать этого нежелательного явления, необходимо либо всем вместе изыскивать недостающие ресурсы (то есть расширять спектр взаимоотношений с внешним окружением), либо изменять свои внутренние взаимоотношения так, чтобы повысить коэффициент использования имеющихся (пусть и ограниченных) ресурсов. Тотальное содействие опасно еще и тем, что ликвидирует здоровую конкуренцию.

Литература

1. Дружинин В.В., Конторов Д.С., Конторов М.Д. Введение в теорию конфликта. – М.: Радио и связь, 1989. – 288 с.
2. Аржакова Н.В., Новосельцев В.И., Редкозубов С.А. Управление динамикой рынка: системный подход – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. – 192 с.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИ АКТИВНОГО ДИЭЛЕКТРИКА

Печерская Е.А., Рябов Д.В., Якушова Н.Д.
 Пенза, Пензенский государственный университет

Проведен метрологический анализ математической модели активного диэлектрика, основанной на соотношениях Максвелла. Это позволило получить формулы для оценивания дополнительных погрешностей измерения параметров материалов, обусловленных влияющими факторами.

Metrological aspects of model of ferroelectrics. Pecherskaya Ye.A., Ryabov D.V., Yakushova N.D.

The metrological analysis of the mathematical model of a ferroelectric, based on Maxwell's relations is presented. It is possible to obtain formulas for estimating the additional measurement errors of parameters due to influencing factors.

Математическая модель активных диэлектриков с учетом присущих им физических эффектов, разработанная на основе соотношений Максвелла, имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \partial M = \eta^{MЭ} \cdot \partial E + \eta^M \cdot \partial H, \\ \partial E = -a \cdot \partial l, \\ \partial l = \alpha \cdot \partial T + d' \cdot \partial E + k \cdot \partial L + b' \cdot \partial P, \\ \partial P = \rho \cdot \partial T + \eta \cdot \partial E + n_{P,\xi} \cdot \partial \xi + n_{P,x} \cdot \partial x + d \cdot \partial L + \eta^{ЭМ} \cdot \partial M + \\ + n_{P,D} \cdot \partial D + n_{P,f} \cdot \partial f + e \cdot \partial l, \\ \partial T_C = n_{T_C,x} \cdot \partial x + n_{T_C,D} \cdot \partial D + n_{T_C,y} \cdot \partial y, \\ \partial L = -a' \cdot \partial P, \end{array} \right. \quad (1)$$

где каждое из шести уравнений, входящих в систему (1) представляет собой выражение малых приращений параметров – реакций (M – намагниченность, E – напряженность электрического поля, l –

механическая деформация, P – спонтанная поляризованность, T_C – температура Кюри, L – механическое напряжение), обусловленных малыми приращениями параметров – воздействий на активных диэлектрик (T – термодинамическая температура, H – напряженность магнитного поля, ξ – мера дефектности образца, f – частота, D – доза γ - облучения, y – давление). По причине наличия как прямых, так и обратных физических эффектов, параметры E, l, L, P, M могут выступать как в качестве параметров – воздействий, так и реакций.

Модель (1) посредством отношений приращений соответствующих параметров связывает следующие свойства активных диэлектриков: η – диэлектрическая восприимчивость, $-a$ – константа пьезоэлектрического напряжения, d' – постоянная пьезоэлектрического эффекта, k – коэффициент упругости, e – коэффициент пьезоэлектрического напряжения, b' – коэффициент обратного пьезоэлектрического напряжения, α – коэффициент теплового расширения, ρ – пьезоэлектрический коэффициент, d – коэффициент пьезоэлектрической деформации, $-a'$ – коэффициент обратной пьезоэлектрической деформации, $\eta^{ЭМ}$ – электромагнитная восприимчивость, $\eta^{МЭ}$ – магнитоэлектрическая восприимчивость, η^M – магнитная восприимчивость, $n_{T_C, y}$ – коэффициент, описывающий влияние давления y на температуру Кюри, $n_{T_C, D}$ – коэффициент, описывающий влияние γ - облучения дозой D на T_C , $n_{P, D}$ – коэффициент, описывающий влияние γ - облучения дозой D на P , $n_{T_C, x}$ – коэффициент, описывающий влияние химического состава (процентное содержание Va) x на T_C , $n_{P, \xi}$ – коэффициент, описывающий влияние меры дефектности образца ξ на P , $n_{P, f}$ – коэффициент, описывающий влияние частоты f на P , $n_{P, x}$ – коэффициент, описывающий влияние x на P .

При измерении однофакторных функциональных зависимостей между параметрами материалов возникают дополнительные погрешности, обусловленные влиянием на измеряемые параметры других величин, входящих в соответствующие уравнения из системы (1). Это указывает на необходимость указания области значений влияющих величин, которая соответствует нормальным условиям проведения данного эксперимента или строгой фиксации параметров, которые не являются информативными при измерении конкретных свойств материала. Если значения влияющих параметров выходят за пределы установленных, то по причине наличия прямых и обратных физических эффектов необходимо учитывать изменение измеряемого информативного параметра в виде дополнительных погрешностей. Например, для измерения диэлектрической восприимчивости необходима подача воздействия в виде напряженности электрического поля E , измерение реакции – поляризованности P при строго фиксированных T, ξ, x, L, M, D, f, l . Однако, строгая фиксация параметров на практике затруднена в связи с проявлением прямых и обратных физических эффектов. Так фиксация механических параметров заключается в механическом зажатии кристалла для обеспечения $\delta l=0$. Механическое напряжение L может отсутствовать, либо поддерживаться постоянным. Способы механического зажатия изложены в [1], однако, из-за пьезоэлектрических и термодинамических свойств сегнетоэлектриков величина l изменяется не только от L , но и в зависимости от E (или P) и T . Из соотношений Мерца следует, что ниже температуры фазового перехода изменение напряженности электрического поля E на величину ΔE приводит к изменению спонтанной поляризации $P_{СП}$ на величину ΔP и деформации Δx согласно выражению:

$$\Delta l = (2\rho P_{СП})\Delta P + \rho(\Delta P)^2, \quad (2)$$

где коэффициент ρ характеризует электрострикционный эффект.

С учетом $\eta = \frac{\Delta P}{\Delta E}$ (при других фиксированных параметрах) преобразуем (2):

$$\Delta x = (2\rho P_{СП})\eta\Delta E + \rho(\eta\Delta E)^2. \quad (3)$$

Таким образом, выражение (3) указывает на невозможность строгой фиксации механических параметров, для деформации l может быть задан интервал неопределенности, либо в виде предела Δl , либо функции $l(\Delta E)$ [2].

Ниже рассмотрено определение дополнительных погрешностей измерения диэлектрической восприимчивости активных диэлектриков.

Найдем предельную дополнительную погрешность измерения диэлектрической восприимчивости в абсолютном виде $\Delta_{д\eta}$, пользуясь выражением для ∂P в формуле (1):

$$\partial P = \eta \cdot \partial E + \Delta_{\partial P \eta},$$

где $\Delta_{\partial P \eta}$ - абсолютная дополнительная погрешность измерения поляризованности при информативном параметре – воздействии в виде напряженности электрического поля,

$$\Delta_{\partial P \eta} = \rho \cdot \partial T + n_{P,\xi} \cdot \partial \xi + n_{P,x} \cdot \partial x + d \cdot \partial L + \eta^{\text{ЭМ}} \cdot \partial M + n_{P,D} \cdot \partial D + n_{P,f} \cdot \partial f + e \cdot \partial l$$

Результат измерения диэлектрической восприимчивости $\tilde{\eta}$ включает в себя дополнительную погрешность $\Delta_{\partial \eta}$:

$$\tilde{\eta} = \eta + \Delta_{\partial \eta} = \frac{\partial P + \Delta_{\partial P \eta}}{\partial E}, \quad (4)$$

где перед $\Delta_{\partial P \eta}$ стоит знак «+», так как $\Delta_{\partial P \eta}$ - предельное значение абсолютной погрешности, действительное значение которой $\varepsilon_{\partial P \eta} \in [-\Delta_{\partial P \eta}, +\Delta_{\partial P \eta}]$.

Предельная дополнительная абсолютная погрешность измерения диэлектрической восприимчивости $\Delta_{\partial \eta}$ связана с $\Delta_{\partial P \eta}$ следующим образом:

$$\Delta_{\partial \eta} = \frac{\partial P + \Delta_{\partial P \eta}}{\partial E} - \frac{\partial P}{\partial E} = \frac{\Delta_{\partial P \eta}}{\partial E}. \quad (5)$$

В относительном виде предельная дополнительная погрешность измерения диэлектрической восприимчивости $\delta_{\partial \eta}$:

$$\delta_{\partial \eta} = \frac{\Delta_{\partial \eta}}{\eta} = \frac{\Delta_{\partial P \eta}}{\partial P}. \quad (6)$$

Анализ выражения (6) позволяет заключить, что $\delta_{\partial \eta} = \delta_{\partial P \eta}$.

Аналогичным образом получены выражения для дополнительных погрешностей измерения других свойств активных диэлектриков:

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения постоянной пьезоэлектрического эффекта $\delta_{\partial d'}$:

$$\delta_{\partial d'} = \frac{\Delta_{\partial d'}}{d'} = \frac{\Delta_{\partial l d'}}{\partial l},$$

где $\Delta_{\partial l d'} = \alpha \cdot \partial T + k \cdot \partial L + b' \cdot \partial P$;

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента упругости $\delta_{\partial k}$:

$$\delta_{\partial k} = \frac{\Delta_{\partial k}}{k} = \frac{\Delta_{\partial l k}}{\partial l},$$

где $\Delta_{\partial l k} = \alpha \cdot \partial T + d' \cdot \partial E + b' \cdot \partial P$;

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента пьезоэлектрического напряжения $\delta_{\partial e}$:

$$\delta_{\partial e} = \frac{\Delta_{\partial e}}{e} = \frac{\Delta_{\partial P e}}{\partial l},$$

$$\Delta_{дPe} = \rho \cdot \partial T + \eta \cdot \partial E + n_{P,\xi} \cdot \partial \xi + n_{P,x} \cdot \partial x + d \cdot \partial L + \eta^{\text{ЭМ}} \cdot \partial M +$$

где

$$+ n_{P,D} \cdot \partial D + n_{P,f} \cdot \partial f;$$

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения обратного пьезоэлектрического напряжения $\delta_{db'}$:

$$\delta_{db'} = \frac{\Delta_{db'}}{b'} = \frac{\Delta_{dlb'}}{\partial l},$$

где

$$\Delta_{dlb'} = \alpha \cdot \partial T + d' \cdot \partial E + k \cdot \partial L;$$

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента теплового расширения $\delta_{d\alpha}$:

$$\delta_{d\alpha} = \frac{\Delta_{d\alpha}}{\alpha} = \frac{\Delta_{dl\alpha}}{\partial l},$$

где

$$\Delta_{dl\alpha} = d' \cdot \partial E + k \cdot \partial L + b' \cdot \partial P;$$

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения пьезоэлектрического коэффициента $\delta_{др}$:

$$\delta_{др} = \frac{\Delta_{др}}{\rho} = \frac{\Delta_{дPr}}{\partial P},$$

где

$$\Delta_{дPr} = \eta \cdot \partial E + n_{P,\xi} \cdot \partial \xi + n_{P,x} \cdot \partial x + d \cdot \partial L + \eta^{\text{ЭМ}} \cdot \partial M +$$

$$+ n_{P,D} \cdot \partial D + n_{P,f} \cdot \partial f + e \cdot \partial l;$$

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента пьезоэлектрической деформации δ_{dd} :

$$\delta_{dd} = \frac{\Delta_{dd}}{d} = \frac{\Delta_{дPd}}{\partial P},$$

где

$$\Delta_{дPd} = \rho \cdot \partial T + \eta \cdot \partial E + n_{P,\xi} \cdot \partial \xi + n_{P,x} \cdot \partial x + \eta^{\text{ЭМ}} \cdot \partial M +$$

$$+ n_{P,D} \cdot \partial D + n_{P,f} \cdot \partial f + e \cdot \partial l;$$

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения электромагнитной восприимчивости, $\delta_{д\eta^{\text{ЭМ}}}$:

$$\delta_{д\eta^{\text{ЭМ}}} = \frac{\Delta_{д\eta^{\text{ЭМ}}}}{\eta^{\text{ЭМ}}} = \frac{\Delta_{дP\eta^{\text{ЭМ}}}}{\partial P},$$

где

$$\Delta_{дP\eta^{\text{ЭМ}}} = \rho \cdot \partial T + \eta \cdot \partial E + n_{P,\xi} \cdot \partial \xi + n_{P,x} \cdot \partial x + d \cdot \partial L +$$

$$+ n_{P,D} \cdot \partial D + n_{P,f} \cdot \partial f + e \cdot \partial l;$$

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения магнитоэлектрической восприимчивости $\delta_{д\eta^{\text{МЭ}}}$:

$$\delta_{д\eta^{\text{МЭ}}} = \frac{\Delta_{д\eta^{\text{МЭ}}}}{\eta^{\text{МЭ}}} = \frac{\Delta_{дM\eta^{\text{МЭ}}}}{\partial M},$$

$$\Delta_{дМ\eta^{МЭ}} = \eta^M \cdot \partial M$$

где ;

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения

коэффициента, описывающего влияние давления y на температуру Кюри T_C , $\delta_{дn_{T_C,y}}$:

$$\delta_{дn_{T_C,y}} = \frac{\Delta_{дn_{T_C,y}}}{n_{T_C,y}} = \frac{\Delta_{дT_C} n_{T_C,y}}{\partial T_C}$$

$$\Delta_{дT_C n_{T_C,y}} = n_{T_C,x} \cdot \partial x + n_{T_C,D} \cdot \partial D;$$

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего

влияние γ - облучения дозой D на T_C , $\delta_{дn_{T_C,D}}$:

$$\delta_{дn_{T_C,D}} = \frac{\Delta_{дn_{T_C,D}}}{n_{T_C,D}} = \frac{\Delta_{дT_C} n_{T_C,D}}{\partial T_C}$$

$$\Delta_{дT_C n_{T_C,D}} = n_{T_C,x} \cdot \partial x + n_{T_C,y} \cdot \partial y$$

где ;

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего

влияние γ - облучения дозой D на P , $\delta_{дn_{P,D}}$:

$$\delta_{дn_{P,D}} = \frac{\Delta_{дn_{P,D}}}{n_{P,D}} = \frac{\Delta_{дP} n_{P,D}}{\partial P}$$

$$\Delta_{дP n_{P,D}} = \rho \cdot \partial T + \eta \cdot \partial E + n_{P,\xi} \cdot \partial \xi + n_{P,x} \cdot \partial x + d \cdot \partial L + \eta^{ЭМ} \cdot \partial M +$$

$$+ n_{P,f} \cdot \partial f + e \cdot \partial l;$$

где

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего

влияние химического состава (процентного содержания Ва) x на T_C , $\delta_{дn_{T_C,x}}$:

$$\delta_{дn_{T_C,x}} = \frac{\Delta_{дn_{T_C,x}}}{n_{T_C,x}} = \frac{\Delta_{дT_C} n_{T_C,x}}{\partial T_C}$$

$$\Delta_{дT_C n_{T_C,x}} = n_{T_C,D} \cdot \partial D + n_{T_C,y} \cdot \partial y$$

где ;

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего

влияние меры дефектности образца ξ на P , $\delta_{дn_{P,\xi}}$:

$$\delta_{дn_{P,\xi}} = \frac{\Delta_{дn_{P,\xi}}}{n_{P,\xi}} = \frac{\Delta_{дP} n_{P,\xi}}{\partial P}$$

$$\Delta_{дP n_{P,\xi}} = \rho \cdot \partial T + \eta \cdot \partial E + n_{P,x} \cdot \partial x + d \cdot \partial L + \eta^{ЭМ} \cdot \partial M +$$

$$+ n_{P,D} \cdot \partial D + n_{P,f} \cdot \partial f + e \cdot \partial l;$$

где

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего

влияние частоты f на P , $\delta_{дn_{P,f}}$:

$$\delta_{\Delta n_{P,f}} = \frac{\Delta_{\Delta n_{P,f}}}{n_{P,f}} = \frac{\Delta_{\Delta P n_{P,f}}}{\partial P},$$

$$\Delta_{\Delta P n_{P,f}} = \rho \cdot \partial T + \eta \cdot \partial E + n_{P,\xi} \cdot \partial \xi + n_{P,x} \cdot \partial x + d \cdot \partial L + \eta^{\text{ЭМ}} \cdot \partial M + \\ + n_{P,D} \cdot \partial D + e \cdot \partial l;$$

где

- предельная относительная дополнительная погрешность измерения коэффициента, описывающего влияние x на P , $\delta_{n_{P,x}}$:

$$\delta_{n_{P,x}} = \frac{\Delta_{\Delta n_{P,x}}}{n_{P,x}} = \frac{\Delta_{\Delta P n_{P,x}}}{\partial P},$$

$$\Delta_{\Delta P n_{P,x}} = \rho \cdot \partial T + \eta \cdot \partial E + n_{P,\xi} \cdot \partial \xi + d \cdot \partial L + \eta^{\text{ЭМ}} \cdot \partial M + \\ + n_{P,D} \cdot \partial D + n_{P,f} \cdot \partial f + e \cdot \partial l.$$

где

Проведенный метрологический анализ математической модели (1), основанной на соотношениях Максвелла для активных диэлектриков позволил установить необходимость строгой фиксации неинформативных параметров при измерении свойств материалов, либо (в случае, когда фиксация невозможна) указания области значений неинформативных параметров, соответствующих нормальным условиям измерений. При отклонении условий измерений от нормальных возникают дополнительные погрешности, которые могут быть заданы в виде функций влияния, формулы для которых предложены в данной работе.

Литература

- 1 Барфут, Дж. Введение в физику сегнетоэлектрических явлений / Дж. Барфут ; пер. с англ. – М. : Мир, 1970. – 352 с.
2. Печерская, Е. А. Погрешности модели сегнетоэлектрика, основанной на термодинамической теории // сб. тезисов докладов XVIII Всероссийской конф. по физике сегнетоэлектриков. - Санкт – Петербург, 2008. - С. 79 – 80.

ПРИМЕНЕНИЕ ИПИ (CALS)-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ

Увайсов С.У., Попова О.Р.
Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

Статья посвящена проблеме комплексного развития и интеллектуального сопровождения CALS-технологий.

Application IPI (CALS) technologies for increase of quality and competitiveness science intensive production. Uvaysov S.U., Popova O.R.

The article discusses questions related to the complex development of programmes for the management of information based on CALS technology.

Проблемы сохранения и развития объемов продаж наукоемкой продукции на внутреннем и внешнем рынках во многом зависят от умения предприятий эффективно применять в процессах ее разработки, производства и эксплуатации новейших технологий ее электронного сопровождения на всех этапах жизненного цикла (ИПИ-технологий). Особенно актуальна проблема применения указанных технологий на предприятиях-экспортерах военной техники, поскольку требования электронного сопровождения экспортируемой военной техники стали обязательными.

По опыту стран НАТО применение ИПИ-технологий является обязательным условием получения военного заказа на разработку и производство новейших видов вооружений и военной техники. Введение указанных обязательных требований объясняется тем, что внедрение ИПИ-технологий в полном объеме позволяет значительно повысить качество выпускаемой продукции, на 20-25% сократить стоимость эксплуатации сложной техники, на 20-30% сократить затраты на ее разработку и производство, на 60-70% сократить сроки

вывода на рынок новейших образцов техники. Кроме того, такие технологии дают потребителям большие удобства пользования, заменяя огромные объемы традиционной технической документации небольшим количеством компакт-дисков, содержащих ту же информацию. Очевидно, что в ближайшей перспективе применение ИПИ-технологий станет обязательным условием получения государственного оборонного заказа и заказа для федеральных государственных нужд.

Важнейшей составляющей применения ИПИ-технологий является нормативное обеспечение их внедрения. Минпромнауки России совместно с Минатомом России и Госстандартом России разработана и реализуется межведомственная программа стандартизации в сфере ИПИ-технологий. Реализация указанной программы позволит обеспечить полную легитимность применения технологий электронного сопровождения продукции на всех этапах ее жизненного цикла.

В соответствии с поручениями Правительства РФ Минпромнауки России в рамках федеральной целевой программы «Национальная технологическая база» организовано выполнение первоочередных работ по обеспечению электронного сопровождения экспорта ВВТ. По результатам выполненных исследований разработаны следующие отечественные технологии электронного сопровождения экспортируемых ВВТ:

- технологии перевода бумажной технической эксплуатационной документации в электронный вид, соответствующий требованиям CALS-стандартов (технологии ИЭТР);
- технологии электронного описания конструкторско-технологической документации изделий, соответствующие требованиям CALS-стандартов (технологии PDM).

Минпромнауки России совместно с российскими агентствами по оборонным отраслям промышленности организована промышленная апробация указанных отечественных разработок в рамках пилотных проектов внедрения ИПИ-технологий на этапах разработки и эксплуатации конкретных видов наукоемкой продукции, в том числе: самолета «ТУ-214» (проект с Росавиакосмосом);

танка «Т-90 С» (проект с РАВ); корвета проекта 20380 (проект с Россу достороением); продукции ОАО «КамАЗ», ОАО «Казанский вертолетный завод» и ГУП «Казанское авиационное производственное объединение (проект с Минэкономпромом Республики Татарстан); продукции ФГУП «ММПП «Салют» и ЗАО «Завод экспериментального машиностроения» РКК «Энергия» (проект с Минобразованием России).

В рамках указанных пилотных проектов проведена успешная промышленная апробация отечественных ИЭТР- и PDM-технологий, показавшая их работоспособность.

Однако для решения задачи полномасштабного применения ИПИ-технологий, обеспечивающих повышение качества продукции и эффективности ее производства, в ближайшие годы предстоит выполнить комплекс исследований по разработке и промышленной апробации в промышленности:

- технологий компьютерного менеджмента качества продукции, реализующие требования стандартов ИСО серии 9000 версии 2000 года (КМК-технологии);
- технологий менеджмента качества вертикально интегрированных (корпоративных) структур (TQM-технологии); технологии обеспечения электронного информационного взаимодействия «разработчик - производитель - потребитель»;
- технологии интегрированной логистической поддержки в эксплуатации (ИЛП-технологии);
- технологии интеграции систем CAD/CAM/PDM/ERP/ИЛП.

В рамках мероприятий Программы Минпромнауки России по согласованию с Минобороны России, Минатомом России, Минобразованием России, Госстандартом России и российскими агентствами по оборонным отраслям промышленности будет выполнен комплекс исследований по разработке и внедрению указанных выше составляющих ИПИ-технологий на ведущих предприятиях ОПК.

Литература

1. Вермишев Ю.Х. Комплексные информационные технологии на разрабатывающих предприятиях радиотехнического профиля // Журнал "Информационные технологии в проектировании и производстве (ИТПП)"/ №3 - 2001.
2. CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing(CMMI-SE/SW/IPPD/SS, VI. 1) Improving processes for better products - CMMI Product Team. Staged Representation - CMU/SEI-2002-TR-012 - ESC-TR-2002-012 March 2002.
3. Везенов В.И., Светников О.Г., Франк Е.Б., Кондрашов С.П. Компьютерная система управления качеством продукции современного проектно-конструкторского предприятия и процессно-ориентированная технология управления. // Журнал "Стандарты и качество"/ №10 - 2003

МЕТОДИКА СИНТЕЗА СТРУКТУРНЫХ СХЕМ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ РЕСУРСНО-ОГРАНИЧИТЕЛЬНОГО ПОДХОДА

Потёмкин А.В.

Монино, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия»

Рассмотрена задача синтеза структур при проектировании систем электроснабжения на основе ресурсно-ограничительного подхода.

The method of synthesis of structural schemes of aircraft electrical power supply systems on the basis of resource-restrictive approach. Potemkin A.

The problem of synthesis of structures of aircraft electrical power supply systems on the basis of resource-restrictive approach is considered.

Предъявление высоких требований к самолетам следующего поколения, с точки зрения стоимости эксплуатации, экологичности и топливной эффективности, ставит перед авиационными специалистами целый ряд проблем, которые требуют поиска принципиально новых подходов к проектированию электроэнергетической системы самолета.

Одной из задач, возникающих при проектировании авиационных систем электроснабжения (СЭС) является синтез структурных схем с учётом требований нормативных документов и функциональных ограничений. Множество вариантов структур, которые можно построить из элементов СЭС достаточно велико, поэтому возникает необходимость автоматизации учёта указанных ограничений и требований для сужения области допустимых вариантов структур СЭС. Предлагается решить эту задачу на основе ресурсно-ограничительного подхода.

Представим структурную схему СЭС как:

$$Sh = X \circ S(SI),$$

где $X = \{x_1, x_2, x_3 \dots x_n\}$, - множество элементов СЭС, $x_i: i \in [1, n]$ – элемент авиационной СЭС.

$S = \{s_1(x_1, x_2), s_2(x_2, x_5), s_3(x_{12}, x_6) \dots s_m(x_n, x_n)\}$ – множество связей элементов СЭС, $s_i(x_j, x_j), i \in [1, m], j \in [1, n]$ – связь элементов СЭС.

SI – система ограничений, представляется в виде совокупности:

$$SI = \langle L, F \rangle,$$

где $L = \{l_1(s_1), l_2(s_2), l_3(s_3), \dots, l_k(s_m)\}$ - множество ограничений, $l_i(s_j): i \in [1, k], s_j \in S, j \in [1, m]$ – ограничение, накладываемое на связь элементов СЭС.

$F = \{f_1, f_2, f_3 \dots f_n\}$ - множество формул логического взаимодействия ограничений, накладываемых на связи элементов структурных схем СЭС.

Решение задачи синтеза структурных схем СЭС заключается в получении множества вариантов связей S^n , где n – количество элементов СЭС. В общем случае:

$$S^n = \{S_i^n: s_{kj} \in S_i^n, \forall s_{kj} = 0 \vee s_{kj} = 1, k = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}\}$$

Количество вариантов связей элементов схем СЭС в общем случае равно 2^{n^2} . Для уменьшения количества вариантов связей элементов схем СЭС предлагается ввести систему ограничений. Таким образом S^n будет определяться как:

$$S^n = \{S_i^n: s_{kj} \in S_i^n, \forall s_{kj} = 0 \vee s_{kj} = 1, k = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, s_{kj} = f(SI)\}$$

В качестве примера рассмотрим синтез структурной схемы СЭС со следующим перечнем элементов:

п/п	Наименование класса элемента	Количество
	Генератор переменного тока	2
	Фидер	18
	Преобразователь переменного тока в постоянный	4
	Аккумуляторная батарея	2
	Центральное распределительное устройство	4
	Контактор	7

Таким образом, $X = \{x_i: i \in [1, 37]\}$. Множество связей элементов будет иметь вид $S = \{s_i(x_j, x_j): i \in [1, 1369], j \in [1, 37]\}$

Определяем систему ограничений SI . Для этого определяем множество ограничений L , накладываемые на связи элементов схемы. Определим следующие ограничения:

1. $l_{1k}(s_k(x_i, x_j)): s \in S, k \in [1, 1369], i, j \in [1, 37], i \neq j$ – ограничение на связь элемента самого с собой:

$$l_{1k}(s_k(x_i, x_j)) = \begin{cases} 0, & \text{– если элемент соединяется сам с собой} \\ 1, & \text{– если элемент соединяется с другим элементом} \end{cases}$$

где $k \in [1, 1369], i, j \in [1, 37], i \neq j$.

2. $l_{2k}(s_k(x_i, x_j)): s \in S, k \in [1, 324], i, j \in [1, 19]$, – ограничение на связь элемента с фидером:

$$l_{2k}(s_k(x_i, x_j)) = \begin{cases} 0, & \text{– если элемент соединяется не с фидером} \\ 1, & \text{– если элемент соединяется с фидером} \end{cases}$$

где $k \in [1, 324], i, j \in [1, 19]$.

Таким образом

$$L = \{l_{1k}(s_k(x_i, x_j)): s \in S, k \in [1, 1369], i, j \in [1, 37], i \neq j\} \\ \cap \{l_{2k}(s_k(x_i, x_j)): s \in S, k \in [1, 324], i, j \in [1, 19]\}$$

Первый нижний индекс ограничения указывает на его тип, а второй – на связь элементов авиационной СЭС, на которую оно действует.

Далее определяем множество формул логического взаимодействия F между ограничениями связей элементов структурной схемы:

$$F = \{l_{1k}(s_k(x_i, x_j)) \wedge l_{2k}(s_k(x_i, x_j)): l \in L, s \in S, k \in [1, 324], i, j \in [1, 19], i \neq j\}$$

Таким образом, множество вариантов связей элементов схем СЭС S^{37} будет определяться как:

$$S^{37} = \{S_i^{37}: s_{kj} \in S_i^{37}, \forall s_{kj} = 0 \vee s_{kj} = 1, k = \overline{1, 18}, j = \overline{1, 18}, i \neq j\}$$

Введение системы ограничений позволило уменьшить количество вариантов связей элементов схем СЭС с 2^{1369} до 2^{990} .

Предложенная методика была реализована в рамках программного комплекса анализа и проектирования СЭС ВС.

Пользовательский интерфейс, в части определения множества элементов X СЭС представлен на рисунке 1. Определение множества элементов СЭС осуществляется путем выбора классов элементов и их количества, входящих в состав авиационной СЭС.

Наименование элемента	Количество
Генератор переменного тока	2
Преобразователь переменного тока в постоянный	4
ЦРУ	4
Генератор постоянного тока	1
Фидер	18

Сохранить

Рисунок 1 – Определение элементов СЭС

Пользовательский интерфейс, в части формирования множества ограничений на связи классов элементов L структурной схемы авиационной СЭС представлен на рисунке 2. Формирование ограничений на связи классов элементов авиационной СЭС осуществляется путем выбора классов элементов и типа ограничения на их связь.

Определение ограничений на связи элементов схемы СЭС

Определите ограничения

Наименование элемента	Наименование элемента	Отношение	
ЦРУ	Генератор переменного тока	Соединяются	+
Генератор переменного тока	Фидер	Не соединяются	+
ЦРУ	Фидер	Соединяются	+
ЦРУ	ЦРУ	Не соединяются	+

Рисунок 2 – Формирование множества ограничений

В результате решения задачи синтеза структурных схем СЭС в рамках программного комплекса анализа и проектирования СЭС ВС предлагаются варианты структурных схем СЭС. Пользовательский интерфейс выбора варианта структурной схемы СЭС представлен на рисунках 3 и 4.

Выбор структурной схемы СЭС

Определите вариант структуры СЭС

Наименование схемы	Действия
Схема №1	<input type="button" value="Посмотреть"/> <input type="button" value="Выбрать"/>
Схема №2	<input type="button" value="Посмотреть"/> <input type="button" value="Выбрать"/>
Схема №3	<input type="button" value="Посмотреть"/> <input type="button" value="Выбрать"/>
Схема №4	<input type="button" value="Посмотреть"/> <input type="button" value="Выбрать"/>

Рисунок 3 – Отображение списка вариантов структур

Просмотр структурной схемы СЭС

Структурная схема №1

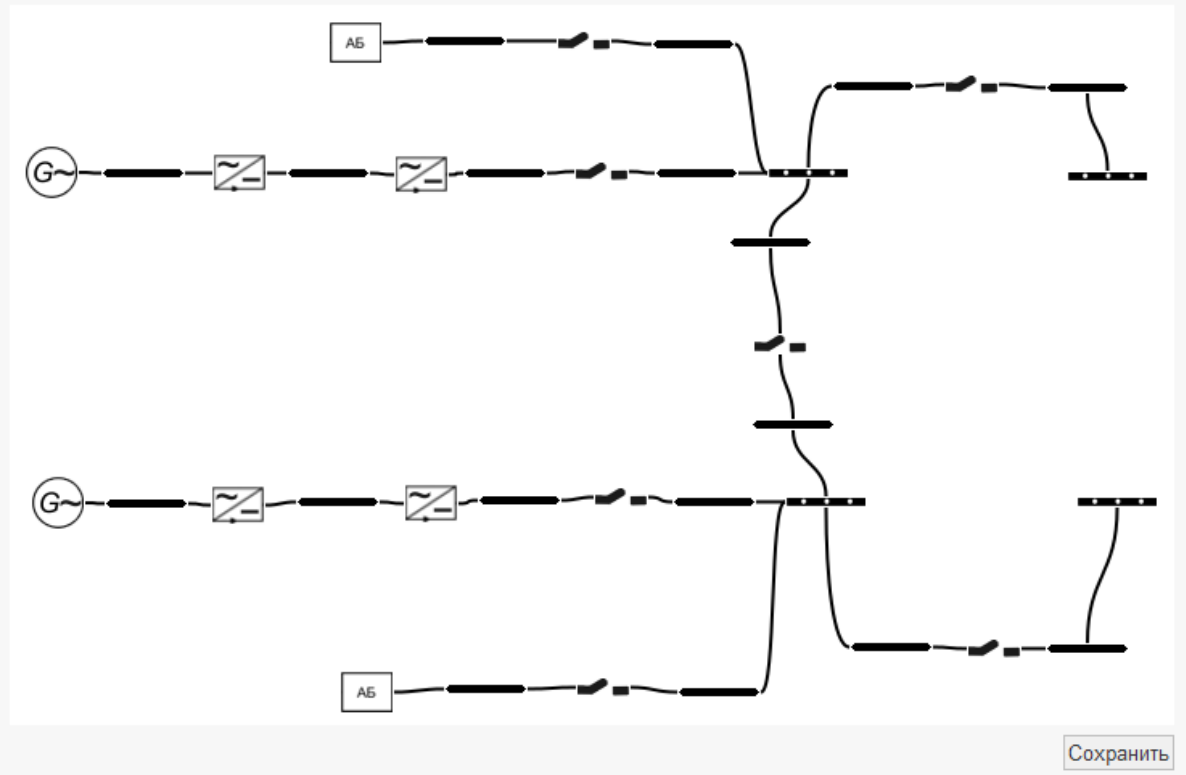


Рисунок 4 – Отображение результата синтеза структуры СЭС

Предложенный подход к автоматизации учёта ограничений при проектировании систем электроснабжения самолётов позволит существенно сократить сроки проектирования и снизить вероятность ошибок проектировщика.

Литература

1. Составная часть научно-исследовательской работы «Исследования и создание программного комплекса для анализа и проектирования электрической энергетической системы воздушного судна». ЗАО НПО «Мобильные Информационные Системы», 2012 г.
2. Горшков П.С., Халютин С.П., Омельченко В.П., Подлеских А.А. «Открытая информационная система поддержки расчетов в электроэнергетических системах». г.Сочи; Сборник материалов международной научно-технической конференции «КБД Инфо-2011», 2011 г.
3. Горшков П.С. «Ресурсно-ограничительный метод исследования сложных информационных систем». г. Пенза; Труды симпозиума «Надежность и качество» 2008г.
4. Халютин, С.П. Моделирование сложных электроэнергетических систем летательных аппаратов / С.П. Халютин, М.Л. Тюляев, Б.В. Жмуров, И.Е. Старостин. – М.: Издание ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», 2010. – 188 с.

**ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗОНЫ СИНХРОНИЗАЦИИ В ЛАЗЕРНОМ ГИРОСКОПЕ С
МАГНИТООПТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТНОЙ ПОДСТАВКОЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ
ДЕСИНХРОНИЗАЦИИ**

Савельев И.И., Синельников А.О., Хохлов Н.И.

Москва

**Dynamic zone of synchronization in laser gyros with magneto frequency and opportunities stand
desynchronization. Saveliev I.I., Sinelnikov A.O., Hohlov N.I.**

Связь встречных волн через обратное рассеяние в кольцевом резонаторе лазерного гироскопа (ЛГ) [1] обуславливает нелинейность его частотной характеристики в зоне малых угловых скоростей вращения. Для преодоления влияния связи встречных волн через обратное рассеяние в большинстве известных оптико-физических схем кольцевых лазерах предполагается использование «частотной подставки», которая позволяет перенести рабочую точку из нуля (зоны захвата) на линейный участок частотной характеристики.

В работе рассмотрен резонатор кольцевого лазера с неплоским оптическим контуром и знакопеременной частотной подставкой на базе эффекта Зеемана [1]. Искусственное вращение создается с помощью введения в генерируемые в резонаторе лучи невзаимного элемента. В случае зеемановской частотной подставки невзаимным элементом является сама активная среда – смесь газов гелия и неона. Невзаимность в активной среде обеспечивается созданием круговой поляризации излучения за счет неплоскостности контура резонатора и наложением продольного магнитного поля на активную среду. Частотная подставка в ЛГ создается катушками из медного провода, намотанными вокруг газоразрядных промежутков. При подаче электрического тока в эти катушки вдоль каналов создается магнитное поле H . Если поле постоянное и не меняет своего направления, то создается постоянная частотная подставка. Если поле периодически меняет свое направление, то создается знакопеременная частотная подставка.

В ЛГ знакопеременная частотная подставка создается путем переключения электрического тока в катушках с частотой 1 кГц по форме “прямоугольного меандра”. Эти катушки называются катушками невзаимного устройства. Неплоский резонатор ЛГ сконструирован таким образом, чтобы собственные частоты резонатора отстояли друг от друга на $\Delta\nu = c/2 \cdot L$ (c – скорость света, L – длина периметра резонатора) и на каждой частоте генерировались две волны: прямая (CW) с левой или правой круговой поляризацией и обратная (CCW) с правой или левой поляризацией. В отсутствие магнитного поля частоты этих волн совпадают. При наличии и переключении направления магнитного поля в катушках частоты этих двух волн расщепляются, соответственно, либо со знаком плюс, либо со знаком минус. В итоге на выходе датчика в каждый полупериод меандра тока в катушках имеется начальная частота, равная $\Delta\nu_3$ (“частота подставки”). Поскольку эта частота имеет разные знаки в соседних полупериодах, то можно ее вычитать во внешнем цифровом устройстве и выделять только полезный сигнал.

Введение знакопеременной частотной подставки позволяет перенести начальную, рабочую точку гироскопа из области малых скоростей в область больших скоростей, где выходная характеристика гироскопа линейна и где нет зоны захвата частот встречных волн. Однако применение зеемановской частотной подставки приводит к новым физическим эффектам, прежде всего к появлению параметрических резонансов, которых для реальных лазерных гироскопов проявляются в виде так называемых динамических зон синхронизации (рис. 1).

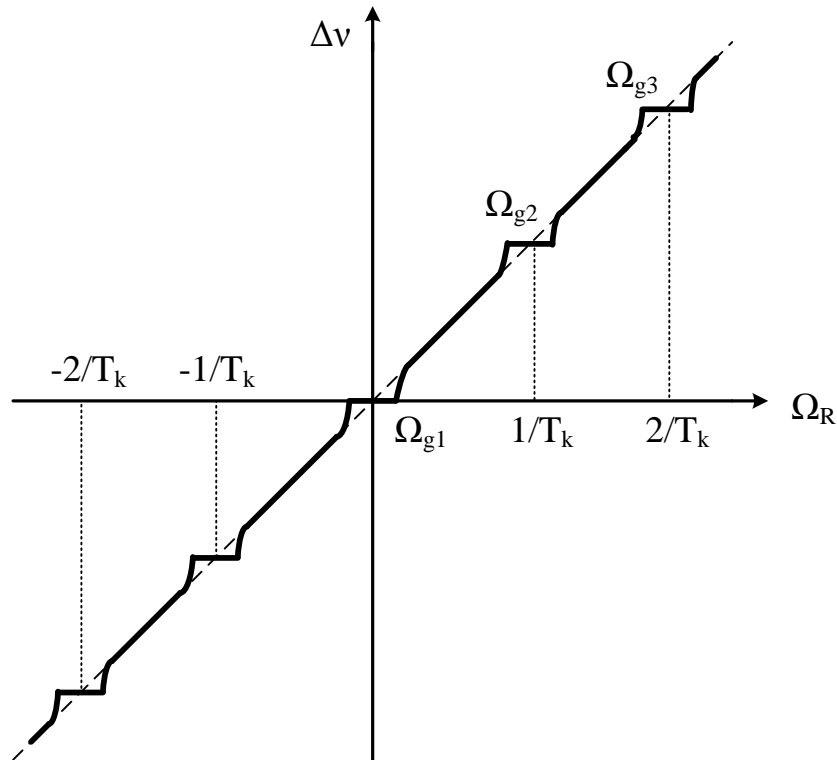


Рис. 1. Выходная характеристика реального ЛГ с зеемановской частотной подставкой
 При этом разность частот встречных волн можно описать уравнением:

$$\Delta\nu = \frac{d\Psi}{dt} = M\Omega_R + M\Omega_L \sin(\Psi + \beta) + \Omega_p(t) \quad (1)$$

где Ψ – разность фаз встречных волн, M – масштабный коэффициент, Ω_R – разность частот обусловленная реальным вращением, Ω_L – зона захвата, $\beta = \beta_1 - \beta_2$ – разность фаз обратного рассеяния встречных волн, $\Omega_p(t)$ – искусственное вращение, за счет частотной подставки.

Член, описывающий частотную подставку, имеет различные виды для различных частотных подставок. В результате анализа и решения уравнения получаются выражения для выходной характеристики и ширин динамических зон синхронизации. Величину полуширины динамической зоны синхронизации можно описать уравнением [2]:

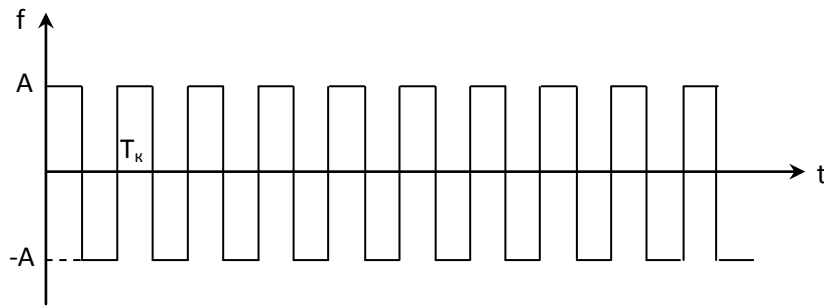
$$\Omega_{gN} = \frac{2\Omega_L A}{\pi T(A^2 - \Omega^2)} F(t/T_k) \quad (2)$$

где Ω_{gN} – динамическая зона синхронизации с номером N , Ω_L – полуширина статической зоны синхронизации, A – амплитуда частотной подставки, T_k – период переключения частотной подставки, Ω – разность частот, обусловленная вращением, $F(t/T_k)$ – функция, описывающая закон изменения (форму) частотной подставки. Для четных динамических зон $F(t/T) = \sin(AT_k/2)$ и $F(t/T) = \cos(AT_k/2)$ для нечетных. Величины четных и нечетных зон приблизительно (с точностью до Ω^2/A^2) чередуются и растут по мере приближения частоты, обусловленной вращением, к амплитуде частотной подставки.

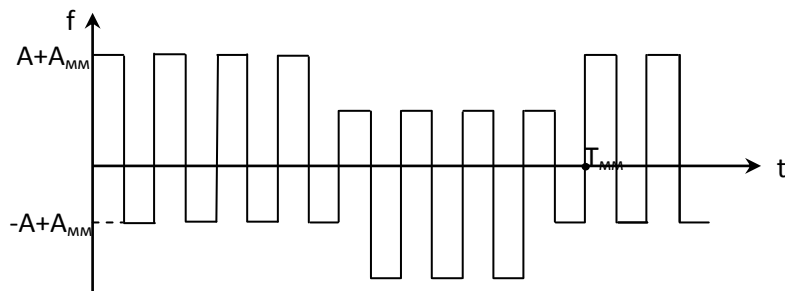
Как показали результаты многочисленных исследований, проведенных по специальной методике средняя величина динамических зон синхронизации не превышает 10 Гц во всем диапазоне рабочих температур. При этом значения динамических зон полученные при отрицательной температуре оказываются меньше чем в нормальных температурных условиях и при 75°C и составляют соответственно 6,33 Гц, 7,45 Гц и 8,44 Гц соответственно.

Возникновение динамических зон синхронизации в лазерных гироскопах с периодической частотной подставкой было впервые обнаружено В.Н. Курятовым в работе и подробно исследовалось многими авторами. Тогда же были предложены 2 способа их ликвидации – введение дополнительной шумовой или существенно более низкочастотной периодической частотной подставки т.н. «медленного меандра». В работе [2] было показано, что максимальная эффективность десинхронизации наблюдается при амплитуде дополнительной частотной подставки или амплитуде «медленного меандра», равной половине частоты коммутации подставки.

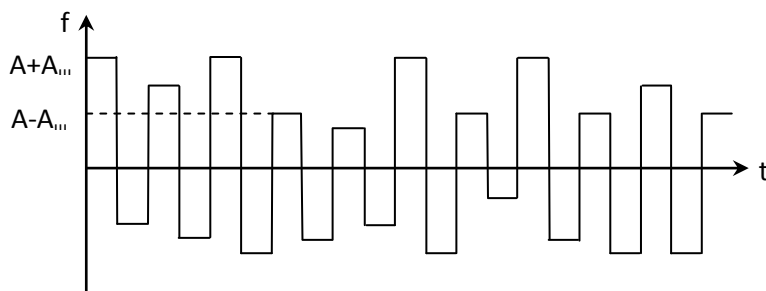
Очевидно, что при использовании десинхронизатора остаточная ошибка представляет собой сумму остаточной зоны и шума от десинхронизатора. При работе с «медленным меандром» шум не возникает, если время измерения информации кратно периоду «медленного меандра». Поскольку в гироскопе мы имеем дело с временами съема информации в несколько секунд, а требования к шумовой ошибке максимальны, применение «медленного меандра» является предпочтительнее [2].



Сигнал периодической частотной подставки



Сигнал периодической частотной подставки с "медленным



Сигнал периодической частотной подставки с ошумлением

При введении в подставку дополнительного «медленного меандра» выходная характеристика изменяется. На ней остаются мелкие остаточные зоны, величины которых для четных и нечетных номеров определяется формулой [3]:

$$\Omega_{LдоMM} = \frac{2\Omega_{Lдо}}{\pi T_{MM} A_{MM}} \quad (3),$$

где A_{MM} - амплитуда «медленного меандра», T_{MM} - период «медленного меандра»,

Центры же остаточных зон при условии, что входная угловая скорость $\Omega_{вх}$ существенно меньше A_{MM} , лежат на кривой, описываемой функцией [4]:

$$\Omega = \frac{1}{2} \left(\sqrt{(A_{MM} + \Omega_{вх})^2 - \Omega_{Lдо}^2} - \sqrt{(A_{MM} - \Omega_{вх})^2 - \Omega_{Lдо}^2} \right) \quad (4),$$

Откуда из (4) при условии, что $\Omega_{Lдо} \ll A_{MM}$, сдвиг характеристики равен:

$$\Delta\Omega_{Lдмм} = \Omega - \Omega_{вх} \approx \frac{1}{4} \frac{\Omega_{Lдо}^2}{(A_{MM} - \Omega_{вх})^2} \quad (5),$$

Суммарная ошибка равна:

$$\Delta\Omega_{gLдмм} = \frac{1}{4} \frac{\Omega_{Lдо}^2}{(A_{MM} - \Omega_{вх})^2} + \frac{2\Omega_{Lдо}}{\pi T_{MM} A_{MM}} \quad (6).$$

Для перевода данной величины из Гц в $^{\circ}/ч$ ее необходимо помножить на масштабный коэффициент гироскопа k .

При этом следует учесть, что A_{MM} не может быть больше $1/2T_k$ [3], а величина T_k делается максимально возможной исходя из динамического дрейфа для аппаратной реализации блока частотной подставки. Величина A ограничена сверху не только возможностями аппаратной реализации, но и динамическим дрейфом, связанным с любым изменением во времени амплитуды частотной подставки A и соотношения положительных и отрицательных полупериодов. При этом собственно период коммутации подставки T_k может поддерживаться неизменным в пределах до 10^{-6} отн. ед.

Оценим величину $\Omega_{L,0}$. Согласно нашим экспериментам значение Ω_L составляло примерно 150 Гц, $T_k=0.001$ с, $\tau=0,00001$ с, Тогда получим для $-55^{\circ}C - \Omega_{L,0}=7,2$ Гц, для $25^{\circ}C - 7.8$ Гц, для $+75^{\circ}C - 8,2$ Гц, что неплохо согласуется с полученными в настоящей работе экспериментальными результатами.

Оценка остаточной зоны синхронизации при оптимальной величине амплитуды медленного меандра $A_{MM}=500$ Гц, $T_{MM}=1$ с, даёт $\Delta\Omega_{g,MM}=0,005$ Гц, чему соответствует $\Omega_{g,MM}=0,017$ $^{\circ}/ч$.

В ЛГ зеэмановской частотной подставкой средняя величина динамических зон синхронизации не превышает 10 Гц во всем диапазоне рабочих температур. С повышением температуры уменьшается величина частотной подставки и растет величина динамических зон синхронизации. Правильно выбранное десинхронизирующее воздействие на частотную подставку позволяет устранить влияние динамических зон синхронизации на выходную характеристику ЛГ.

Литература

1. В.В. Азарова, Ю.Д. Голяев, В.Г. Дмитриев. Кольцевые газовые лазеры с магнитооптическим управлением в лазерной гироскопии. Квантовая электроника, 30, №2, 2000, с.96-104.
2. А.М. Хромых. Динамическая характеристика кольцевых лазеров с периодической частотной подставкой. Электронная техника, с.11 - Лазерная техника и оптоэлектроника, 1990, в.1(53).
3. Ю.Д. Голяев, Ю.Ю. Колбас, Н.В. Тихменев, Н.И. Хохлов. Исследование влияния крутизны фронтов и шумов прямоугольной периодической подставки на частотную характеристику кольцевого лазера. Электронная техника, серия 11, вып. 4(40), 1986.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И АРХИТЕКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧИРОВАНИЯ ДОСТАВКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Сластников С.А., Белов А.В.
Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассматривается задача автоматической маршрутизации транспорта при перевозке нефтепродуктов от нефтебаз до автозаправочных станций. Приведен обзор существующих программных решений, показаны их недостатки. Описан метаэвристический алгоритм решения данной задачи, предложена программная архитектура системы.

Algorithmic support and software architecture design of automated oil products delivery dispatching system. Slastnikov S., Belov A.

The problem of automatic vehicle routing for oil products transportation from storage depots to filling stations is considered. An overview of existing software solutions and their limitations are shown. Metaheuristic algorithm for solving this problem is described, software architecture of the system is proposed.

Ежегодный рост количества автозаправочных станций в России сделал задачу оптимизации поставок продукции одной из самых актуальных для нефтяных компаний в последнее время. Во-первых, сокращение больших накладных транспортных расходов на доставку нефтепродуктов до автозаправочных станций (АЗС) принесет безусловную экономическую выгоду и сразу даст компании серьезное конкурентное преимущество. Во-вторых, у ведущих нефтяных компаний уже продолжительное время существует тенденция на оснащение АЗС небольшими придорожными магазинами, торгующими товарами народного потребления, кафе и даже мини-отелями, которые тоже нуждаются в поставке необходимой продукции.

В настоящее время ответственность за процесс маршрутизации бензовозов, доставляющих бензин и другие нефтепродукты от нефтебаз до розничных продавцов (АЗС), ложится на диспетчеров, при этом сама маршрутизация осуществляется, по сути, в ручном режиме. Для небольших региональных сетей, состоящих из 1-2 нефтебаз и 5-10 АЗС такой подход еще можно считать приемлемым, однако ведущие нефтяные корпорации в реальности обладают гораздо более масштабными сетями в крупных регионах. В качестве примера в таблице 1 представлены статистические данные о количестве АЗС ведущих нефтяных компаний в Московской области.

Нефтяная компания	Количество АЗС
ООО "ЛУКОЙЛ-Центрнефтепродукт"	96
ОАО «Татнефть»	86
ОАО «Газпром нефть»	83
ОАО НК «Роснефть»	45

Таблица 1. Сеть АЗС ведущих нефтяных компаний в Московской области

Необходимо так же отметить, что в последнее время идет процесс укрупнения нефтебаз за счет уменьшения их количества, что лишь подчеркивает актуальность рассматриваемой проблемы.

На рынке программного обеспечения существует ряд продуктов, решающих задачи, связанные с управлением транспортом и логистикой. Наиболее мощными и востребованными на мировом рынке среди них являются решения SAP Transportation Management и Oracle Transportation Management. Попытаемся кратко рассмотреть их через призму описанной выше проблемы.

Решение SAP Transportation Management поддерживает целостную систему процессов хранения, выполнения заказов и транспортировки [1]. Безусловным достоинством данного продукта является то, что он помогает оптимизировать процессы управления транспортировкой, в том числе и опасных грузов (к которым можно отнести в частности нефтепродукты). В целом это очень мощное программное решение, дающее возможность автоматического осуществления маршрутизации заказов, сотрудничества с транспортными компаниями, создания всевозможной документации, координации со складскими операциями и решения большого спектра других логистических задач. Недостатками данного продукта являются трудность и длительность его внедрения, сложность использования и высокая стоимость. Главный же недостаток с точки зрения рассматриваемой задачи состоит в том, что автоматическое осуществление маршрутизации заказов не гарантирует оптимизацию накладных транспортных расходов.

Решение Oracle Transportation Management позволяет объединить и оптимизировать планирование и осуществление перевозок, оплату фрахта, а также автоматизировать бизнес-процессы, связанные с любым видом транспортировки груза – от автомобильных перевозок до перевозок по воздуху, воде и железным дорогам, включающих в себя несколько транспортных этапов [2]. Это полнофункциональный инструмент для планирования и исполнения транспортировки с учетом производственных возможностей грузоотправителей и третьих транспортных компаний. Главные его недостатки такие же, как у аналогичного решения SAP. Этим во многом объясняется то, почему данные, безусловно, мощные решения не получили должного признания в России и положительные опыты их внедрения единичны.

Таким образом, целесообразной представляется разработка алгоритмического и программного обеспечения, позволяющего оптимизировать решение задачи маршрутизации транспорта. Результатом данной разработки должна стать подсистема управления транспортировкой (Transportation Management System).

Выбор алгоритма решения

С математической точки зрения задачи маршрутизации транспорта (ЗМТ) не нова. Она является одной из основных задач оптимизации с тех пор, как ее впервые поставил Джордж Данциг (George Dantzig) в 1959 году.

Классическая постановка ЗМТ выглядит следующим образом: задан граф $G = (V, A, d)$, где $V = \{V_0, V_1, \dots, V_n\}$ – множество вершин (V_0 – склад, остальные вершины – клиенты), A – набор дуг соединяющих соответствующие вершины графа. Для дуги (i, j) задан некий неотрицательный коэффициент d_{ij} , который чаще всего имеет смысл длины пути, времени или стоимости перевозки. Для каждого клиента i задан неотрицательный спрос q_i , грузоподъемность каждого транспорта ограничена числом Q . Также для задачи заданы следующие ограничения:

- каждый клиент должен быть посещён ровно один раз;
- начало и конец всех маршрутов транспортных средств находятся в транспортной базе;
- суммарный груз, перевозимый каждым транспортным средством не должен превышать Q .

Требуется построить маршруты транспортных средств минимальной суммарной стоимости, удовлетворяющих ограничениям, описанным выше.

Известно большое количество методов решения таких задач, которые можно классифицировать следующим образом:

- точные методы;
- классические эвристические методы;
- метаэвристические методы.

К точным методам относятся методы линейного программирования, которые основаны на сравнении всех возможных решений и выборе оптимального. Однако время на нахождение оптимального решения такими методами очень велико в силу *NP*-полноты задачи. Эвристические и метаэвристические методы позволяют находить решения существенно быстрее с той лишь оговоркой, что эти решения являются лишь субоптимальными.

Очевидно, что с точки зрения бизнеса время является очень важным, а порой и критическим аспектом, поэтому разумным представляется выбрать один из эвристических или метаэвристических методов решения ЗМТ, дающий «хорошее» (субоптимальное) решение за приемлемое время. В результате изучения и анализа большого количества современных алгоритмов был сделан вывод о том, что метаэвристический алгоритм муравьиных колоний (ant colony optimization) удовлетворяет всем выдвинутым требованиям.

Идея алгоритма оптимизации подражанием муравьиной колонии была впервые предложена Марко Дориго (Marco Dorigo) в 1992 году и была направлена на поиск оптимального пути в графе. Суть подхода заключается в использовании модели поиска пищи в колониях муравьев, которые помечают пройденный путь, выбрасывая специальные ароматические эссенции, называемые феромонами. Оставленные следы привлекают запахом других муравьев, которые в свою очередь усиливают запах феромона. Таким образом, муравьи всё чаще проходят пути, ведущие к источнику пищи.

При применении алгоритма муравьиных колоний к решению ЗМТ каждый муравей рассматривается как модель транспортного средства [3]. Изначально, каждый муравей k начинает свой маршрут со склада, причем множество M_k - клиентов, включенных в его маршрут, пусто. Далее происходит выбор следующего клиента j , который будет посещен, по вероятностному критерию [4]:

$$j = \begin{cases} \arg \max_{u \in M_k} [\tau_{iu} \eta_{iu}^\beta], & \text{если } q \leq q_0 \\ S, & \text{если } q > q_0, \end{cases}$$

где i – текущий клиент; τ_{iu} - количество феромона на пути между клиентами i и u ; η_{iu} — эвристическая

функция, обратная расстоянию между клиентами (для простоты можно взять $\eta_{iu} = \frac{1}{d_{iu}}$); β - параметр,

характеризующий относительную важность расстояния по сравнению с количеством феромона; q – случайная величина, равномерно распределенная на отрезке $[0, 1]$; q_0 - параметр ($0 \leq q_0 \leq 1$). S – случайная величина, подчиняющаяся следующему закону распределения вероятностей:

$$p_k(i, s) = \begin{cases} \frac{\tau_{is} \eta_{is}^\beta}{\sum_{v \in M_k} \tau_{iv} \eta_{iv}^\beta}, & \text{если } s \notin M_k \\ 0, & \text{если } s \in M_k, \end{cases}$$

где $p_k(i, s)$ - вероятность, с которой муравей k выбирает передвижение от клиента i к клиенту s .

Муравей возвращается «домой» (на склад), когда исчерпана его грузоподъемность или все клиенты уже обслужены. Алгоритм строит полный маршрут для первого муравья и лишь затем начинает строить для второго. Это происходит до тех пор, пока для каждого из заранее предопределенного количества муравьев m не построен выполнимый маршрут.

Для улучшения последующих решений необходимо обновлять следы феромона в зависимости от качества получаемых решений. Локальное обновление феромона моделирует его естественное испарение и гарантирует, что никакой маршрут не станет слишком превалирующим. Это обновление происходит после построения полного маршрута каждым муравьем и выражается следующей формулой:

$$\tau_{ij}^{new} = (1 - \alpha) \tau_{ij}^{old} + \alpha \tau_0,$$

где α - параметр, характеризующий скорость испарения феромона, τ_0 - начальное значение феромона на всех ребрах графа.

После того, как все m муравьев проложили допустимые маршруты, происходит глобальное обновление феромона, заключающееся в добавлении феромона ко всем ребрам лучшего из решений, найденного одним муравьем. След феромона на этих ребрах обновляется следующим образом:

$$\tau_{ij}^{new} = (1 - \alpha)\tau_{ij}^{old} + \frac{\alpha}{L},$$

где L – суммарные затраты лучшего маршрута. Такое обновление поощряет использование более «дешевых» маршрутов, увеличивая вероятность того, что будущие маршруты будут использовать дуги, содержащиеся в лучших решениях. Этот процесс повторяется predetermined количество раз, и лучшее из всех решений дает хорошее приближение оптимального решения задачи.

Разработка программной архитектуры решения

При разработке архитектуры программного обеспечения любого уровня необходимо, прежде всего, сформулировать требования, которым данный продукт должен удовлетворять, исходя из реальных потребностей потенциальных пользователей. Основной задачей, решаемой системой, должно быть управление и оптимизация транспортировки нефтепродуктов. Такая транспортировка обычно осуществляется с нефтебаз по автозаправочным станциям. Существуют разные формы взаимодействия и управления в таких цепочках поставок. Заказы на доставку нефтепродуктов чаще всего формируются на АЗС и оттуда поступают на нефтебазы. Однако возможна и другая схема взаимодействия, при которой заказы формируются на стороне поставщика (концепция vendor managed inventory), приобретающая все большую популярность в последнее время. Так же необходимо учесть, что зачастую нефтебазы, принадлежащие крупным нефтяным компаниям, обслуживают не только «собственные» АЗС, но и «независимые» АЗС, принадлежащие компаниям среднего и мелкого бизнеса.

Таким образом, в результате анализа особенностей логистического процесса и способов интеграции цепочек поставок сформулировались следующие требования к программной архитектуре решения:

- разрабатываемая подсистема управления транспортировкой должна функционировать как автономный модуль;
- должна иметь возможность электронного обмена данными с автоматизированными системами управления нефтебазой (АСУ «Нефтебаза»);
- должна иметь возможность интеграции с различными системами управления рознично-сбытовыми сетями (АСУ РСС).

Помимо данных требований, которые можно смело назвать обязательными исходя из потребностей данной отрасли, можно выделить еще ряд требований, выполнение которых даст дополнительные преимущества и определит перспективы развития решения. К ним можно отнести такие вещи как интеграцию с системами GPS и ГЛОНАСС, возможность экспорта данных из системы в файлы стандартного формата (прежде всего XML).

На основании сформулированных требований была предложена архитектура решения, представленная на рисунке 1.

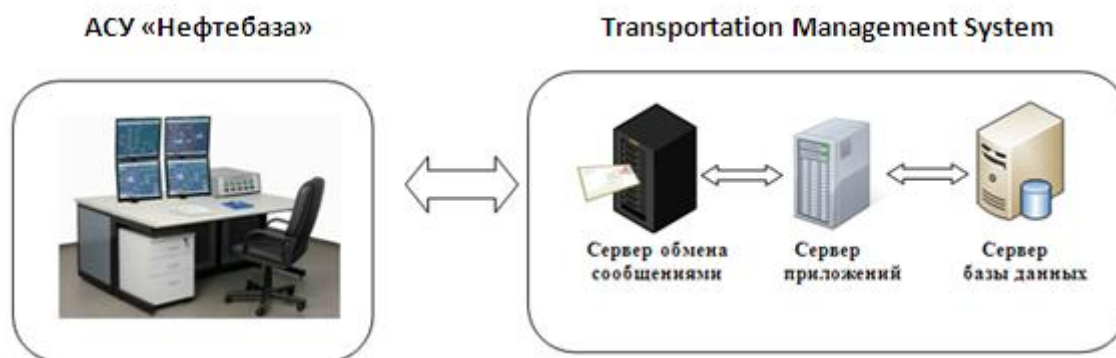


Рисунок 1. Общая архитектура системы

Сервер базы данных предназначен для хранения необходимой входной и выходной информации. *Сервер приложений* – основной компонент, на котором производится непосредственное решение задачи маршрутизации транспорта по описанному выше алгоритму. *Сервер обмена сообщениями* предназначен для выполнения диспетчерских функций при передаче сообщений сервером приложений и другими системами, участвующими в интеграции (АСУ «Нефтебаза», АСУ РСС, 1С). Таким образом, представленная архитектура решения удовлетворяет всем необходимым требованиям.

Литература

1. SAP Solution in Detail – SAP Transportation Management <http://www.sap.com/cis/pdf/Transportation-Management-SiD.pdf>
2. <http://www.oracle.com/ru/products/applications/018756-018756-ru.html>

3. Bell J.E., McMullen P.R. Ant colony optimization techniques for the vehicle routing problem. // *Advanced Engineering Informatics*. 2004. № 18 P. 41–48.
4. Dorigo M., Gambardella L.M. Ant colonies for the traveling salesman problem. // *BioSystems*. 1997. №43(2) P. 73–81.

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНО-ПОТОКОВЫМ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ИЗОЛИРОВАННОЙ ГОМОГЕННОЙ СИСТЕМЕ В СЛУЧАЕ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУР РЕАГЕНТОВ

Быков В.И., Старостин И.Е.

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»*

В настоящей работе рассматривается анализ на основе потенциально-потокowego метода гомогенных химически реагирующих систем с идеальным перемешиванием, в которых температуры реагентов, участвующих в реакциях, могут различаться. На основе этого метода получают уравнения для динамики химических реакций и переданной теплоты между реагентами (группами реагентов с равной температурой).

Analysis chemical transformations in a isolated homogeneous system in case of different temperatures reagents by the potential flow method. Bykov V., Starostin I.

In this paper we consider the analysis based on the potential-stream method of homogeneous chemically reacting systems with ideal mixing, in which the temperature of the reagents involved in the reactions may differ. Based on this method, we obtain the equations for the dynamics of chemical reactions and the heat transferred between the reactants (or groups of agents with equal temperature).

В большинстве случаев вещества, которые участвуют в химической реакции в гомогенных системах, имеют одинаковую температуру. Однако бывают случаи, в которых температура реагирующих в одной фазе веществ различна. В этом случае создаются условия для возникновения скалярного потока тепла от одних веществ к другим (явление релаксации [1]), и в то же время протекает химическая реакция [1]. В этом случае в каждой точке рассматриваемой фазы имеются две или более температур [1].

Целью настоящей работы является получение потенциально-потокowych уравнений динамики гомогенных химических превращений, справедливых как вблизи равновесия, так и вдали от него [5, 6].

В качестве рассматриваемых гомогенных систем могут выступать:

- смесь реагирующих между собой идеальных газов, между молекулами которых отсутствуют силы притяжения;
- смесь реагирующих между собой реальных газов;
- смесь электронов и ионов в плазме;
- смесь реальных или идеальных газов, находящаяся в порах твердого тела (такие системы широко распространены в материаловедении), которая реагирует с этим твердым телом и (или) между собой.

В растворах наличия реагентов с разными температурами невозможно, т.к. силы взаимодействия молекул растворенных веществ с молекулами растворителя соответствуют силам межмолекулярных взаимодействий на расстояниях, соизмеримом с диаметром молекул [9]. Поэтому, если по каким-то причинам средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул (температура) растворенного вещества будет отличаться от растворителя, то в результате этих межмолекулярных взаимодействий эти энергии практически мгновенно сравниваются. Поэтому говорить о различающихся температурах растворителя и растворенного вещества нет смысла. Поэтому, в случае гомогенных реакций, протекающих в растворе, температуры всех реагентов одинаковы. Такие системы рассматриваются методами, изложенными в [2, 4]; в настоящей работе растворы рассматриваться не будут. Для вышеперечисленных гомогенных систем энергия межмолекулярного взаимодействия между молекулами различных реагентов зависит от объема системы и соответствующих чисел молей реагентов (в отличие от растворов, где энергия взаимодействия молекул растворенного вещества с растворителем зависит от температуры раствора [10]).

В случае гомогенных химических превращений с одинаковыми температурами реагентов в работе [4] в соответствие с формализмом потенциально-потокowego метода [5] проводится декомпозиция химически реагирующей системы на простые подсистемы [4, 5] следующих видов:

- 1) подсистемы, в которых протекает только одна реакция (одностадийная или многостадийная), которая несопряжена с другими химическими реакциями, протекающими в рассматриваемой системе;
- 2) подсистемы, в которых протекают две или более сопряженных между собой реакций [11, 12], детальный механизм которых может быть неизвестен, но стехиометрические уравнения самих стадий известны; причем эти сопряженные между собой реакции не сопряжены с другими реакциями в системе;
- 3) подсистемы, в которых реакции, протекающие в них, экспериментально неизвестны.

В случае гомогенных химических превращений с разными температурами реагентов вышеописанная декомпозиция на простые подсистемы, как нетрудно видеть, остается актуальной. Помимо этой декомпозиции необходимо в рассматриваемой гомогенной системе выделять группы реагентов с одинаковой температурой (т.е. температуры реагентов, входящих в каждую из этих групп, в течение всей эволюции к равновесному состоянию одинаковы). В каждой из простых подсистем участвуют группы реагентов, причем температуры этих групп различаются. Простые подсистемы, в которые входят одни и те же группы реагентов, можно объединить в химически реагирующие подсистемы, в которых участвуют эти группы реагентов. Группы реагентов, входящие в эти подсистемы, участвуют и в химических превращениях, и обмениваются теплом, причем в общем случае возможны перекрестные эффекты [1, 7]. Поэтому далее эти подсистемы, не являющиеся простыми, будут называться *химически-релаксационными*, т.к. в них имеют место и химические превращения, и теплообмен между отдельными группами реагентов. Более того, из взаимной несопряженности простых подсистем следует взаимная несопряженность химически-релаксационных подсистем; а также, ни одна пара химически-релаксационных подсистем не имеет общих простых подсистем, и любая простая подсистема входит в химически-релаксационную подсистему. В частных случаях химически-релаксационная подсистема является одновременно и простой подсистемой. А также в частных случаях в химически-релаксационную подсистему входит только одна группа реагентов, имеющих одинаковую температуру – в этом случае химические превращения в этой химически-релаксационной подсистеме моделируются в соответствие с формализмом, описанным в [4].

Таким образом, в случае гомогенных химических превращений, в которых температуры реагентов различаются, система оказывается декомпонованной на химически-релаксационные подсистемы, каждая химически релаксационная подсистема оказывается декомпонованной на простые подсистемы.

Приращение чисел молей реагентов в рассматриваемой гомогенной системе $dx_i, i = 1, N$, где N - число реагентов в рассматриваемой химически реагирующей системе, можно представить как сумму приращений чисел молей реагентов в каждой химически-релаксационной системе $dx_i^{(s)}, s = 1, n_{xp}, i = 1, N$, где n_{xp} - число химически-релаксационных подсистем

$$dx_i = \sum_{s=1}^{n_{xp}} dx_i^{(s)}, i = 1, N. \quad (1)$$

Для одной химически-релаксационной подсистемы нетрудно аналогично [4] записать уравнение баланса

$$dx_i^{(s)} + \sum_{j=1}^{m_s} \alpha_{i,j}^{(s)} dx_j^{(s)} = 0, i = 1, N, s = 1, n_{xp}, \quad (2)$$

где m_s - число степеней свободы s -й химически-релаксационной подсистемы; $\alpha_{i,j}^{(s)}$ - коэффициенты баланса s -й химически-релаксационной подсистемы; $dx_1^{(s)} \dots dx_{m_s}^{(s)}$ - приращения независимых реагентов s -й химически-релаксационной подсистемы. Отсюда, согласно (1) и (2) получим уравнение баланса:

$$dx_i + \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{j=1}^{m_s} \alpha_{i,j}^{(s)} dx_j^{(s)} = 0, i = 1, N. \quad (3)$$

Химически-релаксационная подсистема декомпонуется на простые подсистемы, поэтому аналогично [4] получим уравнение баланса:

$$dx_i^{(s)} = \sum_{k=1}^{n_p^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} (v_{i,j}^{(s,k)} - v_{i,j}^{(s,k)}) d\xi_j^{(s,k)} - \sum_{k=n_p^{(s)}+1}^{n_p^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} \alpha_{i,j}^{(s,k)} dx_j^{(s,k)}, i = 1, N, s = 1, n_{xp}, \quad (4)$$

где $n_p^{(s)}$, $n^{(s)}$ - число простых подсистем, удовлетворяющих пунктам 1 и 2 и общее число простых подсистем рассматриваемой s -й химически-релаксационной подсистемы соответственно; $m_s^{(k)}$ - число степеней свободы рассматриваемой простой подсистемы s -й химически-релаксационной подсистемы; $v_{i,j}^{(s,k)}$, $v_{i,j}^{(s,k)}$ - стехиометрические коэффициенты исходных реагентов и продуктов j -й реакции в k -й простой подсистеме s -й химически-релаксационной подсистемы соответственно; $\alpha_{i,j}^{(s,k)}$ - коэффициенты баланса k -й простой подсистемы s -й химически-релаксационной подсистемы, аналогичные $\alpha_{i,j}^{(s)}$; $d\xi_1^{(s,k)} \dots d\xi_{m_s^{(k)}}^{(s,k)}$ - приращения мер реакций в k -й простой подсистеме s -й химически-релаксационной подсистемы; $dx_1^{(s,k)} \dots dx_{m_s^{(k)}}^{(s,k)}$ - независимые приращения чисел молей реагентов в k -й простой подсистеме s -й химически-релаксационной подсистемы. Согласно уравнениям (1) и (4) получим уравнение баланса системы с учетом ее декомпозиции на простые подсистемы

$$dx_i = \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{k=1}^{n_p^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} (v_{i,j}^{(s,k)} - v_{i,j}^{(s,k)}) d\xi_j^{(s,k)} - \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{k=n_p^{(s)}+1}^{n_p^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} \alpha_{i,j}^{(s,k)} dx_j^{(s,k)}, i = 1, N. \quad (5)$$

Из уравнений (4) и (5) нетрудно получить связь между приращениями независимых химических переменных простых подсистем и химически-релаксационных подсистем

$$dx_i^{*(s)} = \sum_{k=1}^{n_p^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} (v_{i,j}^{*(s,k)} - v_{i,j}^{*(s,k)}) d\xi_j - \sum_{k=n_p^{(s)}+1}^{n_p^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} \alpha_{i,j}^{*(s,k)} dx_j^{*(s,k)}, i = 1, m_s, s = 1, n_{xp}, \quad (6)$$

где звездочка в верхних индексах коэффициентов матриц означает, что берутся только те строки матриц из уравнений (4), которые в этих уравнениях соответствуют приращениям $dx_1^{*(s)} \dots dx_{m_s^{(k)}}^{*(s)}$.

Внутренняя энергия рассматриваемой однородной химически реагирующей системы складывается из внутренних энергий отдельных групп реагентов U_i и энергий их взаимодействия $\Phi_{i,j}$ [10 – 12]

$$U = \sum_{i=1}^{N_{rp}} U_i + \sum_{i=1}^{N_{rp}} \sum_{j=i+1}^{N_{rp}} \Phi_{i,j}, \quad (7)$$

где N_{rp} - число групп реагентов с одинаковой температурой. Входящие в систему реагенты имеют равновесное статистическое распределение [11, 12], а потому число микросостояний, реализующих макросостояние каждого реагента, в рассматриваемой системе то же, что и для рассматриваемого реагента, отдельно взятого при текущих макроскопических параметрах. Поэтому число микросостояний системы, реализующих данное макросостояние системы, G равно произведению микросостояний каждого реагента, а значит, каждой группы G_i

$$G = \prod_{i=1}^{N_{rp}} G_i. \quad (8)$$

Из статистической физики известна связь между энтропией и статистическим весом [11, 12]

$$S = \ln G, S_i = \ln G_i, i = 1, N_{rp}. \quad (9)$$

Отсюда, согласно (8) и (9), получим

$$S = \sum_{i=1}^{N_{rp}} S_i. \quad (10)$$

Химический потенциал является мерой энергии, приносимой в систему частицами, причем в эту энергию не входит энергия беспорядочного движения, приносимая этими частицами [10]. Отсюда, химический потенциал j -го реагента μ_j

$$\mu_j = \left(\frac{\partial U}{\partial x_j} \right)_{vS_i}, j = 1, N. \quad (11)$$

В случае равных температур реагентов, как нетрудно видеть, уравнение (11) переходит в соответствующее уравнение, приведенное в [2, 3]. Согласно (7) и (11)

$$\mu_j = \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} \right)_{vS_i} + \sum_{k=1}^{N_{rp}} \left(\frac{\partial \Phi_{i,k}}{\partial x_j} \right)_v = \bar{\mu}_j + \sum_{k=1}^{N_{rp}} \left(\frac{\partial \Phi_{i,k}}{\partial x_j} \right)_v, \bar{\mu}_j = \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} \right)_{vS_i}, j = 1, N, \quad (12)$$

где i - номер группы, в которую входит j -й реагент; $\bar{\mu}_j$ - химический потенциал j -го реагента, входящего в отдельно взятую i -ю группу реагентов.

Каждая группа реагентов с одинаковыми температурами получает теплоту в результате хаотического взаимодействия молекул из разных групп реагентов и приносится с реагентами в результате протекания химических превращений. В соответствие с первым началом термодинамики [10] и основным уравнением термодинамики для каждой группы реагентов с одинаковой температурой [2, 3]

$$T_i dS_i = \delta Q_i = dU_i - \sum_{j=1}^N \bar{\mu}_j dx_j, i = 1, N_{rp}, \quad (13)$$

где условие $j \in i$ в суммировании в уравнении (13) означает суммирование только по тем j -м реагентам, которые входят в i -ю группу; δQ_i - количество теплоты, полученное i -й группой реагентов (в том числе и тепло, «принесенное» реагентами в результате химических превращений внутри системы). Поэтому, как и видно из (13), приращение энтропии и определяется отношением δQ_i к T_i в отличие от [7] с. 45 – 46, где под теплотой понимается лишь теплота, полученная системой в результате хаотического взаимодействия молекул. Также в силу первого начала термодинамики для изолированной системы и согласно (7)

$$\sum_{i=1}^{N_{rp}} dU_i + \sum_{i=1}^{N_{rp}} \sum_{j=i+1}^{N_{rp}} \sum_{k=1}^N \left(\frac{\partial \Phi_{i,j}}{\partial x_k} \right)_v dx_k = 0. \quad (14)$$

Просуммировав уравнение (13) по всем группам реагентов с учетом (12), (14), получим

$$\sum_{i=1}^{N_{rp}} \delta Q_i = - \sum_{j=1}^N \mu_j dx_j = \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{j=1}^{m_s} X_j^{(s)} dx_j^{*(s)}, \quad (15)$$

$$X_j^{(s)} = \sum_{i=1}^N \alpha_{i,j}^{(s)} \mu_i, j = 1, m_s, s = 1, n_{xp},$$

где $X_j^{(s)}$ - сродства химических превращений, аналогичные введенным в [4], в химически-релаксационных подсистемах. Из (15) нетрудно видеть, что сумма теплот, полученных каждой группой реагентов, равна некомпенсированной теплоте, которая выделяется в системе в результате работы химических сродств [3, 7], эта некомпенсированная теплота, $\delta Q_{\text{выд}}^{(s)}$ определяется аналогично в соответствие с [3, 7]

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{N_{rp}} \delta Q_i &= \sum_{s=1}^{n_{xp}} \delta Q_{\text{выд}}^{(s)}; \delta Q_{\text{выд}}^{(s)} = -\sum_{j=1}^N \mu_j dx_j^{(s)} = \\ &= \sum_{j=1}^{m_s} X_j^{(s)} dx_j^{*(s)}, s = 1, n_{xp}. \end{aligned} \quad (16)$$

Аналогично [4] и вышеприведенным рассуждениям нетрудно показать, что

$$\begin{aligned} \delta Q_{\text{выд}}^{(s)} &= \sum_{k=1}^{n_p^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} X_{\xi j}^{(s,k)} d\xi_1^{(s,k)} + \sum_{k=n_p^{(s)}+1}^{n^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} X_j^{(s,k)} dx_j^{*(s,k)}, s = 1, n_{xp}, \\ X_{\xi j}^{(s,k)} &= \sum_{i=1}^N (v_{i,j}^{(s,k)} - v_{i,j}^{(s)}) \mu_i, j = 1, m_s^{(k)}, k = 1, n_p^{(s)}, s = 1, n_{xp}, \\ X_j^{(s,k)} &= \sum_{i=1}^N \alpha_{ij}^{(s,k)} \mu_i, j = 1, m_s^{(k)}, k = n_p^{(s)} + 1, n^{(s)}, s = 1, n_{xp}, \end{aligned} \quad (17)$$

где $X_{\xi j}^{(s,k)}$, $X_j^{(s,k)}$ - сродства химических превращений, аналогичные введенным в [4], в простых подсистемах химически-релаксационных подсистем.

Количества теплот δQ_i , полученные каждой группой реагентов с равными температурами, складываются из перенесенных между реагентами теплот $\delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(i,j)}$ (сюда входит как составляющая, переданная в результате хаотического взаимодействия молекул, так и составляющая, перенесенная в результате протекания химических превращений) и выделившихся некомпенсированных теплот $\beta_i^{(s)} \delta Q_{\text{выд}}^{(s)}$, где $\beta_i^{(s)}$ - доля выделившейся в s -й химически-релаксационной подсистеме некомпенсированной теплоты, выделившейся в i -й группе реагентов

$$\delta Q_i = \sum_{s=1}^{n_{xp}} \beta_i^{(s)} \delta Q_{\text{выд}}^{(s)} - \sum_{j=1}^{i-1} \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(i,j)} + \sum_{j=i+1}^{N_{rp}} \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)}, \quad (18)$$

причем

$$\sum_{i=1}^N \beta_i^{(s)} = 1, s = 1, n_{xp}. \quad (19)$$

Приращение энтропии системы согласно (10), (13), (18) примет вид

$$d^{(i)} S = \sum_{i=1}^{N_{rp}} \sum_{j=i+1}^{N_{rp}} \left(\frac{1}{T_i} - \frac{1}{T_j} \right) \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)} + \sum_{s=1}^{n_{xp}} \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \delta Q_{\text{выд}}^{(s)}. \quad (20)$$

Уравнение (20), как видно из (16), (17), (19) в случае равных температур сводится к соответствующему уравнению, приведенному в [2, 3].

Одни и те же пары групп реагентов, обменивающиеся теплом, могут входить одновременно в несколько химически-релаксационных подсистем. Поэтому, переданную теплоту $\delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)}$ можно представить в виде сумм этих теплот, перенесенных в каждой химически-релаксационной подсистеме, $\delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)(s)}$, а также в виде сумм теплот, перенесенных в каждой простой подсистеме, $\delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)(s,k)}$ (при этом теплоты, связанные с соударением молекул, также раскладываются – эти теплоты в химически-релаксационных и простых подсистемах передаются за счет соударения молекул, реагирующих в этих подсистемах)

$$\begin{aligned} \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)} &= \sum_{s=1}^{n_{xp}} \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)(s)} = \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{k=1}^{n^{(s)}} \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)(s,k)}, j = i + 1, N_{rp}, i = 1, N_{rp}, \\ \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)(s)} &= \sum_{k=1}^{n^{(s)}} \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)(s,k)}, j = i + 1, N_{rp}, i = 1, N_{rp}, s = 1, n_{xp}. \end{aligned} \quad (21)$$

Согласно (16), (21) уравнение (20) примет вид

$$d^{(i)} S = \sum_{s=1}^{n_{xp}} \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \sum_{j=i+1}^{N_{rp}} \left(\frac{1}{T_i} - \frac{1}{T_j} \right) \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)(s)} + \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \sum_{j=1}^{m_s} X_j^{(s)} dx_j^{*(s)} \right); \quad (22)$$

согласно (17), (21) уравнение (20) примет вид

$$\begin{aligned} d^{(i)} S &= \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{k=1}^{n^{(s)}} \sum_{i=1}^{N_{rp}} \sum_{j=i+1}^{N_{rp}} \left(\frac{1}{T_i} - \frac{1}{T_j} \right) \delta \bar{Q}_{\text{пер}}^{(j,i)(s,k)} + \\ &+ \sum_{s=1}^{n_{xp}} \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \left(\sum_{k=1}^{n_p^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} X_{\xi j}^{(s,k)} d\xi_j^{(s,k)} + \sum_{k=n_p^{(s)}+1}^{n^{(s)}} \sum_{j=1}^{m_s^{(k)}} X_j^{(s,k)} dx_j^{*(s,k)} \right). \end{aligned} \quad (23)$$

Отсюда, потенциально-потокосые уравнения для химико-релаксационных подсистем примут вид [5, 6]:

$$\begin{aligned} \frac{\delta Q_{\text{пер}}^{(j,i)(s)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} A_{(k,l)Q\xi}^{(j,i)(s)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \sum_{k=1}^{m_s} A_{(k)\xi\xi}^{(j,i)(s)} X_k^{(s)}, \\ j &= i + 1, N_{rp}, i = 1, N_{rp}, s = 1, n_{xp}; \\ \frac{dx_j^{*(s)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} A_{(k,l)\xi\xi}^{(j)(s)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \sum_{k=1}^{m_s} A_{(k)\xi\xi}^{(j)(s)} X_k^{(s)}, \\ j &= 1, m_s, s = 1, n_{xp}; \end{aligned} \quad (24)$$

а потенциально-потокосые уравнения для простых подсистем примут вид [5, 6]:

$$\begin{aligned} \frac{\delta Q_{nsp}^{(j,i)(s,q)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} A_{\xi(k,l)Q\xi}^{(j,i)(s,q)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \\ &+ \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \sum_{k=1}^{m_s^{(q)}} A_{\xi(k)\xi\xi}^{(j,i)(s,q)} X_{\xi k}^{(s,q)}, j = i + 1, N_{rp}, i = 1, N_{rp}, \\ q &= 1, n_p^{(s)}, s = 1, n_{xp} \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \frac{d\xi_j^{(s,q)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} A_{\xi(k,l)\xi Q}^{(j)(s,q)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \\ &+ \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \sum_{k=1}^{m_s^{(q)}} \bar{A}_{\xi(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)} X_{\xi k}^{(s,q)}, j = 1, m_s, q = 1, n_p^{(s)}, s = 1, n_{xp}. \\ \frac{\delta Q_{nsp}^{(j,i)(s,q)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} A_{(k,l)Q\xi}^{(j,i)(s,q)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \\ &+ \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \sum_{k=1}^{m_s^{(q)}} A_{(k)\xi\xi}^{(j,i)(s,q)} X_k^{(s,q)}, j = i + 1, N_{rp}, i = 1, N_{rp}, \\ q &= n_p^{(s)} + 1, n^{(s)}, s = 1, n_{xp} \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} \frac{dx_j^{+(s,q)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} A_{(k,l)\xi Q}^{(j)(s,q)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \\ &+ \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \sum_{k=1}^{m_s^{(q)}} \bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)} X_k^{(s,q)}, j = 1, m_s, q = n_p^{(s)} + 1, n^{(s)}, s = 1, n_{xp}. \end{aligned}$$

Однако выше было сказано, что теплоту частично несут с собой реагирующие молекулы. Поэтому, введя матрицы переноса теплоты:

$$\| \bar{Q}_k^{(j,i)(s)} \| = \| A_{(k)\xi\xi}^{(j,i)(s)} \| \| \bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s)} \|^{-1}, s = 1, n_{xp}, \quad (27)$$

$$\| \bar{Q}_{\xi k}^{(j,i)(s,q)} \| = \| A_{\xi(k)\xi\xi}^{(j,i)(s,q)} \| \| \bar{A}_{\xi(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)} \|^{-1}, q = 1, n_p^{(s)}, s = 1, n_{xp}, \quad (28)$$

$$\| \bar{Q}_k^{(j,i)(s,q)} \| = \| A_{(k)\xi\xi}^{(j,i)(s,q)} \| \| \bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)} \|^{-1}, q = n_p^{(s)} + 1, n^{(s)}, s = 1, n_{xp}, \quad (29)$$

и матрицы теплопередачи:

$$\| \lambda_{(k,l)}^{(j,i)(s)} \| = \| A_{(k,l)Q\xi}^{(j,i)(s)} \| - \| A_{(k)\xi\xi}^{(j,i)(s)} \| \| \bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s)} \|^{-1} \| A_{(k,l)\xi Q}^{(j)(s)} \|, s = 1, n_{xp}, \quad (30)$$

$$\| \lambda_{(k,l)}^{(j,i)(s,q)} \| = \| A_{\xi(k,l)Q\xi}^{(j,i)(s,q)} \| - \| A_{\xi(k)\xi\xi}^{(j,i)(s,q)} \| \| \bar{A}_{\xi(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)} \|^{-1} \| A_{\xi(k,l)\xi Q}^{(j)(s,q)} \|, \quad (31)$$

$$\| \lambda_{(k,l)}^{(j,i)(s,q)} \| = \| A_{(k,l)Q\xi}^{(j,i)(s,q)} \| - \| A_{(k)\xi\xi}^{(j,i)(s,q)} \| \| \bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)} \|^{-1} \| A_{(k,l)\xi Q}^{(j)(s,q)} \|, \quad (32)$$

а также матрицы

$$\| A_{(k)}^{(j)(s)} \| = \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \| \bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s)} \|, s = 1, n_{xp}, \quad (33)$$

$$\| R_{(k)}^{(j)(s,q)} \| = \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \| \bar{A}_{\xi(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)} \|, q = 1, n_p^{(s)}, s = 1, n_{xp}, \quad (34)$$

$$\| A_{(k)}^{(j)(s,q)} \| = \left(\sum_{i=1}^{N_{rp}} \frac{\beta_i^{(s)}}{T_i} \right) \| \bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)} \|, q = n_p^{(s)} + 1, n^{(s)}, s = 1, n_{xp}, \quad (35)$$

получим согласно (24) – (26)

$$\begin{aligned} \frac{\delta Q_{nsp}^{(j,i)(s)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} \lambda_{(k,l)}^{(j,i)(s)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \sum_{k=1}^{m_s} \bar{Q}_k^{(j,i)(s)} \frac{dx_k^{+(s)}}{dt}, \\ j &= i + 1, N_{rp}, i = 1, N_{rp}, s = 1, n_{xp}; \end{aligned} \quad (36)$$

$$\begin{aligned} \frac{dx_j^{+(s)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} A_{(k,l)\xi Q}^{(j)(s)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \sum_{k=1}^{m_s} A_{(k)}^{(j)(s)} X_k^{(s)}, j = 1, m_s, s = 1, n_{xp}; \\ \frac{\delta Q_{nsp}^{(j,i)(s,q)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} \lambda_{(k,l)}^{(j,i)(s,q)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \sum_{k=1}^{m_s^{(q)}} \bar{Q}_{\xi k}^{(j,i)(s,q)} \frac{d\xi_k^{(s,q)}}{dt}, \\ j &= i + 1, N_{rp}, i = 1, N_{rp}, q = 1, n_p^{(s)}, s = 1, n_{xp}; \\ \frac{d\xi_j^{(s,q)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} A_{\xi(k,l)\xi Q}^{(j)(s,q)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \sum_{k=1}^{m_s^{(q)}} R_{(k)}^{(j)(s,q)} X_{\xi k}^{(s,q)}, \\ j &= 1, m_s, q = 1, n_p^{(s)}, s = 1, n_{xp}. \end{aligned} \quad (37)$$

$$\begin{aligned} \frac{\delta Q_{nsp}^{(j,i)(s,q)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} \lambda_{(k,l)}^{(j,i)(s,q)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \\ &+ \sum_{k=1}^{m_s^{(q)}} \tilde{Q}_k^{(j,i)(s,q)} \frac{dx_k^{*(s,q)}}{dt}, j = i + 1, N_{rp}, i = 1, N_{rp}, q = n_p^{(s)} + 1, n^{(s)}, s = 1, n_{xp}; \\ \frac{dx_j^{*(s,q)}}{dt} &= \sum_{k=1}^{N_{rp}} \sum_{l=k+1}^{N_{rp}} A_{(k,l)\xi\tilde{Q}}^{(j)(s,q)} \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_l} \right) + \\ &+ \sum_{k=1}^{m_s^{(q)}} A_{(k)}^{(j)(s,q)} X_k^{(s,q)}, j = 1, m_s, q = n_p^{(s)} + 1, n^{(s)}, s = 1, n_{xp}. \end{aligned} \quad (38)$$

Согласно [5] и уравнений баланса (6) и (21), а также в силу (24) – (26) имеем

$$\begin{aligned} \|A_{(k)}^{(j)(s)}\| &= \sum_{q=1}^{n_p^{(s)}} \|v_{k,j}^{*(s,q)} - v_{k,j}^{***(s,q)}\| \|R_{(k)}^{(j)(s,q)}\| \|v_{k,j}^{*(s,q)} - v_{k,j}^{***(s,q)}\|^T + \\ &+ \sum_{q=1+n_p^{(s)}}^{n^{(s)}} \|\alpha_{k,j}^{*(s,q)}\| \|A_{(k)}^{(j)(s,q)}\| \|\alpha_{k,j}^{*(s,q)}\|^T, \end{aligned} \quad (39)$$

$$\begin{aligned} \|A_{(k,l)\xi\tilde{Q}}^{(j)(s)}\| &= \sum_{q=1}^{n_p^{(s)}} \|v_{k,j}^{*(s,q)} - v_{k,j}^{***(s,q)}\| \|A_{\xi(k,l)\xi\tilde{Q}}^{(j)(s,q)}\| - \\ &- \sum_{q=1+n_p^{(s)}}^{n^{(s)}} \|\alpha_{k,j}^{*(s,q)}\| \|A_{(k,l)\xi\tilde{Q}}^{(j)(s,q)}\|, s = 1, n_{xp} \end{aligned} \quad (40)$$

$$\begin{aligned} \|A_{(k)\tilde{Q}\xi}^{(j,i)(s)}\| &= \sum_{q=1}^{n_p^{(s)}} \|A_{\xi(k)\tilde{Q}\xi}^{(j,i)(s,q)}\| \|v_{k,j}^{*(s,q)} - v_{k,j}^{***(s,q)}\|^T - \\ &- \sum_{q=1+n_p^{(s)}}^{n^{(s)}} \|A_{(k)\tilde{Q}\xi}^{(j,i)(s,q)}\| \|\alpha_{k,j}^{*(s,q)}\|^T, s = 1, n_{xp} \end{aligned} \quad (41)$$

$$\|A_{(k,l)\tilde{Q}\tilde{Q}}^{(j,i)(s)}\| = \sum_{q=1}^{n_p^{(s)}} \|A_{\xi(k,l)\tilde{Q}\tilde{Q}}^{(j,i)(s,q)}\| + \sum_{q=1+n_p^{(s)}}^{n^{(s)}} \|A_{(k,l)\tilde{Q}\tilde{Q}}^{(j,i)(s,q)}\|. \quad (42)$$

Условие (42) аналогично условию связи между соответствующими матрицами в случае равенства температур всех реагентов [4]. Используя (27) – (29), (41), нетрудно получить связь между матрицами переноса теплоты

$$\begin{aligned} \|\tilde{Q}_k^{(j,i)(s)}\| \|\bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s)}\| &= \sum_{q=1}^{n_p^{(s)}} \|\tilde{Q}_k^{(j,i)(s,q)}\| \|\bar{A}_{\xi(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)}\| \|v_{k,j}^{*(s,q)} - v_{k,j}^{***(s,q)}\|^T - \\ &- \sum_{q=1+n_p^{(s)}}^{n^{(s)}} \|\tilde{Q}_k^{(j,i)(s,q)}\| \|\bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)}\| \|\alpha_{k,j}^{*(s,q)}\|^T, \end{aligned}$$

отсюда, согласно (33) – (35), (39) получим

$$\begin{aligned} \sum_{q=1}^{n_p^{(s)}} (\|\tilde{Q}_{\xi k}^{(j,i)(s,q)}\| - \|\tilde{Q}_k^{(j,i)(s)}\| \|v_{k,j}^{*(s,q)} - v_{k,j}^{***(s,q)}\|) \|\bar{A}_{\xi(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)}\| \|v_{k,j}^{*(s,q)} - v_{k,j}^{***(s,q)}\|^T - \\ - \sum_{q=1+n_p^{(s)}}^{n^{(s)}} (\|\tilde{Q}_k^{(j,i)(s,q)}\| + \|\tilde{Q}_k^{(j,i)(s)}\| \|\alpha_{k,j}^{*(s,q)}\|) \|\bar{A}_{(k)\xi\xi}^{(j)(s,q)}\| \|\alpha_{k,j}^{*(s,q)}\|^T = 0, s = 1, n_{xp}. \end{aligned} \quad (43)$$

Нетрудно, варьируя химическими переменными аналогично как в [4] показать, что матрицы переноса теплоты связаны между собой соотношениями

$$\|\tilde{Q}_{\xi k}^{(j,i)(s,q)}\| = \|\tilde{Q}_k^{(j,i)(s)}\| \|v_{k,j}^{*(s,q)} - v_{k,j}^{***(s,q)}\|, q = 1, n_p^{(s)}, s = 1, n_{xp}, \quad (44)$$

$$\|\tilde{Q}_k^{(j,i)(s,q)}\| = -\|\tilde{Q}_k^{(j,i)(s)}\| \|\alpha_{k,j}^{*(s,q)}\|, q = n_p^{(s)} + 1, n^{(s)}, s = 1, n_{xp}. \quad (45)$$

Из уравнения (43) видно, что уравнения (44) и (45) не противоречат условиям (39) – (42); в случае если число степеней свободы химически-релаксационной подсистемы равна сумме степеней свободы простых подсистем этой подсистемы, то (44), (45) непосредственно следует из (43). Таким образом, разрабатывая методику построения матриц потенциально-поточковых уравнений простых подсистем, необходимо соблюдать выполнение условий (44) и (45).

Согласно (30) – (32), (41), (42), (44), (45) получим

$$\|\lambda_{(k,l)}^{(j,i)(s)}\| = \sum_{q=1}^{n_p^{(s)}} \|\lambda_{(k,l)}^{(i,j)(s,q)}\|, s = 1, n_{xp}. \quad (46)$$

Аналогично (46) введем коэффициенты теплопередачи групп реагентов с одинаковыми температурами

$$\|\lambda_{(k,l)}^{(j,i)}\| = \sum_{s=1}^{n_{xp}} \|\lambda_{(k,l)}^{(j,i)(s)}\| = \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{q=1}^{n^{(s)}} \|\lambda_{(k,l)}^{(j,i)(s,q)}\| \quad (47)$$

согласно (46). Просуммировав первые уравнения систем (37) и (38), получим в силу (6), (21), (44) – (46) первое уравнение системы (36). Просуммировав первые уравнения системы (36), получим согласно (21), (47) уравнение для переданных теплот, учитывая, что передача теплоты за счет взаимодействий определяется только парами температур групп, получим, введя коэффициент теплоотдачи $\lambda^{(j,i)} = \lambda_{(i,j)}^{(j,i)}$

$$\frac{\delta Q_{nsp}^{(j,i)}}{dt} = \lambda^{(j,i)} \left(\frac{1}{T_i} - \frac{1}{T_j} \right) + \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{k=1}^{m_s} \tilde{Q}_k^{(j,i)(s)} \frac{dx_k^{*(s)}}{dt}, j = i + 1, N_{rp}, i = 1, N_{rp}. \quad (48)$$

Согласно (6), (44), (45) уравнение (48) примет вид

$$\frac{\delta Q_{nsj}^{(j,i)}}{dt} = \lambda^{(j,i)} \left(\frac{1}{T_i} - \frac{1}{T_j} \right) + \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{q=1}^{n_p^{(s)}} \sum_{k=1}^{m_s^{(q)}} Q_{\xi k}^{(j,i)(s,q)} \frac{dx_k^{(s,q)}}{dt} + \sum_{s=1}^{n_{xp}} \sum_{q=n_p^{(s)}+1}^{m_s^{(q)}} Q_k^{(j,i)(s,q)} \frac{dx_k^{(s,q)}}{dt}, j = i + 1, N_{TP}, i = 1, N_{TP}. \quad (49)$$

Из систем (36) – (38) имеют смысл для дальнейшего применения только вторые уравнения, которые в случае равных температур реагентов сводятся к аналогичным уравнениям, приведенным в [4].

Таким образом, полученная система потенциально-потоковых уравнений для химических превращений в гомогенных системах с идеальным перемешиванием в случае разных температур реагентов это: вторые уравнения систем (36) – (38), а также (21), (39), (40), (44) – (49). Используя эти уравнения, нетрудно в силу (13), (16) – (18), а также воспользовавшись уравнением для приращения внутренней энергии получить уравнения баланса теплоты для каждой группы реагентов.

Литература

1. С.Р. де Гроот. Термодинамика необратимых процессов. – М.: Гос. изд. технико-теоретической литературы, 1956. – 281 с.
2. И. Пригожин, Р. Дефей. Химическая термодинамика. – Новосибирск: Изд-во «Наука», Сибирское отделение, 1966. – 500 с.
3. В.И. Крутов, С.И. Исаев, И.А. Кожин и др. Техническая термодинамика; под ред. В.И. Крутова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк. 1991. – 384 с.
4. В.И. Быков, И.Е. Старостин. Квазиградиентные модели динамики химических превращений в закрытых химически-реагирующих системах // Сложные системы. – М.: Изд-во МГУ, 2012. Т.2. № 1 – С. 144 – 152.
5. С.П. Халютин, И.Е. Старостин. Потенциально-потоковый метод моделирования неравновесных процессов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – Пенза: Издательство ПГУ, 2012. № 2 – С. 25 – 35.
6. Старостин И.Е. Квазиградиентные имитационные математические модели неравновесных процессов. // Моделирование неравновесных систем: Материалы XIII Всероссийского семинара / Под. ред. В.В. Слабко. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2010. – С. 187 – 192.
7. Агеев Е.П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 136 с.
8. Бахарева И.Ф. Нелинейная неравновесная термодинамика; под. ред. М.Ф. Бахаревой. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1976. – 140 с.
9. Гуров А.А., Бадаев Ф.З. Овчаренко Л.П., Шаповал В.Н. Химия. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 748 с.
10. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т.1: Теория равновесных систем: Термодинамика. – Изд. 2-е, суц. перераб. и доп. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 240 с. В 3-х т.
11. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т.2: Теория равновесных систем: Статистическая физика. – Изд. 2-е, суц. перераб. и доп. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 432 с. В 3-х т.
12. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: Изд-во «Наука», 1990. – 591 с.

КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕРАВНОВЕСНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО-ПОТОКОВОГО МЕТОДА

Быков В.И., *Халютин С.П., *Старостин И.Е.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

** Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»*

В настоящем докладе рассматриваются вопросы качественного анализа динамики переходных процессов в незамкнутых неравновесных системах потенциально-потоковым методом на основе анализа обратной связи. В соответствие с излагаемым в настоящем докладе подходом для каждого набора переменных состояния вводится функция, которая в частных случаях сводится к функции Ляпунова. По геометрии поверхностей уровня этой функции и знаку скорости изменения этой функции в силу протекания неравновесных процессов делаются качественные выводы о характере протекания процессов.

Qualitative analysis of transient processes dynamics in non-equilibrium systems based on the potential-streaming method, V.I. Bykov, S.P. Khalyutin, I.E. Starostin

The present report deals with the qualitative analysis of the dynamics of transient processes in non-equilibrium non-closed systems of potentially-stream method based on analysis of feedback. According to the report set out in this approach for each set of state variables introduced a feature that in special cases reduces to a Lyapunov function. On the geometry of level surfaces of this function and the sign of the rate of change of this function by percolation of non-equilibrium processes, the qualitative conclusions are made about the nature of the processes.

В реальных системах, рассматриваемых в физике, обнаруживается пространственный, временной и пространственно-временной характер протекания неравновесных процессов. Временной характер протекания неравновесных процессов неотделим от динамики системы, иначе говоря, от законов движения системы – здесь особенно важны принципы однонаправленности времени и причинности. Наличие пространственно-временных особенностей протекания неравновесных процессов является всеобщим и фундаментальным свойством материи². [1]

В открытых неравновесных системах могут без нарушения общности образовываться и существовать устойчивые стационарные состояния, автоколебания (устойчивые периодические движения), устойчивые квазипериодические движения, устойчивый динамический хаос, устойчивые автоволновые процессы, и т.д. [1 – 3]. В работе [4] к автоколебаниям относятся устойчивые периодические движения (собственно автоколебания), устойчивые квазипериодические движения и устойчивый динамический хаос, поэтому далее к автоколебаниям в настоящей работе будут относиться все эти виды движений. Автоколебания, автоволновые процессы могут возникнуть только вдали от положения равновесия при особых внутренних и внешних условиях [1 – 3]. Примерами вышеописанного временного, пространственно-временного характера протекания неравновесных процессов в открытых неравновесных системах являются ячейки Бернара, когерентное лазерное излучение, химические автоколебания [1]. В работах [1 – 3] эти и подобные процессы, а именно автоколебания, устойчивые стационарные состояния, автоволновые процессы, рассматриваемые в этих работах, носят название диссипативных структур.

В работах [1] и [3] показано, что объяснение эффектов, ведущих к формированию устойчивых стационарных состояний, автоколебаний, устойчивых автоволновых процессов, а также переходных процессов к этим видам движений не требует каких-либо совершенно новых физических методов, а основывается исключительно на применении и обобщении понятий и методов теории нелинейных дифференциальных уравнений, нелинейной механики, электротехники, химической кинетики, кибернетики, и т.д.

Важную роль в физике процессов формирования устойчивых стационарных состояний, формирования и протекания автоколебаний, устойчивых автоволновых, а также переходных процессов и т.д. играет кибернетический подход [1, 5]. Кибернетическое моделирование процессов эволюции неравновесных систем, как саморегулирующихся, самоорганизующихся процессов в кибернетическом понимании позволило понять важные аспекты образования устойчивых стационарных состояний, автоколебаний, устойчивых автоволновых процессов, и т.д. путем введения обратной связи [1 – 3, 5]. На основании анализа примеров, изложенных в [1, 3], можно заключить, что диссипативность неравновесных процессов и наличие обратной связи, регулирующей приток энергии в систему извне, являются предпосылками образования устойчивых стационарных состояний, автоколебаний, устойчивых автоволновых процессов, и т.д. а также переходных процессов в неравновесных системах.

Как видно из примеров, изложенных в [1, 3], качественный анализ динамики неравновесных процессов в незамкнутых системах сводится к написанию системы динамических уравнений этой системы и численному решению этой системы, что и было сделано в [1, 3]. В общем случае для анализа и моделирования неравновесных процессов в замкнутых и незамкнутых неравновесных системах в работах [6, 7] был разработан потенциально-потокосый метод моделирования неравновесных процессов. В соответствии с этим методом моделирование неравновесных процессов в системе сводится к определению динамических сил, действующих в рассматриваемой системе, и величин восприимчивостей рассматриваемой системы к этим силам и последующим составлением уравнений неравновесных процессов в рассматриваемой системе и последующим решением этих уравнений [6, 7]. Динамические силы определяются как частные производные свободной энергии рассматриваемой системы, которая в свою очередь определяется методом классической и рациональной термодинамики [6 – 9]. Величины восприимчивостей к динамическим силам всей системы определяются, зная величины восприимчивостей отдельных физико-химических процессов, протекающих в рассматриваемой системе [7]. Эти величины известны из экспериментальных данных [7]. Частным случаем уравнений потенциально-потокосого метода являются закон электропроводности Ома, закон диффузии Фика, закон теплопроводности Фурье [7]; в работе [10] потенциально-потокосый метод применен к химическим превращениям, детальный механизм которых в общем случае неизвестен или известен частично. Таким образом, потенциально-потокосый метод моделирования неравновесных процессов, разработанный в работах [6, 7], отражает влияние динамических сил на протекание неравновесных процессов. Более того, из уравнений потенциально-потокосого метода следует убыль свободной энергии, т.е. второе начало термодинамики. Как

² В работах [1 – 3] пространственные, временные и пространственно-временные особенности протекания неравновесных процессов носит название пространственных, временных и пространственно-временных структур.

сказано в [2], свободная энергия в силу ее убываемости в результате протекания неравновесных процессов в замкнутой системе является «стрелой времени». Отсюда, потенциально-потокковые уравнения отражают принцип однонаправленности времени и причинности, которые, как было сказано выше и в [1], особенно важны для качественного анализа временной динамики протекания неравновесных процессов.

В работе [11] разработан на основе потенциально-потоккового метода качественный анализ динамики неравновесных процессов, который заключается во введении функции $\tilde{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U})$ [11], которая, как видно из [11], имеет смысл обобщенной функции свободной энергии. В частных случаях эта функция сводится к функции Ляпунова, которая позволяет анализировать устойчивость или неустойчивость стационарных состояний. Также в работе [11] было упоминание о достаточных условиях возникновения автоколебаний, которые следуют из функции $\tilde{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U})$ и знака убыви ее скорости в силу системы потенциально-потокковых уравнений. А также в этой работе было отмечено, что рассуждения, приведенные ней, можно применить и к блоку динамических переменных, проанализировав тем самым особенности переходных процессов в неравновесных системах.

Основная цель настоящей работы – применение потенциально-потоккового метода моделирования неравновесных процессов для анализа характера динамики протекания неравновесных процессов в общем случае незамкнутых (открытых) неравновесных систем с учетом декомпозиции динамических переменных на блоки. В настоящей работе мы ограничимся только временными особенностями протекания неравновесных процессов в системах с сосредоточенными параметрами; в случае распределенных параметров выделяются элементы среды и потенциально-потокковые уравнения записываются для этих элементов среды [7]. Отсюда качественный анализ динамики процессов в неравновесных системах с распределенными параметрами потенциально-потокковым методом аналогичен анализу процессов в системах с сосредоточенными параметрами этим методом.

В общем случае уравнения потенциально-потоккового метода для незамкнутых систем имеют вид [6, 7]:

$$\begin{aligned} \frac{d\vec{x}}{dt} &= A(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U})\vec{X}(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U}) + \left(\frac{d\vec{x}}{dt}\right)_{\text{внеш}}, \quad \vec{X}(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U}) = -\vec{\nabla}F(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U}) \\ \frac{d\vec{y}}{dt} &= \left(\frac{\partial \vec{y}(\vec{x}, \vec{P})}{\partial x_1} \quad \dots \quad \frac{\partial \vec{y}(\vec{x}, \vec{P})}{\partial x_m}\right)_{\vec{P}=\vec{P}(\vec{x}, \vec{y})} A(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U})\vec{X}(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U}) + \left(\frac{d\vec{y}}{dt}\right)_{\text{внеш}}, \end{aligned} \quad (1)$$

где \vec{x}, \vec{y} - динамические координаты системы (параметры, определяющие состояние рассматриваемой системы), причем \vec{x} - независимые динамические координаты системы (не связанные уравнениями баланса), а \vec{y} - зависимые динамические координаты системы (связанные с независимыми переменными \vec{x} уравнениями баланса); $\vec{y} = \vec{y}(\vec{x}, \vec{P})$ - уравнения баланса (энергии, массы, и.т.д), справедливые для замкнутой системы, а \vec{P} - сохраняющиеся в замкнутой системе величины (энергия, масса соответственно); $\left(\frac{d\vec{x}}{dt}\right)_{\text{внеш}}, \left(\frac{d\vec{y}}{dt}\right)_{\text{внеш}}$ - составляющие скоростей изменения параметров состояния системы, обусловленные взаимодействием системы с внешними подсистемами; \vec{U} - условия, в которых находится рассматриваемая система (например, температура химически реагирующей системы, влажность, и.т.д); $F(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U})$ - свободная энергия рассматриваемой неравновесной системы; $\vec{X}(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U})$ - термодинамические силы, действующие в рассматриваемой неравновесной системе (градиент $\vec{\nabla}$ в (1) берется по \vec{x} , с учетом уравнений баланса $\vec{y} = \vec{y}(\vec{x}, \vec{P})$ [6, 7]); $A(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U})$ - матрица восприимчивостей к термодинамическим силам в рассматриваемой неравновесной системе (положительно-определенная [6, 7]) [6, 7]. В настоящем докладе временные диссипативные структуры рассматриваются для случая, как и в [11]

$$\left(\frac{d\vec{y}}{dt}\right)_{\text{внеш}} = \left(\frac{\partial \vec{y}(\vec{x}, \vec{P})}{\partial x_1} \quad \dots \quad \frac{\partial \vec{y}(\vec{x}, \vec{P})}{\partial x_m}\right) \left(\frac{d\vec{x}}{dt}\right)_{\text{внеш}}, \quad (2)$$

т.е. сохранения величин \vec{P} и фиксированных условий \vec{U} . Введя внешние силы

$$\vec{X}^{(e)}(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U}) = A^{-1}(\vec{x}, \vec{y}, \vec{U}) \left(\frac{d\vec{x}}{dt}\right)_{\text{внеш}}, \quad (3)$$

и обозначив

$$\begin{aligned} F(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) &= F(\vec{x}, \vec{y}(\vec{x}, \vec{P}), \vec{U}), \quad A(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) = A(\vec{x}, \vec{y}(\vec{x}, \vec{P}), \vec{U}), \\ \vec{X}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) &= \vec{X}(\vec{x}, \vec{y}(\vec{x}, \vec{P}), \vec{U}), \quad \vec{X}^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) = \vec{X}^{(e)}(\vec{x}, \vec{y}(\vec{x}, \vec{P}), \vec{U}), \end{aligned} \quad (4)$$

получим в силу (1) – (4)

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = A(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) \left(\vec{X}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) + \vec{X}^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) \right), \quad \vec{X}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) = -\vec{\nabla}_x F(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}), \quad (5)$$

где $\vec{\nabla}_x$ - градиент по \vec{x} . Уравнение (5) будет использовано в дальнейшем для анализа временных диссипативных структур.

Любое векторное поле согласно основной теореме векторного анализа можно разложить на потенциальную и соленоидальную составляющую [12]; применительно к полю внешних сил $\vec{X}^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U})$ это разложение имеет вид [11]

$$\dot{\vec{x}}^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) = -\vec{\nabla}_{\vec{x}} F^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) + \dot{\vec{x}}_{\text{соп}}^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}), \quad (6)$$

где $F^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U})$ - потенциал (потенциальная энергия) потенциальной составляющей поля внешних сил $\dot{\vec{x}}^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U})$; $\dot{\vec{x}}_{\text{соп}}^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U})$ - соленоидальная составляющая поля внешних сил $\dot{\vec{x}}^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U})$. В работе [11] была введена функция

$$\dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) = F(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) + F^{(e)}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) - \dot{\vec{x}}_{\text{соп}}^{(e)T}(\vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U})\vec{x}, \quad (7)$$

которая, как видно из этой работы, является обобщенной функцией свободной энергии. Используя эту функцию, уравнения (5) переписываются в виде

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = -A(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U})\vec{\nabla}_{\vec{x}} \dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}), \quad \dot{\vec{x}}^* = \vec{x}, \quad (8)$$

Первое уравнение системы (8) является уравнением динамики системы, а второе уравнение является уравнением обратной связи [11]. Из уравнения (8) также видно, что в силу первого уравнения системы (8) изменение функции $\dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U})$, обусловленное изменением \vec{x} (неравновесными процессами), всегда отрицательно. Но изменение этой функции, обусловленное изменением \vec{x}^* , может быть отрицательным (отрицательная обратная связь), положительным (положительная обратная связь) или равным нулю (нулевая обратная связь). Таким образом, в случае наличия обратной связи фазовая точка также стремится к локальному минимуму функции $\dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U})$ для фиксированного значения в текущем состоянии системы, но в силу изменения \vec{x}^* , обусловленному обратной связью, этот локальный минимум может отдаляться от изображающей точки. Если в этом случае изображающая точка не успевает догнать локальный минимум, то в системе может установиться периодическое движение, квазипериодическое движение, динамический хаос, (которые относятся к автоколебаниям [13]).

Рассмотрим приращение обобщенной свободной энергии

$$\frac{d\dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U})}{dt} = -\dot{\sigma}_{\text{нр}}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) + \dot{\sigma}_{\text{обп}}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}), \quad (9)$$

где $\dot{\sigma}_{\text{нр}}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U})$ - составляющая скорости убыли свободной энергии, обусловленная прямой связью

$$\begin{aligned} \dot{\sigma}_{\text{нр}}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}}^T \dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) \frac{d\vec{x}}{dt} = \\ &= \vec{\nabla}_{\vec{x}}^T \dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) A(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) \vec{\nabla}_{\vec{x}} \dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) \end{aligned} \quad (10)$$

в силу системы (8); $\dot{\sigma}_{\text{обп}}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U})$ - составляющая скорости убыли свободной энергии, обусловленная обратной связью, в силу системы (8)

$$\begin{aligned} \dot{\sigma}_{\text{обп}}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) &= \vec{\nabla}_{\vec{x}^*}^T \dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) \frac{d\vec{x}^*}{dt} = \\ &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}^*}^T \dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) A(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) \vec{\nabla}_{\vec{x}} \dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) \end{aligned} \quad (11)$$

Из уравнения (10) также видно, что в силу положительной определенности матрицы $A(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U})$ выполняется условие

$$\dot{\sigma}_{\text{нр}}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) \geq 0, \quad (12)$$

причем знак равенства относится к состоянию равновесия и только к нему. В работе [11] было показано, что в случае выполнения во всех точках или невыполнения во всех точках физически допустимой области фазового пространства системы условия доминантности

$$\dot{\sigma}_{\text{обп}}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) > \dot{\sigma}_{\text{нр}}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U}) \quad (13)$$

возможна только эволюция системы к состоянию устойчивого равновесия (возможно несколько таких равновесных состояний) – возникновения автоколебаний в таких системах невозможно. Таким образом, необходимым условием возникновения автоколебаний является выполнение в одних точках и невыполнение в других точках условия доминантности (13). В работе [11] также было отмечено, что если, например, все локальные минимумы и максимумы находятся на границе раздела областей, то в системе возникнут автоколебания.

Таким образом, в работе [11] было показано, что функция $\dot{F}(\vec{x}, \vec{x}^*, \vec{P}, \vec{U})$ и ее производная по времени в силу системы (8) позволяют качественно предсказать поведение исследуемой неравновесной незамкнутой системы.

Используя декомпозицию динамических переменных \vec{x} рассматриваемой неравновесной системы на блоки \vec{x}^I и \vec{x}^{II}

$$\vec{x} = \begin{pmatrix} \vec{x}^I \\ \vec{x}^{II} \end{pmatrix}, \quad (14)$$

а также декомпозицию внутренних сил, матрицы восприимчивостей к внутренним силам и внешних скоростей соответственно

$$\vec{X}(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) = \begin{pmatrix} \vec{X}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \\ \vec{X}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \end{pmatrix}, \left(\frac{d\vec{x}}{dt}\right)_{\text{внеш}} = \begin{pmatrix} \left(\frac{d\vec{x}^I}{dt}\right)_{\text{внеш}} \\ \left(\frac{d\vec{x}^{II}}{dt}\right)_{\text{внеш}} \end{pmatrix}, \quad (15)$$

$$A(\vec{x}, \vec{P}, \vec{U}) = \begin{pmatrix} A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) & A^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \\ A^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) & A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \end{pmatrix}, \quad (16)$$

отсюда согласно (1), (2), (4), (14) – (16)

$$\begin{aligned} \frac{d\vec{x}^I}{dt} &= A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\vec{X}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \\ &+ A^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\vec{X}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \left(\frac{d\vec{x}^I}{dt}\right)_{\text{внеш}}, \\ \frac{d\vec{x}^{II}}{dt} &= A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\vec{X}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \\ &+ A^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\vec{X}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \left(\frac{d\vec{x}^{II}}{dt}\right)_{\text{внеш}}, \\ \vec{X}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}^I} F(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}), \\ \vec{X}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}^{II}} F(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}). \end{aligned} \quad (17)$$

Введя аналогично (3) внешние силы

$$\begin{aligned} \vec{X}^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) &= \left(A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\right)^{-1} \left(\frac{d\vec{x}^I}{dt}\right)_{\text{внеш}}, \\ \vec{X}^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) &= \left(A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\right)^{-1} \left(\frac{d\vec{x}^{II}}{dt}\right)_{\text{внеш}}, \end{aligned} \quad (18)$$

а также перекрестные силы

$$\begin{aligned} \vec{X}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}) &= \left(A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\right)^{-1} A^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\vec{X}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}), \\ \vec{X}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}) &= \left(A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\right)^{-1} A^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\vec{X}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}), \end{aligned} \quad (19)$$

получим согласно (17) – (19)

$$\begin{aligned} \frac{d\vec{x}^I}{dt} &= A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\left(\vec{X}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \right. \\ &+ \left. \vec{X}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}) + \vec{X}^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U})\right), \\ \frac{d\vec{x}^{II}}{dt} &= A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})\left(\vec{X}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \right. \\ &+ \left. \vec{X}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}) + \vec{X}^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U})\right), \\ \vec{X}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}^I} F(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}), \\ \vec{X}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}^{II}} F(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}). \end{aligned} \quad (20)$$

Уравнение (20), аналогичное уравнению (5), описывает динамику переменных \vec{x}^I и \vec{x}^{II} . Но в отличие от (5), динамика переменных определяется не только внешними силами (18), аналогичными (3), но и перекрестными силами (19). Перекрестные силы (19) являются внешними по отношению к соответствующему блоку переменных \vec{x}^I или \vec{x}^{II} , чем объясняется возникновение, например, периодических колебаний одного из блоков \vec{x}^I или \vec{x}^{II} в замкнутой системе. Но в отличие от открытой системы периодическое движение блока \vec{x}^I или \vec{x}^{II} не может быть сколь угодно долгим.

Разложив согласно основной теореме векторного анализа [12] внешние (18) и перекрестные (19) силы на потенциальную и соленоидальную составляющую по соответствующему блоку переменных

$$\begin{aligned} \vec{X}^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}^I} F^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \vec{X}_{\text{сол}}^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}), \\ \vec{X}^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}^{II}} F^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \vec{X}_{\text{сол}}^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}), \end{aligned} \quad (21)$$

где $F^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$, $F^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$ - потенциалы потенциальных составляющих внешних сил $\vec{X}^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$, $\vec{X}^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$ соответственно, а $\vec{X}_{\text{сол}}^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$, $\vec{X}_{\text{сол}}^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$ - соленоидальные составляющие этих внешних сил соответственно,

$$\begin{aligned} \vec{X}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}) &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}^I} F^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \vec{X}_{\text{сол}}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}), \\ \vec{X}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U}) &= -\vec{\nabla}_{\vec{x}^{II}} F^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \vec{X}_{\text{сол}}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}), \end{aligned} \quad (22)$$

где $F^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$, $F^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$ - потенциалы потенциальных составляющих перекрестных сил $\vec{X}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U})$, $\vec{X}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{y}, \vec{U})$ соответственно, а $\vec{X}_{\text{сол}}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$, $\vec{X}_{\text{сол}}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$ - соленоидальные составляющие этих перекрестных сил соответственно; и введя аналогично (7) обобщенные свободные энергии для каждого блока переменных

$$\begin{aligned} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) &= F(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + F^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \\ &+ F^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) - \left(\dot{X}_{\text{coll}}^{(e)I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \dot{X}_{\text{coll}}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T \vec{x}^I, \\ \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) &= F(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + F^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \\ &+ F^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) - \left(\dot{X}_{\text{coll}}^{(e)II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) + \dot{X}_{\text{coll}}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T \vec{x}^{II}, \end{aligned} \quad (23)$$

смысл которых аналогичен (7), получим согласно (20) – (23)

$$\begin{aligned} \frac{d\vec{x}^I}{dt} &= -A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \nabla_{\vec{x}^I} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}), \vec{x}^{I*} = \vec{x}^I, \\ \frac{d\vec{x}^{II}}{dt} &= -A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \nabla_{\vec{x}^{II}} \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}), \vec{x}^{II*} = \vec{x}^{II}. \end{aligned} \quad (24)$$

Уравнения (24) в силу (21) – (23) эквивалентны (20). В них первые уравнения характеризуют динамику блоков переменных, а вторые – уравнения обратной связи. Эти уравнения (24) эквивалентны соответствующим уравнениям (8). Однако в каждом из уравнений (24) для каждого блока качественный портрет блока переменных определяется другим блоком – блоки \vec{x}^I и \vec{x}^{II} взаимосвязаны. Для обобщенных свободных энергий (23) можно определить скорость их убыли в силу (24) аналогично (9)

$$\begin{aligned} \frac{d\dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U})}{dt} &= -\dot{\sigma}_{\text{np}}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) + \\ &+ \dot{\sigma}_{\text{вз}}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) + \dot{\sigma}_{\text{обп}}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}), \\ \frac{d\dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U})}{dt} &= -\dot{\sigma}_{\text{np}}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) + \\ &+ \dot{\sigma}_{\text{вз}}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) + \dot{\sigma}_{\text{обп}}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}), \end{aligned} \quad (25)$$

где $\dot{\sigma}_{\text{np}}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U})$, $\dot{\sigma}_{\text{np}}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U})$ – составляющая скорости убыли свободной энергии, обусловленная прямой связью по блокам переменных \vec{x}^I и \vec{x}^{II} соответственно

$$\begin{aligned} \dot{\sigma}_{\text{np}}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) &= -\left(\nabla_{\vec{x}^I} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T \frac{d\vec{x}^I}{dt} = \\ &= \left(\nabla_{\vec{x}^I} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \nabla_{\vec{x}^I} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}), \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} \dot{\sigma}_{\text{np}}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) &= -\left(\nabla_{\vec{x}^{II}} \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T \frac{d\vec{x}^{II}}{dt} = \\ &= \left(\nabla_{\vec{x}^{II}} \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \nabla_{\vec{x}^{II}} \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}); \end{aligned} \quad (27)$$

$\dot{\sigma}_{\text{обп}}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U})$, $\dot{\sigma}_{\text{обп}}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U})$ – составляющая скорости убыли свободной энергии, обусловленная обратной связью по блокам переменных \vec{x}^I и \vec{x}^{II} соответственно

$$\begin{aligned} \dot{\sigma}_{\text{обп}}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) &= \left(\nabla_{\vec{x}^{I*}} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T \frac{d\vec{x}^{I*}}{dt} = \\ &= -\left(\nabla_{\vec{x}^{I*}} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \nabla_{\vec{x}^I} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}), \end{aligned} \quad (28)$$

$$\begin{aligned} \dot{\sigma}_{\text{обп}}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) &= \left(\nabla_{\vec{x}^{II*}} \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T \frac{d\vec{x}^{II*}}{dt} = \\ &= -\left(\nabla_{\vec{x}^{II*}} \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \nabla_{\vec{x}^{II}} \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}); \end{aligned} \quad (29)$$

$\dot{\sigma}_{\text{вз}}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U})$, $\dot{\sigma}_{\text{вз}}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U})$ – составляющая скорости убыли свободной энергии, обусловленная взаимной связью по блокам переменных \vec{x}^I и \vec{x}^{II} соответственно

$$\begin{aligned} \dot{\sigma}_{\text{вз}}^{I-II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) &= \left(\nabla_{\vec{x}^{II}} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T \frac{d\vec{x}^{II}}{dt} = \\ &= -\left(\nabla_{\vec{x}^{II}} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \nabla_{\vec{x}^I} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}), \end{aligned} \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \dot{\sigma}_{\text{вз}}^{II-I}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) &= \left(\nabla_{\vec{x}^I} \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T \frac{d\vec{x}^I}{dt} = \\ &= -\left(\nabla_{\vec{x}^I} \dot{F}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) \right)^T A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U}) \nabla_{\vec{x}^I} \dot{F}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}). \end{aligned} \quad (31)$$

Из уравнений (26), (27) видно, что в силу положительной определенности матриц $A^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$ и $A^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{P}, \vec{U})$

$$\dot{\sigma}_{\text{np}}^I(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{I*}, \vec{P}, \vec{U}) \geq 0, \quad \dot{\sigma}_{\text{np}}^{II}(\vec{x}^I, \vec{x}^{II}, \vec{x}^{II*}, \vec{P}, \vec{U}) \geq 0, \quad (32)$$

причем, знак равенства соответствует стационарному состоянию. Из уравнений (28) – (31) видно, что остальные составляющие скорости убыли свободной энергии могут быть как положительными, так и отрицательными, нулевыми. Аналогично (13) нетрудно записать условия доминантности обратной связи для блоков переменных \vec{x}^I и \vec{x}^{II} соответственно

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{вз}}^{1-11}(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{x}^{11*}, \vec{P}, \vec{U}) + \sigma_{\text{обп}}^1(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{P}, \vec{U}) > \sigma_{\text{пр}}^1(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{P}, \vec{U}), \\ \sigma_{\text{вз}}^{11-1}(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{x}^{11*}, \vec{P}, \vec{U}) + \sigma_{\text{обп}}^{11}(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{P}, \vec{U}) > \sigma_{\text{пр}}^{11}(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{P}, \vec{U}). \end{aligned} \quad (33)$$

Каждое из уравнений (24) описывает фазовый портрет для блоков переменных \vec{x}^1 и \vec{x}^{11} для фиксированных переменных \vec{x}^{1*} и \vec{x}^{11*} соответственно. Качественный портрет для каждого из этих блоков \vec{x}^1 и \vec{x}^{11} можно описать, зная функции $F^1(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{P}, \vec{U})$ и $F^{11}(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{P}, \vec{U})$ соответственно и скорости убыви этих функций в силу (24) аналогично [11]. Необходимым условием возникновения автоколебаний переменных \vec{x}^1 при фиксированных переменных \vec{x}^{11} является выполнение для одних значений \vec{x}^1 первого неравенства условия (33), а для других значений \vec{x}^1 - невыполнение этого условия. Если в некоторой области значений \vec{x}^{11} вышесказанное относительно первого неравенства условия (33) выполняется, а также выполняются достаточные условия автоколебаний, освещенные в [11], то характер изменения переменных \vec{x}^1 будет колебательным, пока значения переменных \vec{x}^{11} не выйдут из вышеописанной области. Таким образом, релаксация переменных \vec{x}^1 к установившемуся движению в описанном случае будет колебательной. В силу того, что переменные \vec{x}^{11} меняются, то форма установившихся автоколебаний переменных \vec{x}^1 также будет меняться, поэтому автоколебания \vec{x}^1 хорошо заметны в случае малой зависимости правой части первого уравнения (24) от \vec{x}^{11} .

Если первое неравенство условия (33) не выполняется или выполняется при всех значениях \vec{x}^1 для некоторой области значений переменных \vec{x}^{11} , но зависимость $F^1(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{P}, \vec{U})$ от \vec{x}^{11} достаточно сильная, то могут возникнуть вынужденные колебания переменных \vec{x}^1 в некоторой области значений переменных \vec{x}^{11} . Более того, из выполнения или невыполнения одного из условий (33) при всех значениях \vec{x}^1 следует невозможность возникновения автоколебаний \vec{x}^1 в системе, т.к. одна из функций $F^1(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{P}, \vec{U})$ или $F^{11}(\vec{x}^1, \vec{x}^{11}, \vec{x}^{1*}, \vec{P}, \vec{U})$ является термодинамической функцией Ляпунова. Таким образом, декомпозиция переменных (14) позволяет объяснить некоторые качественные особенности релаксации системы к установившемуся движению.

Вышеописанные рассуждения справедливы и для декомпозиции переменных на число, большее двух. Таким образом, декомпозиция фазовых переменных \vec{x} на блоки переменных позволяет качественно описать переходные процессы к установившемуся движением, а также дать дополнительную качественную информацию об особенностях протекания неравновесных процессов.

Литература

1. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах: введение в теорию диссипативных структур. – М.: Мир, 1979. – 280 с.
2. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. – М.: Мир, 2002. – 461 с.
3. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: от диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
4. Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Рыскин Н. М. Нелинейные колебания. – М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2002. – 292 с.
5. Лернер А.Я. Начала кибернетики. – М.: Мир, 1967. – 400 с.
6. Старостин И.Е. Потенциально-потокковые (квазиградиентные) имитационные математические модели неравновесных процессов // Моделирование неравновесных систем. Материалы тринадцатого всероссийского семинара. – Красноярск, 2010. – С. 187 – 192.
7. Халютин С.П., Старостин И.Е. Потенциально-потокковый метод моделирования неравновесных процессов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – Пенза: Издательство ПГУ, 2012. № 2 – С. 25 – 35.
8. Агеев Е.П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 136 с.
9. Жоу Д., Касас-Баскес Х., Лебон Дж. Расширенная необратимая термодинамика. — Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; Институт компьютерных исследований, 2006. — 528 с.
10. Быков В.И., Старостин И.Е. Квазиградиентные модели динамики закрытых химических систем // Химическая физика, 2012. Т. 31, № 1: № 1.-С.38 – 42.
11. Быков В.И., Халютин С.П., Старостин И.Е. Качественный анализ динамики процессов в неравновесных системах на основе потенциально-потоккового метода // Труды международного семинара «Надежность и качество». – Пенза: Издательство ПГУ, 2012. – С. .
12. Кумпяк Д.Е. Векторный и тензорный анализ: учебное пособие. – Тверь: Изд-во ТГУ, 2007. – 160 с.

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ КОМПОНЕНТОВ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ**Трусов В.А***Пензенский государственный университет, Пенза, Россия.*

Достижение высокой надёжности электронных систем требует использования специальных компонентов, методов, технологий и программных средств проектирования, соответствующих конечным условиям эксплуатации оборудования.

Постоянно увеличивающаяся сложность компонентов электронного оборудования и потребность в портативных маломощных устройствах, способных работать в жёстких условиях эксплуатации, — вот основные причины, заставляющие разработчиков создавать новые высоконадёжные устройства. Ключом к достижению повышенной надёжности даже в чрезвычайно жёстких условиях эксплуатации является использование такого оборудования и программного обеспечения, в основе которых лежит специальная, защищённая от ошибок философия проектирования. Всесторонний обзор различных типов отказов и профилактических методов проектирования, позволяющих их избежать, поможет разработчикам значительно повысить надёжность оборудования.

Несмотря на то, что контролю качества изделий электроники в настоящее время уделяется большое внимание, отказы отдельных компонентов или целых систем продолжают происходить. К сожалению, истинную причину отказа выявить удаётся далеко не всегда. Выход из строя компонента подразумевает, что он не функционирует должным образом или его параметры больше не соответствуют изначальным техническим требованиям. Это может произойти по целому ряду причин, в том числе из-за перегрузок по току или напряжению, чрезмерного нагревания, воздействия агрессивных химических веществ или повышенной влажности, а также некоторых других условий, встречающихся в процессе производства и использования оборудования.

Известно, что некоторые отказы приводят к распознаваемым изменениям в компоненте. В этом случае отказ может быть очевиден, проявившись, например, в резком ухудшении параметров или прекращении правильного функционирования устройства. При этом можно применять адаптивные статистические методы параметрического контроля для отбраковки ненадёжных элементов, а также, в частности, для определения допусков на контролируемые параметры исследуемого микроэлектронного изделия или компонента. Данное применение обусловлено следующим: определяемую решающим правилом область допустимого изменения контролируемых параметров в пространстве их значений можно интерпретировать как допусковую. В результате этого при появлении новых микроэлектронных изделий или компонентов можно использовать адаптивные методы при определении допусков на критичные параметры при проведении контроля. Рассмотрим порядок определения таких допусков на конкретном примере.

Надёжность изделий микроэлектронной техники (МЭТ) в основном определяется надёжностью составляющих ее компонентов. Наиболее информативным электрическим параметром, по которому можно контролировать качество и надёжность микроэлектронного изделия, является ток потребления [1]. Ток потребления всего микроэлектронного изделия складывается из токов потребления составляющих его компонентов. При хранении или эксплуатации изделий МЭТ под воздействием деградиационных процессов, протекающих в полупроводниковых структурах компонентов, в некоторых из них происходят необратимые изменения, приводящие к недопустимому увеличению тока потребления как этих компонентов, так и всего микроэлектронного изделия в целом. Заданный в технических условиях верхний порог тока потребления в ряде случаев настолько большой, что не позволяет при входном контроле выявить в поступающей партии потенциально ненадёжные компоненты МЭТ. Поэтому необходимо знать пороговый ток потребления, чтобы отделить в партии потенциально ненадёжные компоненты от надёжных.

Для решения этой задачи в [2], например, предложен метод отбраковки потенциально ненадёжных микроэлектронных компонентов в однородной партии по току потребления I при условии, что его распределение в партии является одномодальным и островершинным. При этом потенциально ненадёжными признаются те компоненты, для которых ток потребления больше порогового $a + \sigma$, где a - выборочное среднее, σ - оценка среднего квадратического отклонения, вычисляемая как $\sigma = \sqrt{D}$, где D - выборочная дисперсия. В [3] показано, что распределение значений тока потребления I является одномодальным и асимметричным с модой, смещённой в область малых значений, что проиллюстрирует приведенная в [3] гистограмма. Чем устойчивей технологический процесс, тем острее вершина этого распределения и быстрее с ростом I спадает его хвост. Однако если указанный технологический процесс не достаточно стабилен, то это приводит к повышенному, по сравнению с обычным, числу ненадёжных компонентов в партии, для которых ток потребления I больше, чем у надёжных, и к появлению в распределении I второй моды в области больших его значений. В этом случае применение для отбраковки потенциально ненадёжных микроэлектронных компонентов по току потребления, предложенного в [2] метода, становится необоснованным, потому что порог $a + \sigma$ при появлении второй моды u распределения значений I , увеличиваясь, смещается вправо по оси I , в то время как в силу увеличения в партии процента потенциально ненадёжных компонентов его следует уменьшить, т.е. сместить по оси I влево. Следует также отметить, что указанный в [2] метод отбраковки при мелкосерийном производстве МЭТ нельзя применять даже при одномодальном островершинном распределении значений тока потребления в партии, так как однородные партии микроэлектронных компонентов в этом случае невелики, что не позволяет построить гистограмму этого распределения с

достаточной точностью и приводит, в силу большой погрешности при вычислении порога $a + \sigma$, к резкому увеличению вероятностей ошибок отбраковки.

В этом случае для решений задачи выявления потенциально ненадежных микроэлектронных компонентов целесообразно использовать адаптивные статистические процедуры параметрического контроля их качества. Рассмотрим их применение для решения задачи контроля надежности компонентов МЭТ на примере выявления потенциально ненадежных полупроводниковых диодов.

Одной из основных составляющих тока потребления диодов является обратный ток, который по техническим условиям для исследуемого типонаминала не должен превышать, к примеру, 10 мкА.

Учитывая, что у потенциально ненадежных диодов обратный ток в среднем выше чем у надежных, необходимо определить пороговое значение обратного тока, позволяющее отделить потенциально ненадежные диоды от надежных. Распределение значений обратного тока полупроводниковых диодов является двумодальным. Его можно аппроксимировать двумя нормальными распределениями $N_1(a_1, \sigma_1^2)$ и $N_0(a_0, \sigma_0^2)$, которые характеризуют соответственно классы надежных и потенциально ненадежных диодов и построены по результатам испытаний установочной партии. При этом $a_1 < a_0$ и $\sigma_1 < \sigma_0$, так как значения обратного тока I и их разброс у потенциально ненадежных диодов выше, чем у надежных. Таким образом, задача выявления потенциально ненадежных диодов сводится к распознаванию нормальных совокупностей N_0 и N_1 , которая заключается в проверке неравенства [4]

$$\frac{1}{\sigma_0^2} (I - a_0)^2 - \frac{1}{\sigma_1^2} (I - a_1)^2 + \ln \frac{\sigma_0^2}{\sigma_1^2} < 0 \quad (1)$$

где I - обратный ток контролируемого диода. При выполнении неравенства (1) контролируемый диод относят к надежным, а при невыполнении - к потенциально ненадежным.

Решением неравенства (1) будет отрезок между корнями квадратного трехчлена из левой части, меньший из которых оказывается отрицательным. Поэтому надежными следует считать те диоды, для которых выполняется неравенство

$$I < I_0, \quad (2)$$

Где

$$I_0 = \left[a_0 - r a_0 + \sqrt{r(a_0 - a_1)^2 - a_0^2(1 - r) \ln r} \right] / (1 - r) \quad (3)$$

- больший корень квадратного трехчлена из (1); $r = \sigma_1^2 - \sigma_0^2$.

Величины a_j и σ_j^2 - априори неизвестны, поэтому в (3) следует подставить оценки их максимального правдоподобия, вычисляемые по классифицированным обучающим выборкам. Последние состояются из измеренных значений обратного тока диодов, входящих в установочные партии надежных и потенциально ненадежных диодов. Указанные установочные партии и соответствующие им классифицированные обучающие выборки формируются при обучении следующим образом. У диодов установочной партии измеряют обратный ток в нормальных условиях. Затем эти диоды подвергают ускоренным испытаниям при температуре 150°C и напряжении 15 В. Затем у каждого диода измеряют величину обратного тока через сутки, а затем еще через двое суток. Такие ускоренные испытания не приводят к выходу диодов из строя, но позволяют выделить в установочной партии потенциально ненадежные диоды, у которых обратный ток после ускоренных испытаний оказался больше, чем до них, т.к. воздействие температуры и напряжения сразу вызвали резкое увеличение обратного тока, а также потому, что нарастал обратный ток в течение ускоренных испытаний.

Эти тенденции указывают на наличие скрытых дефектов в полупроводниковых структурах диодов, которые ускоряют деградиационные процессы и определяют потенциальную ненадежность таких диодов.

Указанные ускоренные испытания позволяют получить установочные партии для обоих классов диодов. Соответствующие им результаты измерений тока I_0 составляют классифицированные обучающие выборки для надежных и потенциально ненадежных диодов. Поэтому в (3) вместо a_0 следует подставить их оценки максимального правдоподобия, вычисленные по классифицированным обучающим выборкам объемами m_0 и m_1 значений I , для диодов соответствующих классов. Вероятность ошибки первого рода α при использовании правила (2), т.е. вероятность пропуска потенциально ненадежного диода, можно вычислить по формуле

$$\alpha = \int_0^\infty \int_0^\infty \left\{ \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \frac{\sin \Theta(u)}{u \rho(u)} du \right\} \rho_1(\omega_1) \rho_2(\omega_2) d\omega_1 d\omega_2 \quad (4)$$

$$\Theta(u) = -\frac{1}{2} \left[\sum_{j=1}^2 \operatorname{arctg}(\lambda_j u) + \frac{b_j \lambda_j u}{1 + \lambda_j^2 u^2} \right];$$

$$\rho(u) = \prod_{j=1}^2 \left[(1 + \lambda_j^2 u^2)^{1/4} \exp \left(\frac{\lambda_j^2 b_j u^2}{1 + \lambda_j^2 u^2} \right) \right];$$

где $\rho_j(\omega_j)$ - плотность распределения $\chi^2_{cm_j-1}$

$$\lambda_j = k_j S_j; k_j = (-1)^2 (\alpha_1 - \lambda_0 \gamma_{3-j}) / (\gamma_2 - \gamma_1); \alpha_1 = (m_0 - 1) / \omega_1;$$

$$\lambda_0 = \alpha_1 + \alpha_2; \gamma_j = 0.5 \left[Z + \lambda_0 + (-1)^{j+1} \sqrt{(Z + \lambda_0)^2 + 4Z\alpha_1} \right] / Z;$$

$$Z = (\alpha_1 / m_0 + \alpha_2 r / m_1) \alpha_2 = (1 - m_1) / r \omega_2;$$

$$S_j = 1 + \beta^2 j r / m_1 + \gamma_j^2 / m_0; \beta_j = 1 - \gamma_j;$$

$$b_j = c_j / S_j; c_j = \beta_j^2 d;$$

$$d = (a_0 - a_1)^2 / \sigma_0^2; j = 1, 2.$$

степенями свободы. Формулы для вычисления вероятности ошибки второго рода β , т. е. отбраковки надежного диода, получаются из (4) переменными местами m_0 и m_1 , σ_0 и σ_1 .

Для проведения предварительного обучения была выбрана установочная партия, состоящая из 80 диодов, среди которых оказалось 52 надежных и 28 потенциально ненадежных. Указанные диоды составили предварительные установочные партии, а значения их обратных токов - обучающие выборки для классов потенциально ненадежных и надежных диодов объемами, соответственно, $m_0=28$ и $m_1=52$.

Анализ результатов предварительного обучения (предварительных оценок средних значений и дисперсий распределений значений тока I для различных классов диодов) позволяет ввести ограничения снизу: $d \geq 0.5$ и $r^{-1} \geq 2$.

Поскольку на практике частота появления потенциально ненадежных диодов невысока, вероятность ошибок контроля надежности полупроводниковых диодов первого и второго рода α и β достаточно ограничить значением 0,2. Тогда указанные ограничения d и r^{-1} , α и β обеспечат обучающие выборки объемами $m_0 = m_1 = 25$. Таким образом, оказывается, что полученных предварительно обучающих выборок достаточно, чтобы обеспечить выбранное ограничение на вероятности ошибок контроля. Оценки неизвестных средних значений и дисперсий распределений обратного тока I для потенциально ненадежных и надежных полупроводниковых диодов при этом составили $a_0=3,33$ и $a_1=0,85$, $\sigma_0^2=4,5$ и $\sigma_1^2=0,92$. Априори неизвестные значения реально составили $d = 1,37$ и $r^{-1} = 4,89$, вычисленное по (2) с использованием полученных в результате обучения оценок a_j , и σ_j^2 пороговое значение обратного тока $I \approx 3$ мкА.

Рассматриваемый вариант системы для контроля надежности полупроводниковых диодов по обратному току имеет один контролируемый параметр I и единственную контрольную выборку и поэтому не допускает оптимизации. Реальные вероятности ошибок контроля надежности полупроводниковых диодов первого и второго рода α и β , полученные экспериментально по результатам опытной разработки партии диодов, составили соответственно 0,1 и 0,15, а процент потенциально ненадежных диодов в партии снизился в семь раз.

Для получения классифицированных обучающих выборок при использовании адаптивных статистических методов параметрического контроля микроэлектронных изделий и компонентов можно использовать не только натуральный эксперимент, но и численное моделирование на ЭВМ. Последнее позволяет на этапе проектирования определять допуски для отбора компонентов с целью достижения заданных качества и характеристик микроэлектронных изделий.

Литература

1. Верхаген К. / Распознавание образов: Состояние и перспективы. - М. : Радио и связь, 1985.
2. Малков Я.В. и др. / Анализ параметров и диагностический контроль ИС серии 564. Электроника и счетно-решающая техника в лесной и деревообрабатывающей промышленности. / Науч. тр. МЛТИ. – 1981. - вып. 136, - с. 55-59.
3. Петров С.П. / Электроника и счетно-решающая техника в лесной и деревообрабатывающей промышленности. / Науч. тр. МЛТИ. – 1981. - вып. 158 - с. 37-42.
4. Фомин Я.А., Гарловский Г.Р. Статистическая теория распознавания образов. - М.: Радио и связь, 1986.
5. Карсон Р. Высококачественные усилители: Пер. с англ. / Под ред. В.Р. Магнушевского. - М.: Радио и связь, 1981.
6. Фомин А. В., Бобченков Ю.И., Сорокопуд В.А. Технология, надежность и автоматизация производства БГИС и микросборок. - М.: Радио и связь, 1981.

ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Федосеев С.В., Микрюков А.А., Беркетов Г.А.
г. Москва, МЭСИ

Рассмотрена концепция, согласно которой перспективное программное обеспечение должно проектироваться и разрабатываться как интеллектуальная система. Приведена классификация интеллектуальных задач, которая может использоваться на начальных этапах проектирования программных комплексов

Approach to design of program complexes as intellectual systems.

Fedoseev S., Mikrukov A., Berketov G.

The concept according to which the perspective software should be projected and be developed as intellectual system is considered. Classification of intellectual tasks which can be used at the initial stages of design of program complexes is given.

Методы искусственного интеллекта при разработке программных комплексов могут быть применены на двух уровнях:

- на уровне отдельных процедур (задач);
- на уровне программного обеспечения в целом.

На уровне процедур с помощью методов искусственного интеллекта можно реализовать многие достаточно сложные функции, которые ранее программным путем не выполнялись ввиду отсутствия необходимого инструментального аппарата, а также автоматизировать решение некоторых информационных и расчетных задач на новых конструктивных принципах. Следует заметить, что получивший широкое распространение при разработке программного обеспечения «позадачный» подход себя исчерпал. Он сводится, по существу, к предопределенной переработке входной информации в выходную. При этом игнорируется сложный недетерминированный характер процесса выработки и принятия решения, не учитывается также то обстоятельство, что определенная часть используемой информации является недостоверной. Выпадает из рассмотрения, кроме того, такой важный вопрос, как сравнительная оценка и анализ различных вариантов предполагаемых действий.

Именно поэтому перспективное программное обеспечение должно проектироваться и разрабатываться как интеллектуальная система, функционирующая в интерактивном диалоговом режиме, обеспечивающая человека-оператора в любой момент времени всей необходимой для его работы информацией, поясняющая производимые ею действия и определяющая пути разрешения возникающих проблем.

Всего этого можно достичь, если построить программный комплекс как некую экспертную систему, моделирующую рассуждения человека-эксперта в конкретной предметной области и использующую для этого базу знаний, содержащую факты и правила этой предметной области, а также некоторую процедуру логического вывода. Информационные, расчетные и другие задачи при этом являются встроенными в систему процедурами, обеспечивающими её функционирование.

Принято считать, что обязательными компонентами систем искусственного интеллекта являются:

- база знаний;
- механизм логического вывода;
- пользовательский интерфейс.

Очевидно, что задачи искусственного интеллекта можно классифицировать в зависимости от того, как при их решении используются эти основные системные компоненты и каким образом они соотносятся между собой.

Предлагаемая ниже классификация выделяет, прежде всего, специфические особенности различных типов интеллектуальных задач как *предметов разработки*. Следует отметить, что эта классификация не претендует на полноту, но, тем не менее, позволяет охватить большую часть свойств, характеризующих различные типы интеллектуальных задач.

Задачи, разрабатываемые с применением методов искусственного интеллекта, классифицируются по следующим признакам:

- тип предметной области;
- степень анализа предметной области;
- методы представления и использования знаний;
- временной характер исполнения;
- уровень управления;
- требуемые инструментальные средства.

С точки зрения разработчика полезно выделять статические и динамические предметные области. Предметная область называется динамической, если характеристики, описывающие предметную область, изменяются за время решения задачи.

Кроме того, предметные области можно охарактеризовать следующими аспектами:

число и сложность сущностей и их атрибутов;
связность сущностей и их атрибутов;
полнота знаний;
точность знаний.

Конечно, разработка динамических интеллектуальных процедур является значительно более сложной, поскольку в этом случае требуется постоянно отслеживать текущее состояние базы знаний и соответствующим образом реагировать на его изменение.

Степень анализа предметной области при решении задачи можно классифицировать как глубокую или, как поверхностную. Принципиальное отличие состоит в том, что в первом случае при возникновении тупиковой ситуации может быть определен с помощью некоторых общих принципов набор действий, которые следует выполнить.

По методам представления и использования знаний «интеллектуальные» программные системы задачи (системы) делятся на традиционные и гибридные. База знаний в общем случае может быть представлена как *база фактов, база правил и база процедур*. При традиционном подходе база процедур отсутствует. Напротив, в гибридных системах используются встроенные в систему процедуры, которые выполняют различные вспомогательные функции.

По временному характеру выполнения задачи, использующие методы искусственного интеллекта, можно, как и другие задачи, разбить на три группы:

задачи планирования;
оперативные задачи;
задачи реального масштаба времени.

При решении интеллектуальных задач существенным является программирование пользовательского интерфейса. Сложность интерфейса, его глубина, степень прорабатываемых с его помощью вопросов зависят от того, к какой из указанных групп принадлежит задача. Если задачам из первых двух групп свойственен «задумчивый» многоальтернативный интерфейс, то в задачах реального масштаба времени он строится по принципу «вопрос-ответ (однозначный)», либо по принципу «вопрос («что делать?») – действие». В последнем случае программа производит оценку ситуации и сразу предпринимает необходимые шаги.

По уровню управления задачи естественно разделить на задачи стратегического, оперативного и тактического уровня. Это связано с тем, что одна и та же по назначению задача на разных уровнях может быть реализована совершенно по-разному и, соответственно, по-разному должна разрабатываться.

Под требуемыми инструментальными средствами понимаются программные и аппаратные средства, необходимые для разработки программы. Программы, использующие методы искусственного интеллекта, могут выполняться на ЭВМ различных типов, а также с применением разнообразных инструментальных программных средств (символьные языки программирования, языки инженерии знаний, системы автоматизации разработки, оболочки экспертных систем и т.д.).

Выбор инструментальных средств производится исходя из назначения разрабатываемой программы (системы) и среды её функционирования.

Приведенная классификация может использоваться на начальных этапах проектирования программных комплексов, в дальнейшем необходимо учитывать специфику предметной области, для которой создается конкретный программный комплекс.

Литература

1. Тим Джонс М. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. -М: ДМК Пресс, 2011.- 312 с.
2. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование. - М: Вильямс, 2007.- 1152 с.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Сухомлинов Д.В., Патрикеев А.П., *Чернодаров А.В.
Москва, ЗАО НПК «Мобильные информационные системы»
*Москва, ОАО «Концерн «Авионика»

Рассматриваются возможные причины информационных нарушений в интегрированных навигационных системах (НС). Предлагаются некоторые подходы к парированию таких нарушений и повышению на этой основе информационной надежности НС. Показываются особенности программно-аппаратной реализации предлагаемых подходов в бесплатформенной инерциально-спутниковой НС БИНС-500 на волоконно-оптических гироскопах.

A Hardware-and-Software Facilities for Increasing the Informational Reliability of Integrated Navigation Systems. Sukhomlinov D., Patrikeev A., Chernodarov A.

Probable causes of informational disturbances in integrated navigation systems (NS) are considered. Certain approaches to the counteraction of such disturbances and to the improvement, on this basis, of NS informational reliability are proposed. For the proposed approaches, specific features of their software and hardware implementation in the SINS-500 inertial satellite NS based on fiber-optic gyros are shown.

Современное состояние бортового оборудования летательных аппаратов (ЛА) характеризуется внедрением интегрированных навигационных систем (НС) [1] на базе спутниковых и квантово-оптических измерителей: лазерных или волоконно-оптических гироскопов. Функционирование таких гироскопов основано на эффекте Саньяка [2], когда при вращении кольцевого оптического интерферометра измеряется разность хода между двумя встречными световыми волнами.

В настоящее время актуальной остается задача повышения информационной надежности БИСНС. Это связано с более сложными по сравнению с платформенными системами условиями эксплуатации бесплатформенных инерциальных измерителей, которые жестко закрепляются в корпусе ЛА. Информационная надежность [3], в свою очередь, тесно связана с целостностью навигационных определений [4], которая отражает способность НС непрерывно поддерживать требуемые тактико-технические характеристики в изменяющихся условиях эксплуатации. Традиционные подходы [4] к обеспечению целостности НС опираются на обнаружение отказавших модулей, исключение их из структуры и восстановление работоспособности НС путем реконфигурации. Такие подходы требуют существенной аппаратной избыточности, реализация которой в ряде случаев не представляется возможной. Снижение же избыточности в этом случае может нарушить как непрерывность навигационного обеспечения, так и безопасность применения ЛА. В то же время в интегрированных НС целостность обеспечивается путем взаимной поддержки измерительных средств различной физической природы. Такое взаимодействие измерителей позволяет сохранять или снижать постепенно качественные характеристики НС при возникновении критических ситуаций и изменении помеховой обстановки. В настоящее время математической основой интеграции измерителей в структуре НС является аппарат оптимальной калмановской фильтрации (ОФК) [5] и теории решений. Однако реализация интеграционных свойств ОФК связана с рядом трудностей, обусловленных возможной потерей целостности ОФК.

1. Контроль и адаптивно-робастная оценка состояния интегрированных навигационных систем

Информационная надежность и целостность интегрированных навигационных систем связана с проблемой достоверной оценки состояния измерителей параметров движения ЛА. Например, обеспечение требуемой точности бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИСНС) опирается на соответствие априорно предполагаемых и реальных точностных характеристик чувствительных элементов (ЧЭ): гироскопов и акселерометров. Такими характеристиками являются, в частности, дрейфы ЧЭ и параметры их математических моделей.

В то же время нарушение адекватности математических моделей ошибок НС и реальных измерительных процессов, а также наличие аномальных наблюдений приводит к расходимости [6] и потере целостности ОФК. Это проявляется в значительном отличии действительных ошибок оценивания от их прогнозируемых среднеквадратических значений. Потеря целостности ОФК связана с априорной параметрической и статистической неопределенностью, компенсация которой возможна на основе робастных и адаптивных подходов [7].

Рассматриваемые в работе алгоритмические средства повышения информационной надежности БИСНС опираются на единую технологию оценивания параметров состояния, контроля и парирования нарушений в БИСНС [7]. Структура такой технологии представлена на рис. 1, где обозначены: $\varphi; \lambda; \bar{V}$ – соответственно геодезические широта, долгота и вектор траекторной скорости объекта; z – вектор сигналов наблюдений; $\hat{x}_{i/i}$ – оценка вектора ошибок БИСНС x_i на i -м шаге по i наблюдениям; $v_i = z_i - H_i \Phi_i \hat{x}_{i-1/i-1}$ – обновляющая последовательность (невязка); Φ_i – переходная матрица для вектора ошибок БИСНС; H_i – матрица коэффициентов связи; $P_{i/i}$ – ковариационная матрица ошибок оценивания, формируемая ОФК или адаптивно – робастным фильтром; $(\hat{\dots})$ – символ оценки; СНС – спутниковая навигационная система.

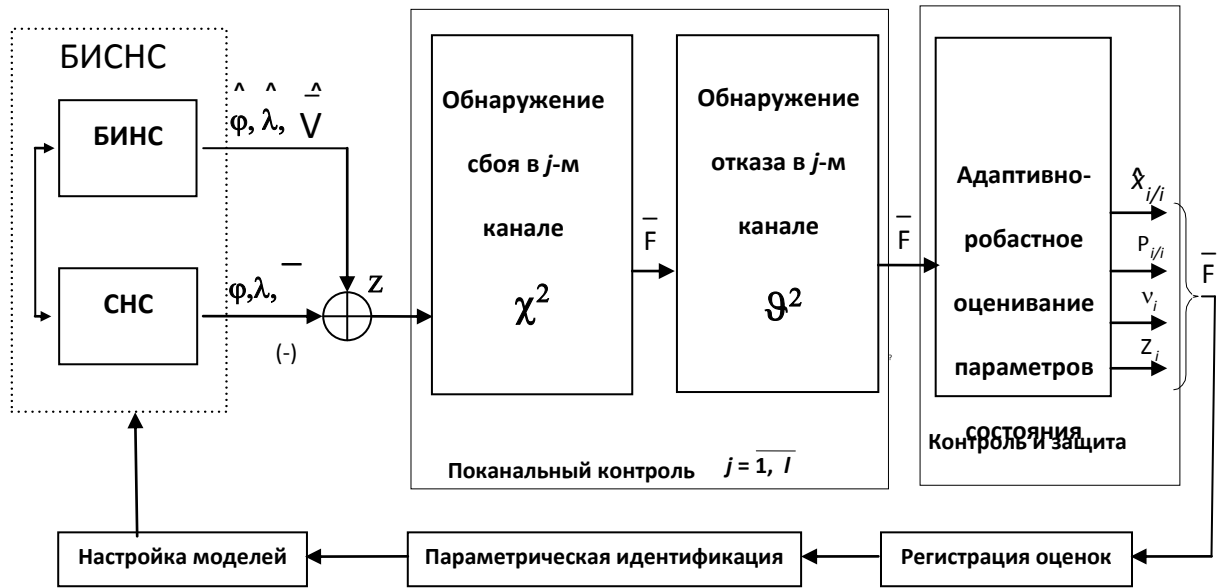


Рис. 1. Структура единого технологического цикла оценивания параметров состояния, контроля и парирования нарушений в БИСНС

Процедуры локализации нарушений в БИСНС опираются на технологию поканальной (поэлементной) обработки вектора наблюдений

$z_i = \{z_1, \dots, z_l\}$, позволяющую контролировать БИСНС по обобщённым параметрам,

характеризующим состояние каждого из l измерительных каналов. Например, для контроля j -го измерительного канала используется нормированная невязка $\beta_j = v_j / \alpha_j$, где α_j – параметр масштаба;

$j = \overline{1, l}$. Статистические свойства указанных невязок используются для построения решающих правил, а именно: при отсутствии разладки между прогнозируемым и реальным наблюдениями квадрат нормированной невязки β_j^2 имеет распределение χ^2 , а отношение реальной $\hat{\alpha}_j^2$ и прогнозируемой α_j^2 дисперсий

невязок – распределение \mathcal{G}^2 . Для данных распределений математическое ожидание и дисперсия имеют табулированные значения. Необходимые условия исправного состояния БИСНС по j -му элементу вектора наблюдений z_i вытекают из свойств невязки V_j и имеют вид

$$v_j \in N(0, \alpha_j^2); \quad \beta_j^2 = v_j^2 / \alpha_j^2 \in \chi^2(1, 2); \quad F_j = \hat{\alpha}_j^2 / \alpha_j^2 \in \mathcal{G}^2(b, c),$$

где $b; c$ – табулированные значения математического ожидания и дисперсии для распределения \mathcal{G}^2 .

Используя свойства распределений χ^2 и \mathcal{G}^2 , а также правило 3σ [8] могут быть сформированы допуски γ_j^2 и η_j^2 соответственно на исправное и работоспособное состояние интегрированной НС по j -му каналу вектора наблюдений

$$\beta_j^2 \leq \gamma^2 = 1 + 3\sqrt{2} \approx 5.2; \quad F_j \leq \eta^2 = b + 3\sqrt{2}c.$$

Параметр β_j^2 формируется по текущей невязке и отражает текущее состояние j -го канала вектора

наблюдений. Его отклонение от допуска γ^2 может быть связано как с кратковременными сбоями, так и с отказами. Параметр F_j формируется по усреднённому множеству значений невязки на скользящем временном интервале. Поэтому его отклонение от допуска η^2 может быть связано с постепенным отказом. При

отсутствии нарушений невязка V_j обрабатывается с помощью ОФК, парирование отказа осуществляется путём подключения резервного канала, а парирование кратковременного сбоя – путём адаптивно-робастной обработки невязки с использованием функции влияния $\psi(\beta)$ [7], устанавливающей меру доверия к поступающим наблюдениям.

Вычислительно устойчивая U - D модификация адаптивно-робастного фильтра [7] с функцией влияния $\psi(\beta)$ в контуре настройки может быть представлена следующим алгоритмом

Прогноз: $m_0 = \hat{x}_{i/i-1} = \Phi_i \hat{x}_{i-1/i-1}$;

$$MWGS \left\{ \begin{array}{l} \bar{W}_0 = [\Phi_i \ U_{i-1/i-1} \ ; \ \Gamma_i] \\ \bar{D}_0 = \text{diag}(D_{i-1/i-1}, Q_{i-1}) \end{array} \right\} \rightarrow U_0; D_0$$

Настройка: $v_j = z_j - H_j m_{j-1}$; $\beta_j = v_j / \alpha_j$;

$$\psi_j = \psi(\beta_j); \psi'_j = \psi'(\beta_j);$$

Коррекция: $f_j = H_j U_{j-1}$; $V_j = D_{j-1} f_j^T$;

$$\tilde{\alpha}_j = f_j V_j \psi' + \alpha_j^2; \ K_j = U_{j-1} V_j / \tilde{\alpha}_j;$$

$$MWGS \left\{ \begin{array}{l} \bar{W}_j = [K_j \ f_j \ \psi'_j \ -U_{j-1} \ ; \ K_j] \\ \bar{D}_j = \text{diag}(D_{j-1}, \alpha_j^2 \psi'_j) \end{array} \right\} \rightarrow U_j; D_j;$$

$$m_j = m_{j-1} + K_j \alpha_j \psi_j; \ U_{i/i} = U_l; \ D_{i/i} = D_l; \ \hat{x}_{i/i} = m_l; \ j = \overline{1, l},$$

где Γ_i - переходная матрица для вектора возмущений ξ_{i-1} размерности $r \times l$; Q_i - ковариационная матрица для вектора ξ_{i-1} ; $MWGS$ - процедура [7] преобразования совокупности матриц \bar{W}_j размерности $n \times (n+r)$ и \bar{D}_j размерности $(n+r) \times (n+r)$ в совокупность матриц U_j, D_j размерности $n \times n$; n - размерность вектора ошибок БИСНС; $U_{i/i} D_{i/i} U_{i/i}^T = P_{i/i}$ - ковариационная матрица ошибок оценивания.

В работе [7] предложены и обоснованы следующие значения функции влияния, учитывающие априорные предположения о законах распределений полезного сигнала и помехи,

$$\psi_g(\beta_j) = \beta_j; \ \psi'_g(\beta_j) = 1 \text{ - для кондиционных значений невязок: } 0 \leq \beta_j \leq 3;$$

$$\psi_l(\beta_j) = |\beta_j|; \ \psi'_l(\beta_j) = 0 \text{ - для аномальных значений невязок: } \beta_j > 6;$$

$$\psi_{lg}(\beta_j) = \beta_j/3; \ \psi'_{lg}(\beta_j) = 1/3 \text{ - для значений невязок в условиях неопределенности}$$

распределений: $3 < \beta_j \leq 6$.

2. Анализ бесплатформенной инерциально-спутниковой навигационной системы БИСНС-500 как объекта контроля и оценки состояния

Представленная технология контроля и оценки состояния БИСНС была апробирована при отработке программно-математического обеспечения (ПМО) инерциально-спутниковой НС БИСНС-500 [9] на волоконно-оптических гироскопах (ВОГ) разработки НПК «ОПТОЛИНК» (г. Зеленоград). На рис. 2 представлена система БИСНС-500 с технологическими кабелями. Основные модули БИСНС-500: трехосный блок инерциальных чувствительных элементов БЧЭ-500 на базе триады ВОГ и акселерометров; спутниковый приемник К-161 разработки РИРВ (г.С.-Петербург), вычислительный модуль в стандарте РС-104, блоки питания, входного и выходного интерфейсов. Для синхронизации сигналов, организации потоковой обработки измерений, а также преобразования последовательного кода в параллельный в структуру системы БИСНС-500 включена плата адаптера. Циклограмма работы системы БИСНС-500 включает следующие этапы: грубая начальная выставка по

сигналам ЧЭ; точная начальная выставка; навигационный режим, включающий подрежимы автономной инерциальной

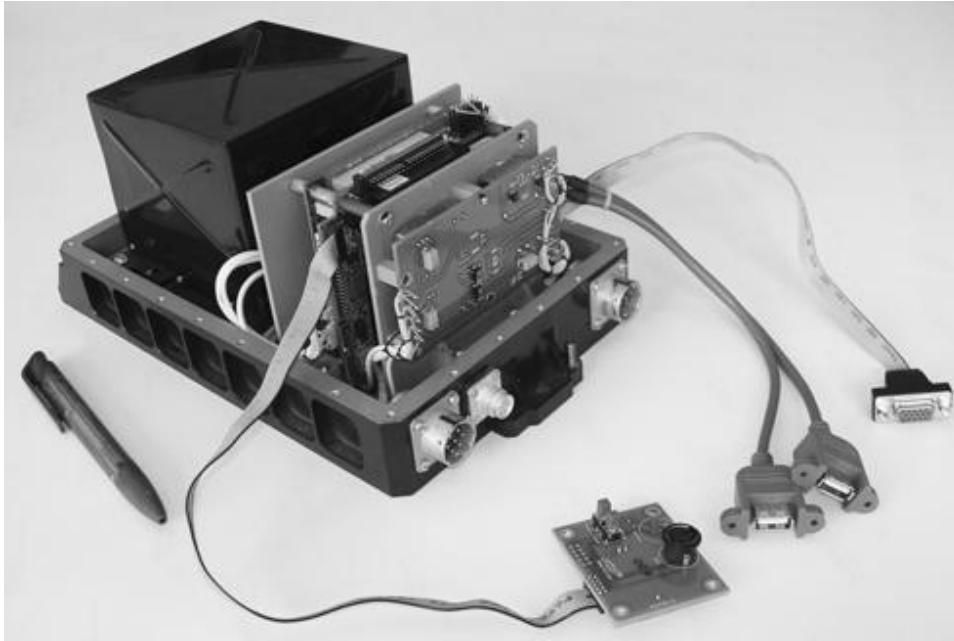


Рис. 2. Инерциально-спутниковая навигационная система БИНС-500

навигации и инерциально-спутниковой навигации.

На этапе точной начальной выставки оцениваются ошибки угловой ориентации БЧЭ, а также остаточные дрейфы ЧЭ и параметры их динамических моделей. Данная задача решается на основе последовательной обработки адаптивно-робастным фильтром сигналов наблюдений z_i следующего вида:

$$z_{\Theta(i)} = C_{0(i)}^T \int_{t_{i-1}}^{t_i} \dot{\Theta}(\tau) d\tau - [0:0:\Omega \Delta t_i]^T; \quad (1)$$

$$z_{k(i)} = [\varphi_i \lambda_i]_{\text{БИНС}}^T - [\varphi_i \lambda_i]_{\text{ТНВ}}^T; \quad (2)$$

$$z_{v(i)} = [V_{\xi} V_{\eta} V_{\zeta}]_{(i)\text{БИНС}}^T, \quad (3)$$

где ТНВ – обозначение точки начальной выставки; φ_i, λ_i – геодезические широта и долгота местоположения БИНС; $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ – шаг наблюдений;

$\bar{\Omega} = [\Omega_{\xi} \quad \Omega_{\eta} \quad \Omega_{\zeta}]^T$ – вектор угловой скорости вращения Земли в проекциях на оси полусвободного в азимуте опорного трехгранника $o\xi\eta\zeta$;

C_0 – матрица направляющих косинусов, характеризующая угловую ориентацию связанной с БЧЭ системы координат $oxyz$ относительно инерциальной $OX_nY_nZ_n$; $\bar{V} = [V_{\xi} \quad V_{\eta} \quad V_{\zeta}]^T$ – вектор относительной скорости движения БЧЭ в проекциях на оси опорного навигационного трехгранника $o\xi\eta\zeta$.

Комплексный режим инерциально-спутниковый навигации реализуется на основе последовательной обработки адаптивно-робастным фильтром позиционных и скоростных наблюдений

$$z_{k(i)} = [\varphi_i \lambda_i]_{\text{БИНС}}^T - [\varphi_i \lambda_i]_{\text{СНС}}^T; \quad (4)$$

$$z_{v(i)} = C_{3(i)}^T [V_{\xi} V_{\eta} V_{\zeta}]_{(i)\text{БИНС}}^T - [V_E V_N V_H]_{(i)\text{СНС}}^T, \quad (5)$$

где C_3 – матрица направляющих косинусов, характеризующая взаимную угловую ориентацию опорного $o\xi\eta\zeta$ и геодезического $oENH$ трехгранников.

ПМО системы БИНС-500 построено на основе решения двух уравнений Пуассона: для кватернионов ориентации q_0 и навигации q_1

$$\overset{\bullet}{2} q_0 = \Pi_0 q_0; \quad (6) \qquad \overset{\bullet}{2} q_1 = \Pi_1 q_1, \quad (7)$$

где

$$\Pi_0 = \begin{bmatrix} 0 & \overset{\bullet}{\Theta}_y & -\overset{\bullet}{\Theta}_x & -\overset{\bullet}{\Theta}_z \\ -\overset{\bullet}{\Theta}_y & 0 & \overset{\bullet}{\Theta}_z & -\overset{\bullet}{\Theta}_x \\ \overset{\bullet}{\Theta}_x & -\overset{\bullet}{\Theta}_z & 0 & -\overset{\bullet}{\Theta}_y \\ \overset{\bullet}{\Theta}_z & \overset{\bullet}{\Theta}_x & \overset{\bullet}{\Theta}_y & 0 \end{bmatrix}; \quad \Pi_1 = \begin{bmatrix} 0 & -\omega_\xi & -\omega_\eta & -\omega_\zeta \\ \omega_\xi & 0 & \omega_\zeta & -\omega_\eta \\ \omega_\eta & -\omega_\zeta & 0 & \omega_\xi \\ \omega_\zeta & \omega_\eta & -\omega_\xi & 0 \end{bmatrix};$$

$$\overset{\bullet}{\Theta} = \begin{bmatrix} \overset{\bullet}{\Theta}_x & \overset{\bullet}{\Theta}_y & \overset{\bullet}{\Theta}_z \end{bmatrix}^T - \text{вектор выходных сигналов ВОГ}; \quad \bar{\omega} = \begin{bmatrix} \omega_\xi & \omega_\eta & \omega_\zeta \end{bmatrix}^T - \text{вектор угловых}$$

скоростей вращения опорного трехгранника $o\xi\eta\zeta$ в геодезической системе координат [5]. Причем для свободного в азимуте трехгранника $\omega_\zeta = 0$. Элементы вектора $\bar{\omega}$ определяются по проекциям V_ξ, V_η, V_ζ вектора относительной скорости \bar{V} из решения основного уравнения инерциальной навигации [5]

$$\overset{\bullet}{\bar{V}} = C_2^T \bar{a} + \bar{g} - 2\bar{\Omega} \times \bar{V} - \bar{\omega} \times \bar{V} - \bar{\Omega} \times (\bar{\Omega} \times \bar{R}), \quad \text{где} \quad (8)$$

$$\bar{V} = \begin{bmatrix} V_\xi & V_\eta & V_\zeta \end{bmatrix}^T - \text{вектор относительной скорости движения БЧЭ в проекциях на оси опорного}$$

навигационного трехгранника $o\xi\eta\zeta$; $\bar{a} = \begin{bmatrix} a_x & a_y & a_z \end{bmatrix}^T$ – вектор выходных сигналов акселерометров;

$\bar{g} = \begin{bmatrix} g_\xi & g_\eta & g_\zeta \end{bmatrix}^T$ – вектор гравитационного ускорения; $\bar{\Omega} = \begin{bmatrix} \Omega_\xi & \Omega_\eta & \Omega_\zeta \end{bmatrix}^T$ – вектор угловой

скорости вращения Земли; $\bar{R} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & R \end{bmatrix}^T$ – радиус-вектор местоположения БЧЭ; C_2 – матрица направляющих косинусов, характеризующая угловую ориентацию связанной системы координат $oxuz$

относительно опорного трехгранника $o\xi\eta\zeta$. По элементам кватернионов q_0 и q_1 определяются углы ориентации ψ, ϑ, γ БЧЭ относительно сопровождающего трехгранника $oENH$ геодезической системы координат, а также геодезические широта Φ и долгота λ . С учетом уравнений (6)-(8) базовый вектор ошибок БИНС включал 17 параметров, а именно: ошибки счисления составляющих вектора относительной скорости, ошибки счисления элементов кватернионов и дрейфы ЧЭ.

3. Анализ результатов исследований

Эксперименты проводились в наземных условиях с размещением оборудования в подвижной лаборатории на базе автомобиля. Была реализована следующая циклограмма работы системы БИНС-500: грубая начальная выставка ($t=0 \div 100$ с); точная начальная выставка ($t=100 \div 600$ с); навигационный режим ($t > 600$ с).

На рис. 3 показана горизонтальная траектория движения лаборатории. На рис. 4 показаны: выходной сигнал (график светлого цвета, угл.сек/с) ВОГ ox , а также сглаженный с помощью цифрового фильтра сигнал (график темного цвета) того же гироскопа. Сглаживание выполнялось с частотой съема сигналов ЧЭ 1 кГц. На рис. 5 показана оценка дрейфа ВОГ ox . Оценки формируются при обработке наблюдений (1)–(5) с частотой 1 Гц. С 600с БИНС-500 функционировала в режиме инерциальной навигации и компенсации в сигналах ЧЭ оценок их дрейфов.

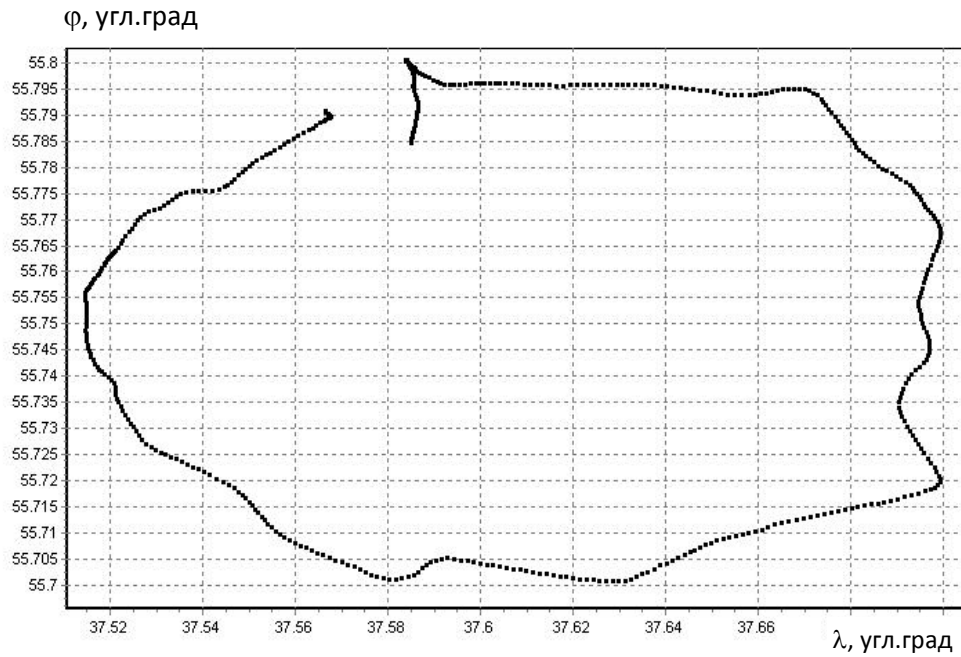


Рис. 3. Горизонтальная траектория движения испытательной лаборатории

На рис. 6 показана круговая ошибка оценки местоположения объекта ΔS , при числении параметров движения БИНС без демпфирования аномальных сигналов и остаточных дрейфов ЧЭ в режиме навигации, где $\Delta S = \sqrt{\delta_\varphi^2 + \delta_\lambda^2}$; $\delta_\varphi = (\varphi_{\text{БИНС}} - \varphi_{\text{СНС}})R$; $\delta_\lambda = (\lambda_{\text{БИНС}} - \lambda_{\text{СНС}})R \cos \varphi$; $R = a(1 - 0.5e^2 \sin^2 \varphi)$; $a = 6378245$ м; $e^2 = 0,0066934$.

$\Theta, \dot{\Theta}$, угл. с/с

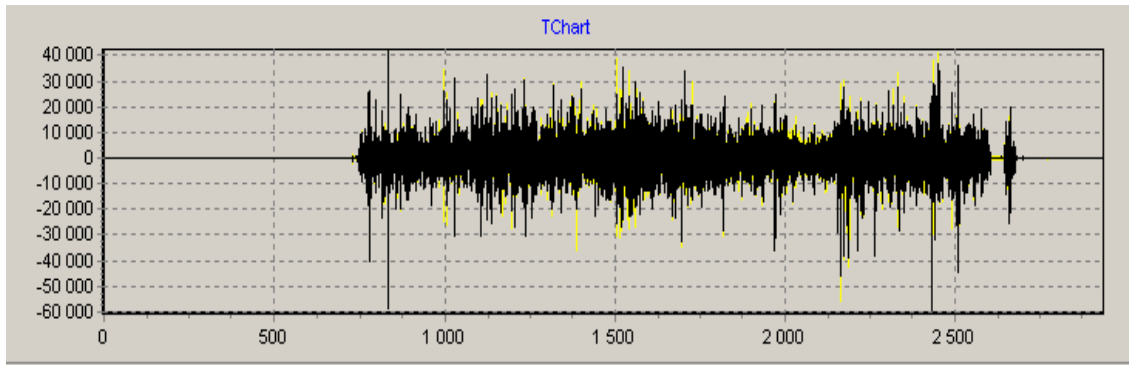


Рис. 4. Выходной сигнал ВОГ ох

$\Delta\omega_x$, °/ч

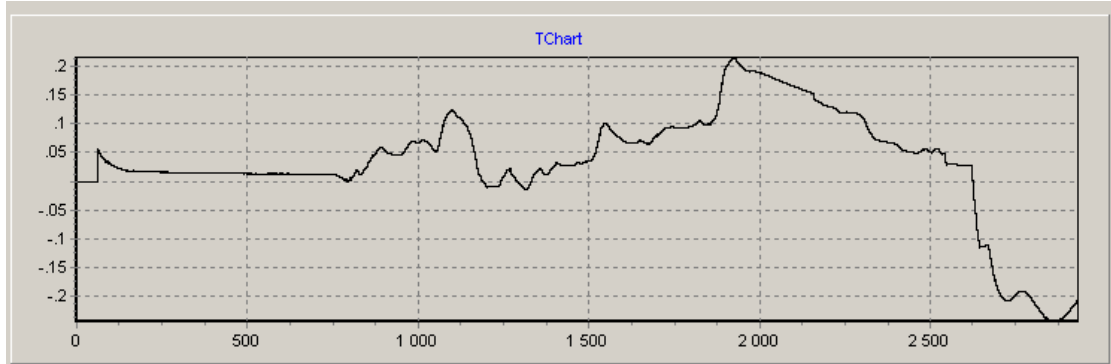


Рис. 5. Оценка остаточного дрейфа ВОГ ох

ΔS , м

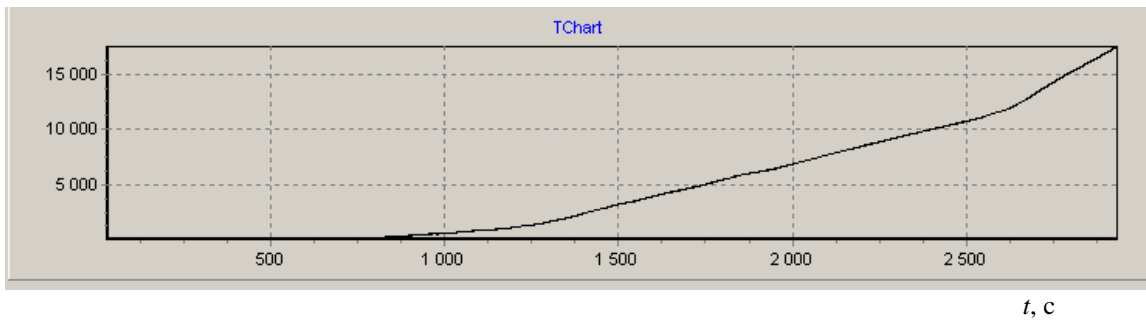


Рис. 6. Круговая позиционная ошибка без демпфирования аномальных сигналов ЧЭ

На рис. 7 показана круговая ошибка ΔS , соответствующая численности параметров движения БИНС с учетом парирования аномальных сигналов (сбоев) ЧЭ, а также с учетом оценки и компенсации смещений акселерометров и дрейфов ВОГ. Это позволило на порядок уменьшить ошибку ΔS .

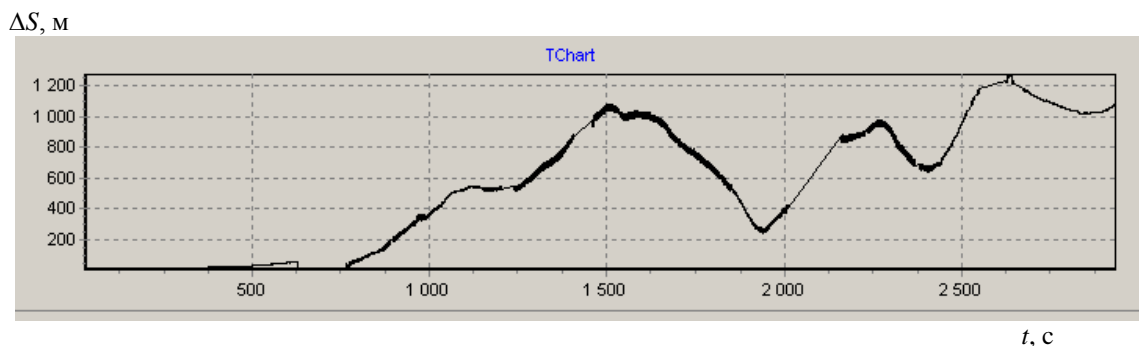


Рис. 7. Круговая позиционная ошибка при парировании сбоев и демпфировании остаточных дрейфов чувствительных элементов

Анализ результатов исследований показал, что периодическое использование спутниковой информации (с частотой не более 1Гц) позволяет оценивать и демпфировать оставшиеся после заводской калибровки и начальной выставки погрешности ЧЭ, а также случайные погрешности, возникающие в процессе эксплуатации БИНС. Кроме того, информационная надежность навигационных определений может быть повышена на основе локализации и парирования нарушений путем адаптивно-робастной обработки наблюдений.

Литература

1. Веремеенко К.К., Кошелев Б.В., Соловьев Ю.А. Анализ состояния разработок интегрированных инерциально-спутниковых навигационных систем // Новости навигации, 2010, № 4, с. 32-41.
 2. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников / Под ред. Э.Удда. М.: Техносфера, 2008. – 520 с.
 3. Дмитриев С.П., Колесов Н.В., Осипов А.В. Информационная надежность, контроль и диагностика навигационных систем. – СПб.: ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор», 2003. – 207 с.
 4. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 326 с.
 5. Бабич О.А. Обработка информации в навигационных комплексах. – М.: Машиностроение, 1991. – 512 с.
 6. Fitzgerald R.J. Divergence of the Kalman Filter // IEEE Trans. on Automatic Control. 1971, Vol.16, No 6, pp. 736-747.
 7. Колодежный Л.П., Чернодаров А.В. Надежность и техническая диагностика. – М.: ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 2010. - 452с.
 8. Королюк В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Наука, ГРФМЛ, 1985. – 640 с.
 9. Chernodarov A.V., Patrikeev A.P., Korkishko Yu.N., Fedorov V.A., Perelyaev S.E. Software Seminatural Development for FOG Inertial Satellite Navigation System SINS-500 // Gyroscopy and Navigation, 2010, Vol. 1, No 4, pp. 330-340. Pleiades Publishing.
- Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-08-01174-а.

АНАЛИЗ ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТПК ГИМС

Чернозубов Ю. С.
Москва, МИЭМ

Приведены результаты термодинамического анализа и экспериментальных исследований температурной стабильности тонкопленочных конденсаторов на основе монооксида германия.

Analysis of degradation processes in TPK GIMS. Chernozubov U.S.

Results of the thermodynamic analysis and experimental researches of temperature stability of thin-film condensers on the basis of a monooxide a germniya are given.

При эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), выполненной на гибридных интегральных микросхемах (ГИМС), возможно как кратковременное, так и длительное повышение температуры до 200–250 °С, что в сочетании с электрической нагрузкой может привести к их отказам. В таких условиях чаще всего отказывают тонкопленочные конденсаторы (ТПК), входящие в состав ГИМС [1–4]. Не имея явных дефектов, ТПК постепенно изменяют емкости (C), тангенсы угла диэлектрических потерь ($tg\delta$) и токи утечки ($I_{ут}$). Рентгеноструктурный, спектральный, электронографический и электрохимический анализы в сочетании с электрическими измерениями подтверждают физико-химические процессы деградации диэлектриков емкостных элементов ГИМС. При этом возможными причинами деградации диэлектриков ТПК могут быть:

- рекристаллизация диэлектрика, изменение со временем концентрации дефектов, изменение типа проводимости диэлектрика;
- диффузия кислорода через верхний электрод, скопление его на поверхности раздела верхнего электрода и диэлектрика, окисление верхнего электрода и увеличение эффективной толщины диэлектрика;
- диффузия материала электродов в диэлектрик, уменьшение его эффективной толщины и др.

В данной работе приведены результаты исследований температурной стабильности ТПК на основе монооксида германия (GeO). Исследования проводились на тест-платах и в составе стандартных ГИМС.

Исследование ТПК на тест-платах

Тест-платы были изготовлены термовакуумным осаждением в едином и разрывном технологических вакуумных циклах на установке УВН-2М-1. По стандартной технологии на подложке из ситалла СТ-50-1 осаждали подслои Ti (500 Å), электроды конденсаторов из Al (2000–2500 Å), диэлектрический слой GeO (1,2–1,3 мкм), защитный слой GeO (1–1,5 мкм). Конденсаторы с $C_{уд} = 5000 - 10000$ пФ/см² без электрической нагрузки подвергали термическому воздействию в вакууме (10^{-3} Па) и на воздухе при $T = 150 - 250$ °С и скоростях нагрева 20–250 °С/ч. В качестве контролируемых параметров были выбраны емкость C и ток утечки $I_{ут}$, которые измеряли до и после обработки. Результаты экспериментальных исследований позволили установить следующее:

- при термообработке в вакууме и на воздухе значения C соответственно снижаются на 5–10 % и 15–20%;
- для конденсаторов, изготовленных в едином вакуумном цикле, после термообработки в вакууме наблюдаются меньшие изменения C , чем для ТПК, полученных в разрывном цикле;
- наибольшее изменение C при малых $I_{ут}$ наблюдается после термообработки на воздухе;
- при нагревании до 250 °С со скоростью 30 °С/ч C уменьшается при неизменном $I_{ут}$;
- при нагревании со скоростью более 150 °С/ч и прочих равных условиях $I_{ут}$ значительно увеличивается и происходит короткое замыкание.

В зависимости от условий теплового воздействия (температуры, состава среды, скорости нагрева и т.п.) изменялись электрофизические свойства ТПК, имели место параметрические и катастрофические отказы. Параметрические отказы ТПК проявлялись в уменьшении C с уходом её значений за пределы допусков.

Как показывает термодинамический анализ, при вышеуказанных температурах возможны разнообразные взаимно накладывающиеся физико-химические процессы. Так происходит диссоциация GeO:



Термодинамическую вероятность указанной реакции подтверждает положительное значение максимальной работы, вычисленное для $T = 200$ °С по уравнению:

$$A_{\max} = -\Delta Z = -\Delta H + T\Delta S,$$

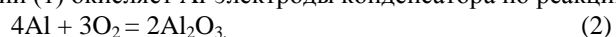
где ΔZ – изменение изобарного потенциала; ΔH – изменение теплосодержания реакции; T – температура; ΔS – энтропия реакции.

$$\Delta H = (2\Delta H_{\text{Ge}}^{\circ} + \Delta H_{\text{O}_2}^{\circ}) - 2\Delta H_{\text{GeO}}^{\circ},$$

$$\Delta S = (2S_{\text{Ge}} + S_{\text{O}_2}) - 2S_{\text{GeO}}.$$

Таким образом, в результате теплового воздействия в диэлектрике ТПК снижается количество GeO, то есть уменьшается диэлектрическая составляющая, но увеличивается количество Ge с повышением проводящей составляющей. Все это приводит к заметному уменьшению C конденсатора.

Вместе с тем, при $T=200$ °С кислород реакции (1) окисляет Al-электроды конденсатора по реакции:



Вычисленное A_{\max} реакции (2) положительно и подтверждает возможность образования Al_2O_3 . Суммарное взаимодействие можно представить в виде реакции:



термическая вероятность которой также подтверждается положительным значением A_{\max} . В результате указанных взаимодействий происходит как уменьшение (реакция 1), так и увеличение C (реакция 2). Если предположить, что реакции (1) и (2) частично взаимно компенсируют друг друга, то общее уменьшение C можно объяснить увеличением толщины диэлектрика (d) за счет окисления электродов и образования трехслойной диэлектрической структуры:

$$d_{\Sigma} = d_{GeO(Ge)} + 2d_{Al_2O_3}.$$

Более значительное уменьшение C наблюдается в ТПК, осажденных в разрывном цикле, а также в ТПК, термообработанных на воздухе, по сравнению с ТПК, изготовленными в едином вакуумном цикле и термообработанными в вакууме. Вероятно, реакция (2) с O_2 из окружающей среды более интенсивна, чем реакция (1). В результате между GeO и Al создается плотный пассивирующий слой Al_2O_3 , который не только увеличивает C за счет d_{Σ} , но и затрудняет протекание реакции (3). При этом замедляется реакция (1), способствующая образованию большого количества пор в диэлектрике. Таким образом, термообработка на воздухе дает возможность сохранить малые $I_{ут}$.

Исследование ТПК в составе стандартных ГИМС

Рассмотренный механизм деградации был проверен на конденсаторах с емкостью $C=82 \text{ пФ} \pm 15\%$ в составе ГИМС типа К2ГФ181. В условиях рабочего режима эксплуатации ГИМС подвергали тепловым воздействиям при $T=75-200^\circ\text{C}$ в течение 100 ч. Параметры контролировали на измерительно-испытательном стенде.

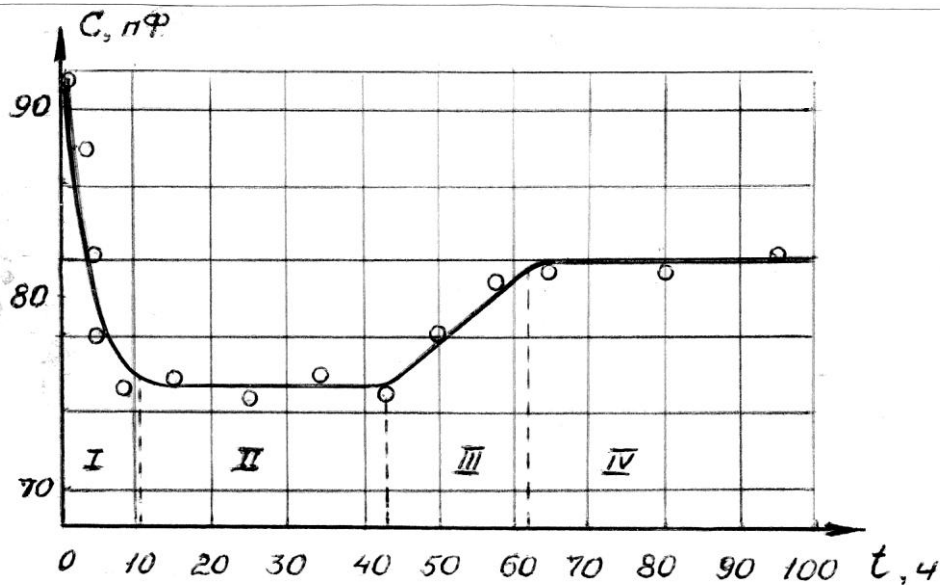


Рис. 1. Зависимость емкости ТПК от времени испытаний.

По результатам измерений построена кривая (рис.1.), которая дает представление о характере изменения C от времени испытаний. Резкое уменьшение емкости C на участке I связано с протеканием рассмотренных выше реакций и увеличением d_{Σ} . При этом вероятность протекания реакции (2) выше, чем реакции (1), так как A_{\max} реакции (2) в 1,7 раза больше A_{\max} реакции (1). На участке II значение C практически не меняется, что можно объяснить временной взаимной компенсацией реакций (1) и (2). Однако, при более длительном временном воздействии (45–60 ч., область III) происходит некоторое увеличение C в связи с продолжением перераспределения O_2 между GeO и Al «в пользу» образования Al_2O_3 с большим значением диэлектрической проницаемости ϵ . При этом, постепенно замедляется дальнейшее окисление Al и процесс стабилизируется. Неизменность C во области IV подтверждает окончательное установление равновесного соотношения всех составляющих реакций (1), (2) и (3) для данной температуры $T=200^\circ\text{C}$. Короткие замыкания возникают в основном в «точках перегиба» кривой, что может быть объяснено интенсификацией (или замедлением) той или иной реакции, возникновением напряжений, появлением и перераспределением дефектов, нарушением электрической прочности ТПК.

Проведенный термодинамический анализ отказов ТПК и экспериментальные исследования их температурной стабильности подтверждают сложность и взаимосвязанность физико-химических процессов в системе $Al-GeO-Al$. Нежелательным является даже кратковременное повышение температуры до 200°C . Вместе с тем термообработка на воздухе в сочетании с малыми скоростями нагрева позволит производить подгонку ТПК в пределах допуска и стабилизировать их параметры.

Литература

1. Коледов Л. А., Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 400 с.
2. Билибин К. И. и др., Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. – М.: МГТУ, 2005. – 568 с.
3. Романова М. П. Проектирование гибридно-пленочных интегральных микросхем. – Ульяновск: УлГТУ, 2006 – 73 с.
4. Физические основы надежности интегральных схем /Под. ред. Миллера Ю. Г. – М.: Сов. радио, 1976. – 320 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВИБРОИСПЫТАНИЙ РЭС

Рындин Д.А., Затылкин А.В., Юрков Н.К.
 ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»

Some aspects of fiber-optic sensors during vibrotest res. Rindin D.A., Zatilkin A.V., Urkov N.K.

В данной статье рассмотрены некоторые аспекты применения волоконно-оптических датчиков (ВОД) при проведении виброиспытаний. Описана типовая конструкция волоконно-оптического акселерометра, в котором использован ВОД интенсивности излучения на основе микроизгибов. Сделаны выводы о необходимости развития существующих методов и средств анализа колебательных процессов РЭС в условиях внешних динамических воздействий.

Ключевые слова: волоконно-оптический датчик, виброиспытания, колебательные процессы, микроизгиб.

В настоящее время волоконно-оптические датчики физических величин заняли в номенклатуре производителей оборудования свою нишу. Их преимущества заключаются в отсутствии чувствительности к электромагнитным возмущениям, малому весу, высокой чувствительности и способности к мультиплексированию в массивы датчиков. Благодаря малым потерям (порядка 0.01 Дб/км и менее) мощности излучения в оптическом волокне есть возможность передавать сигнал на достаточно большое расстояние от места измерения без использования промежуточных усилителей. В основе работы предлагаемого к рассмотрению акселерометра лежит ВОД интенсивности излучения на основе микроизгибов.

Волоконно-оптические акселерометры (ВОА) предназначены для решения ряда задач, так или иначе связанных с количественной оценкой параметров вибраций, в данном случае речь идет об измерении ускорения. По связи с объектом измерения данные приборы можно классифицировать как контактирующие; в зависимости от поставленных задач возможны жесткое крепление на объекте, свободное расположение на объекте (прибор ставится на объект, но не скрепляется с ним) и кратковременный контакт с целью получение действующего значения виброускорения.

ВОД на основе микроизгибов (рис.1) представляет собой многомодовое оптоволокно 4, покрытое защитной металлической оболочкой 1, со ступенчатым характером изменения показателей преломления. Сдавливание оптического волокна происходит двумя гофрированными поверхностями 2.

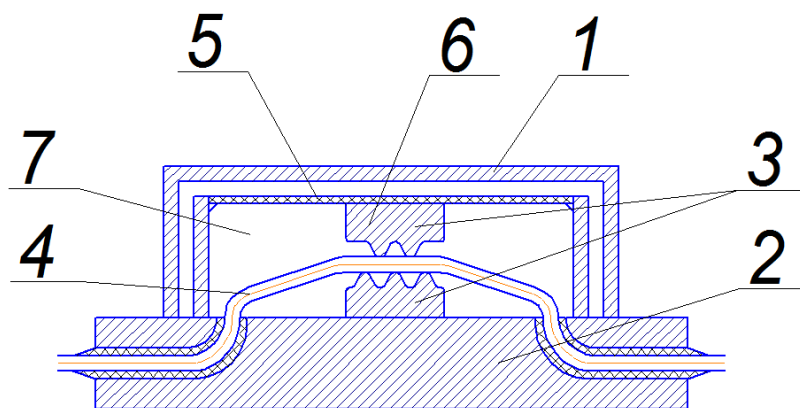


Рисунок 1 – Схема волоконно-оптического акселерометра

Датчик перемещений измеряет силу, необходимую для придания массе ускорения. Инертная масса 6 закреплена на тонкой широкой мембране 5 и имеет гофрированную нижнюю поверхность. На основании 2 акселерометра расположена ответная гофрированная поверхность, а также крепления для мембраны. В

результате оптоволоконно оказывается зажатым между двумя гофрированными поверхностями. В результате внешних вибрационных воздействий инертная масса приходит в движение, которое становится причиной образования микроизгибов в оптическом волокне и модуляции интенсивности излучения. Объем под мембраной целесообразно заполнить амортизирующим жидкостным наполнителем 7, который предохранит устройство от чрезмерных перегрузок, а также в целях максимально возможного уменьшения резонансных вибраций в области верхних частот.

Во многом характеристики акселерометра (такие как чувствительность и диапазон рабочих частот) определяют жесткость мембраны, а также величина инертной массы. Очевидно, что варьируя этими величинами, можно изменять характеристики акселерометра применительно к различным задачам.

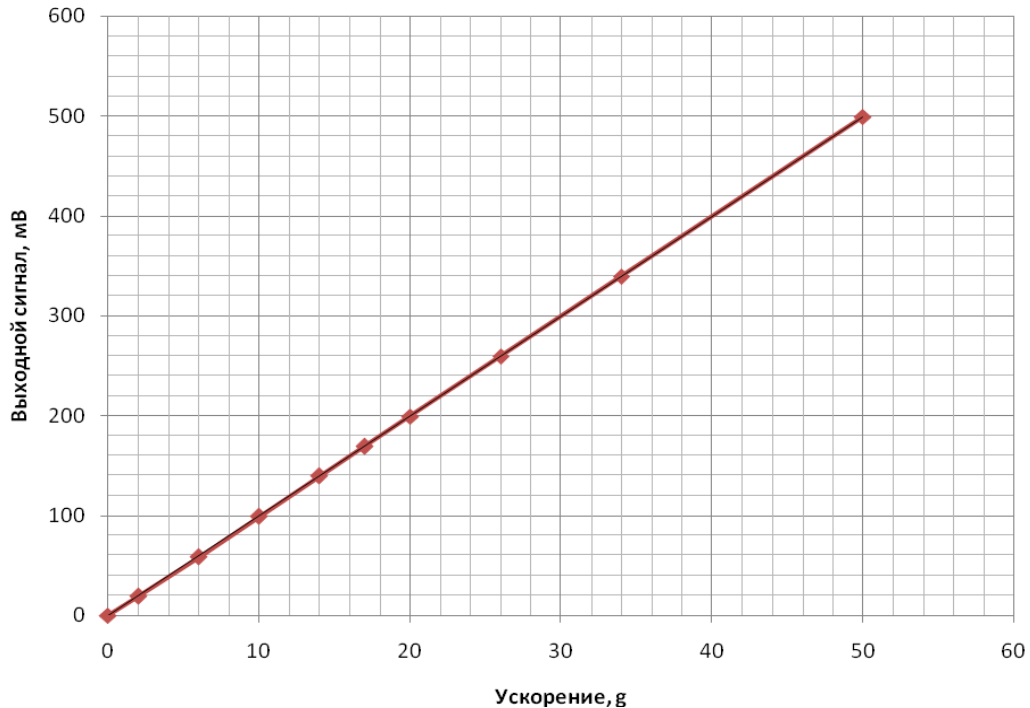


Рисунок 2 – Зависимость выходного сигнала ВОА от ускорения

Как видно из рисунка 2, зависимость выходного напряжения акселерометра от ускорения носит линейный характер. Для реальных устройств величина нелинейности едва достигает 3%. Отметим также, что хорошую линейность имеет и частотная характеристика, что является несомненным плюсом в деле виброиспытаний радиоэлектронных средств.

Как было отмечено ранее, данный датчик относится к группе механически связанных (контактирующих), и, как следствие, присутствие массы акселерометра на поверхности исследуемого объекта в некоторой степени вносит искажения в измеряемую величину. Кроме того, крепление акселерометра на объект с сопоставимой массой может привести к смещению резонансных частот. Совершенно очевидно, что подобные искажения будут несущественны при условии, что масса датчика будет много меньше массы исследуемого объекта. Следовательно, одна из важнейших задач при проектировании контактных датчиков (в нашем случае – акселерометров) состоит в максимально возможном уменьшении массы устройства, что в дальнейшем позволит проводить вибрационные исследования с более широким спектром объектов.

На сегодняшний день типовые значения массы для акселерометров различных типов колеблется в достаточно широком диапазоне. Так масса сверхнадежных акселерометров на базе емкостных датчиков ускорения для изделий ракетно-космической техники может достигать величины порядка 500 г в зависимости от степени защиты прибора от заданных внешних воздействий, в то время как масса пьезоэлектрических акселерометров для мобильных устройств связи начинается от десятых долей грамма в силу относительной простоты конструкции и достаточно развитой технологии производства. В этом смысле собственная масса волоконно-оптических датчиков может иметь величину в несколько грамм, что делает их конкурентоспособными на рынке миниатюрных измерительных средств. На рисунке 3 представлены волоконно-оптические датчики общего назначения производства компании OMRON (Япония).



Рисунок 3 – Стандартные цилиндрические головки ВОД

В заключение хотелось бы отметить, что развитие методов и средств вибрационных испытаний идет стремительно и, не смотря положительные стороны использования волоконно-оптических датчиков ускорения, уже разработаны и производятся бесконтактные средства измерения параметров вибрации. Эти устройства используют методы зондирования объекта электро-магнитными волнами. Одним из них является оптический метод исследования объекта видимым светом, основанный на детектировании эффекта Доплера. Но в силу сложности, излишней чувствительности к параметрам среды и исследуемых объектов, а также дороговизны оборудования подобные устройства слабо распространены. Поэтому использование волоконно-оптических датчиков в деле виброиспытаний как бортовой, так и наземной радиоаппаратуры перестало быть редкостью, а разработку волоконно-оптического акселерометра можно назвать едва ли не самой удачной разработкой в области измерительной техники.

Литература

1. Бусурин В.И. Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения. / Носов Ю.Р. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
2. Иориш Ю.И. Виброметрия. Измерение вибрации и ударов. Общая теория, методы и приборы. / Ю. И. Иориш. – М. : Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1963. – 756 с.
3. Удд Э. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников. / Под ред. Э. Удда. – М: Техносфера, 2008. – 520 с.
4. Окоси Т. и др.. Волоконно-оптические датчики. / Т. Окоси, К. Окамото, М. Оцу, Х. Нисихара, К. Кюма, К. Хататэ; Под ред. Т. Окоси: Пер. с япон. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 256 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АНТЕННЫ

Горбалысов М.С., Юрков Н.К., Якимов А.Н.
ПензГУ, г. Пенза

В статье исследуется влияние температурных деформаций на характеристики излучения сегментно-параболической зеркальной антенны. Разработана математическая модель антенны, характеристики которой меняются при тепловых воздействиях.

The mathematical model for the influence of temperature deformation on characteristics of antenna **Gorbilysov M. S., Urkov N. K., Yakimov A.N.**

The influence of temperature deformation on radiation characteristics of the cheese-box mirror antennas is investigated in this paper. The mathematical model of antenna which characteristics changed by thermal action is developed.

В радиолучевых системах обнаружения, устанавливаемых на протяженных охраняемых участках территории, широко используются сегментно-параболические зеркальные антенны. При эксплуатации антенны подвергаются неблагоприятным внешним воздействиям. Изменения формы и размеров отражающей поверхности из-за тепловых и механических воздействий влияют на параметры антенны и системы в целом [1]. Поэтому требуется решение задачи анализа влияния этих воздействий на характеристики излучения используемых антенн.

В результате влияния тепловых воздействий на антенную систему возникают наибольшие деформации отражающей поверхности [2]. Например, моделирование воздействия пониженной температуры окружающей

среды -50°C на антенну сегментно-параболического типа в пакете SolidWorks Simulation показывает, что возникает деформация с максимальным отклонением от исходного профиля $0,493$ мм, направленного по нормали к поверхности антенны с размерами апертуры $0,25 \times 0,47$ м. Аналогичные исследования были проведены для температуры окружающей среды в диапазоне от минус 50 до $+50^{\circ}\text{C}$. Исследование температурных деформаций осуществлялось на модели, учитывающей особенности конструкции и материалов, используемых в антенне. При этом учитывалось крепление зеркала в его центре, толщина 2 мм и физико-механические свойства материала антенны (сплав АМг6).

Для построения электродинамической модели использовалась только модель отражающей поверхности в виде сегмента параболического цилиндра, с учетом ограничений накладываемых используемым методом на основные геометрические характеристики антенны. При этом расчет проводился апертурным методом, использующим законы геометрической оптики, которые в пределах главного лепестка и первых боковых лепестков дают результаты близкие к результатам, полученным другими методами [3].

В результате обработки данных о характеристиках излучения антенны, полученных при моделировании тепловых воздействий, были определены зависимости основных параметров её диаграммы направленности (ДН) от температуры окружающей среды T . Эти результаты позволяют создать математическую модель антенны с учетом влияния температурных деформаций, для чего необходимо аппроксимировать полученные зависимости приближенными аналитическими выражениями. Например, ширина диаграммы направленности на уровне половинной мощности и максимальный уровень боковых лепестков в горизонтальной плоскости ДН могут быть аппроксимированы следующими выражениями:

$$2\varphi_{0,5}(T) = -3,953 \cdot 10^{-16} T^9 + 1,404 \cdot 10^{-13} T^8 - 1,089 \cdot 10^{-12} T^7 - 5,108 \cdot 10^{-10} T^6 + 5,948 \cdot 10^{-9} T^5 + 5,057 \cdot 10^{-7} T^4 - 4,503 \cdot 10^{-6} T^3 - 2,824 \cdot 10^{-4} T^2 + 0,005 T + 3,341; \quad (1)$$

$$F_{i\dot{a}}(T) = 1,063 \cdot 10^{-15} T^9 + -8,115 \cdot 10^{-15} T^8 - 5,537 \cdot 10^{-12} T^7 + 4,433 \cdot 10^{-11} T^6 + 9,498 \cdot 10^{-9} T^5 - 8,507 \cdot 10^{-8} T^4 - 6,156 \cdot 10^{-6} T^3 + 6,017 \cdot 10^{-5} T^2 + 8,650 \cdot 10^{-4} T + 0,209. \quad (2)$$

Математическую модель антенны, характеристики которой меняются при изменении температуры, может быть получена на основе функции ДН, одним из параметров которой является температура окружающей среды. Особенностью предлагаемой модели ДН является комбинация известных функций, описывающих ДН антенны на ее отдельных участках [2].

Для описания главного лепестка ДН подходит функция:

$$F_{\dot{a}}(\varphi, T) = \frac{\sin \left[m \cdot \frac{\sin(\varphi)}{2\varphi_{0,5}(T)} \right]}{m \cdot \frac{\sin(\varphi)}{2\varphi_{0,5}(T)}}, \quad (3)$$

где m – параметр, который вычисляется как:

$$m = 2\varphi_{0,5}(T) \cdot \frac{2,782}{\sin [2\varphi_{0,5}(T)]}. \quad (4)$$

Для описания боковых лепестков целесообразно использовать формулу [2]:

$$F_{\dot{a}}(\varphi, T) = F_{i\dot{a}}(T) \cdot \left(\frac{n + N - 0,5}{n + 0,5} \right)^b \cdot e^{c \cdot (N-1) \cdot \Delta\varphi} \cdot \sin \left[\frac{180 \cdot (\varphi - \varphi_0 - N \cdot \Delta\varphi)}{\Delta\varphi} \right], \quad (5)$$

где N – номер бокового лепестка, φ_0 – положение первого минимума ДН, $\Delta\varphi$ – расстояние между минимумами функции ДН, b , c и n – параметры, определяющие форму боковых лепестков и убывание их амплитуды с возрастанием номера бокового лепестка.

При использовании в формулах (3) – (5) аппроксимирующих функций (1), (2), зависящих от температуры, получаем математическую модель антенной системы с учетом влияния температуры.

Результаты расчета ДН антенны в горизонтальной плоскости апертурным методом при температуре окружающей среды $T = 20^{\circ}\text{C}$ представлены на рис. 1 (кривая 1).

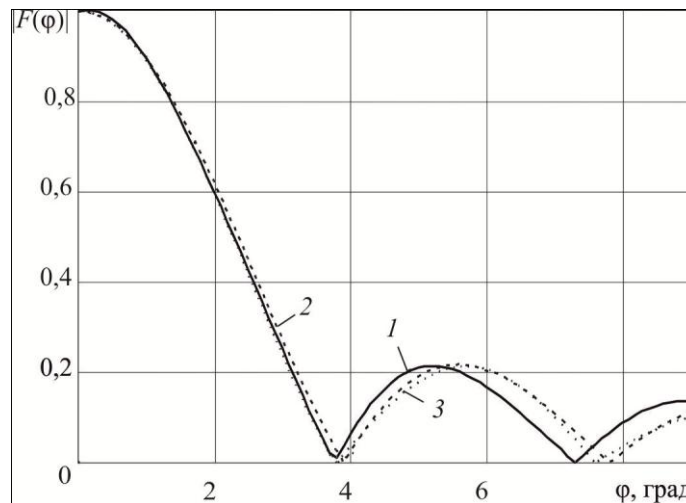


Рис. 1. Диаграммы направленности сегментно-параболической антенны

Расчет ДН той же сегментно-параболической антенны в горизонтальной плоскости по известной формуле [3]:

$$F(\varphi) = \frac{\sin(u)}{u}, \quad (4)$$

где $u = \frac{k \cdot a}{2} \cdot \sin(\varphi)$, $k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda}$ – волновое число, $\lambda = 3,2$ см – длина волны, $a = 0,47$ м – размер

раскрыва антенны, дает близкий результат (рис. 1, кривая 2).

Результаты расчета ДН сегментно-параболической антенны в горизонтальной плоскости по предложенной модели с параметрами $b = -2$, $c = 0,095$, $n = 1$, $2\varphi_{0,5} = 3,34^\circ$ также близки к полученным ранее (рис. 1, кривая 3), что подтверждает ее адекватность.

Таким образом, построена математическая модель сегментно-параболической антенны, позволяющая учесть влияние температурных деформаций на характеристики излучения. Полученные результаты соответствуют известным теоретическим и экспериментальным данным, что указывает на возможность практического использования предлагаемых математических моделей.

Литература

1. Горбалысов М. С. Моделирование влияния тепловых воздействий на антенны и характеристики радиолучевой системы / М. С. Горбалысов, А. Н. Якимов. – Надежность и качество – 2011: труды Международного симпозиума: в 2 т. / под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. – т. 1 – С. 287–289.
2. Якимов А. Н. Проектирование микроволновых антенн с учетом внешних воздействий: монография / А. Н. Якимов. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 260 с.
3. Драбкин А.Л. Антенно-фидерные устройства/ А.Л. Драбкин, В.Л. Зузенко, А.Г. Кислов. – М.: Сов. радио, 1974. – 536 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ОБРАБОТКИ PIV-ИЗОБРАЖЕНИЙ МНОГОФАЗНЫХ ПОТОКОВ

Сегень А. В.

Московский энергетический институт (технический университет. Институт радиотехники и электроники. Кафедра общей радиотехники. Кафедра физики им. В. А. Фабриканта).

Метод лазерной доплеровской анемометрии использует для измерения локальных скоростей в многофазных аэро- и гидродинамических потоках изображения частиц, включенных в жидкость или газ - (Particle Image Velocimetry или «PIV»), в частности для изучения вихревых образований. В настоящей работе решения прямого и обратного непрерывного (CWT-ICWT, CWS-CWSI) и дискретного (DWT-IDWT) вейвлет-преобразования проведены для анализа PIV-изображений картин визуализации многофазных потоков и реконструкции исходного сигнала, в конкретных задачах частотной и временной (пространственной) селекции частиц по размеру или форме. Апробация полученных представлений проведена на модельных PIV-изображениях при симуляции 1D и 2D-распределений и в исследовании реальных многофазных потоков. В

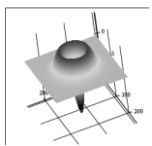
качестве базиса вейвлет-преобразований применен гладкий симметричный вейвлет «Mexican Hat» («Mhat») и цифровые (DWT) банк-фильтры. Работа является частью исследования методов вейвлет-анализа для целей PIV.

The wavelet-methods for PIV-images of multiphase flows. Segen A.V.

Particle Image Velocimetry (PIV) technique is widely used for measuring of the particles velocity in multiphase flows. Here wavelet-filtering are employed utilizing smooth symmetric «Mexican Hat» («Mhat») function for wavelet-basis and digital filter-banks. The researches carried out demonstrated the some criteria separation efficiency for simulated and substantial 1D or 2D PIV-images, such as size criteria for particles. The image reconstruction technique is investigated.

В лазерной доплеровской анемометрии для измерения локальных скоростей в многофазных аэро- и гидро-динамических потоках используются светорассеивающие частицы, включенные в жидкость или газ - (Particle Image Velocimetry – «PIV»). Подсветка частиц осуществляется лазером с оптической системой формирования световой плоскости - «лазерного ножа» - для получения PIV-изображений двумерного сечения потока. PIV-метод позволяет определить пространственное распределение скорости частиц (векторное поле скоростей) в любой произвольно заданный интервал времени в выбранной точке или области потока.

Существенной задачей в этом процессе является информационная обработка PIV - изображений многофазных картин визуализации потока.



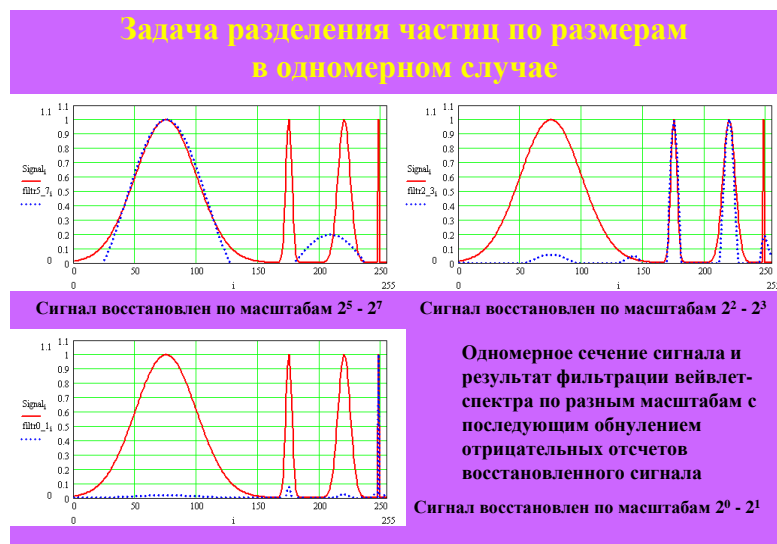
В настоящей работе современные быстрые вычислительные алгоритмы вейвлет-анализа, разработанные для задач частотной и временной (пространственной) селекции частиц по размеру или форме, анализируются как для определения границ применимости, так и для оценки достоверности вейвлет-анализа в сравнении с традиционными методами.

Выбор гладкого симметричного вейвлета «Mexican Hat» в качестве базиса обусловлен наиболее близким представлением его к яркостному виду частицы, хотя его недостатком является его неполная ортогональность, приводящая к корреляции близких масштабов и неполному подавлению в реконструированном сигнале следов частиц с размерами, близкими к пороговому. Использование несимметричных вейвлетов типа «DOG», «Daubechies», негладкой вейвлет-функции «Haar», сильно осциллирующей функции «Lilwood-Pely» в качестве базис-функции, либо дают искажения формы и яркости частиц, либо неустойчивы к воздействию шума.

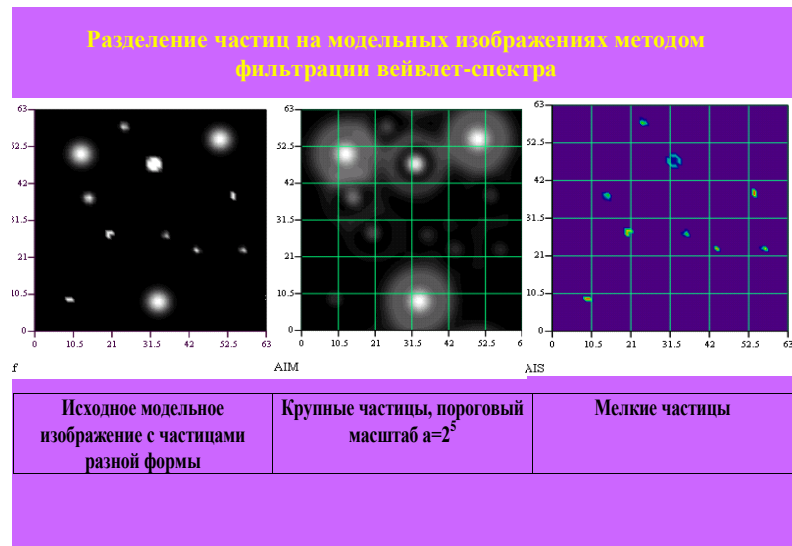
Проверка алгоритмом обработки PIV – изображений проводилась на модельных и реальных PIV – изображениях с больших массивов разнообразных частиц многофазных картин визуализации потока, ламинарного и турбулентного типа, формирующего вихри при разных скоростях течения. Для моделирования 1D - 2D PIV– изображений разработан специальный модуль с широкими спектром возможностей вариаций поля по частоте, форме, числу частиц, интенсивности и пр.

Ниже приведены несколько рисунков, иллюстрирующих результаты селекции частиц.

Результаты работы использованы при разработке программных модулей обработки PIV-изображений.



Результат фильтрации (пунктир) вейвлет-спектра по разным масштабам для одномерного сечения сигнала.



Модельное PIV-изображение и селекция частиц по размерам.

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Селекция частиц сложной формы с высокой концентрацией на реальном PIV-изображении.

Вверху - Результат фильтрации (пунктир) вейлет-спектра по разным масштабам для одномерного сечения сигнала. Ниже - Модельное PIV-изображение и селекция частиц по размерам. Внизу- Селекция частиц сложной формы с высокой концентрацией на реальном PIV-изображении.

РАСЧЕТЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СЕТОЧНОЙ АППРОКСИМАЦИИ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОБЪЕКТНО-АТТРИБУТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Салибекян С.М., Хакимуллин Е.Р., Семин В.Г.

В статье приводится описание методики и результатов моделирования физических систем методом сеточной аппроксимации на вычислительной системе объектно-атрибутной архитектуры. Описываются сферы применения данной методики.

Computation by mesh approximation method with Object-attribyte system. Salibekyan S.M.

Physical system modeling by mesh approximation method with object-attribute computer and result of modeling is described. Also the method scope of application is described.

В рамках проводимой по федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2013 годы» в «Московском институте электроники и математики» проводится НИР по теме: «Исследование и разработка архитектуры и среды программирования перспективной суперкомпьютерной системы на основе динамической модели вычислений с управлением потоком данных». В ходе НИР была создана архитектура вычислительной системы (объектно-атрибутная (ОА) архитектура), работающая по динамической модели с управлением потоком данных (dataflow). Попытки создания универсально dataflow-системы имеющей коммерческое применение, предпринимались с середины 70-х годов прошлого века, однако подобные системы были неконкурентоспособными по сравнению с классическими системами ввиду избыточности оборудования и, следовательно, высокой цены и низкой производительности. Разработанная архитектура обладает простотой организации, что приведет к снижению объема оборудования ВС и повышению параметра цена/производительность. В результате НИР была создана программная модель ОА-системы, показавшая работоспособность предложенной архитектуры. Программная модель позволяет также производить имитационное моделирование ОА-системы.

В задачу НИР также входит проверка эффективности работы вычислительной системы при расчете физических систем методом сеточной аппроксимации. Метод заключается в том, что моделируемая физическая область представляется в виде сетки, в узлах которой производится расчет физических параметров. Решение задачи находится за несколько этапов путем последовательного приближения.

В ходе НИР проводился прогон нескольких тестовых пакетов:

- 1) задачи с большим числом динамических степеней свободы, для которых аналитические методы исследования не дают достоверных результатов;
- 2) хорошо изученные двумерные и трехмерные спиновые системы;

3) задачи моделирования глюонной плазмы, поскольку эта задача чрезвычайно популярна в последнее время в связи с открытием кварк-глюонного состояния вещества на экспериментах по столкновению тяжелых ионов;

4) моделирование дискретного варианта электрослабых взаимодействий.

ОА-система представляет собой совокупность функциональных устройств (ФУ), обменивающихся между собой милликомандами (милликоманда представляет собой двойку: передаваемые данные и атрибут/тег для описания передаваемых данных). Алгоритм вычислений задается путем описания обмена данными между ФУ. Для расчета методом сеточной аппроксимации каждому узлу вычислительной сетки соответствует свое ФУ; ФУ во время расчетов обмениваются информацией со своими соседями; одна итерация вычислений организуется в виде волны вычислений (волна начинается с угла вычислительной сетки, затем ФУ, передает результаты расчетов своим соседям, соседи передают результаты следующим ФУ и т.д.). Сетка может быть как 2-мерной, так и 3-мерной.

Моделируемая вычислительная система (ВС), на которой должен производиться расчет физической системы, является распределенной – она состоит из нескольких вычислительных узлов, объединенных линиями связи; поэтому понадобилось разбиение вычислительного поля (сетки) на несколько относительно автономных сегментов (сегмент представляет собой прямоугольную область вычислительной сетки). Ввиду этого встала необходимость разработки метода распределенных вычислений. Данная задача была решена следующим образом (рис. 1).

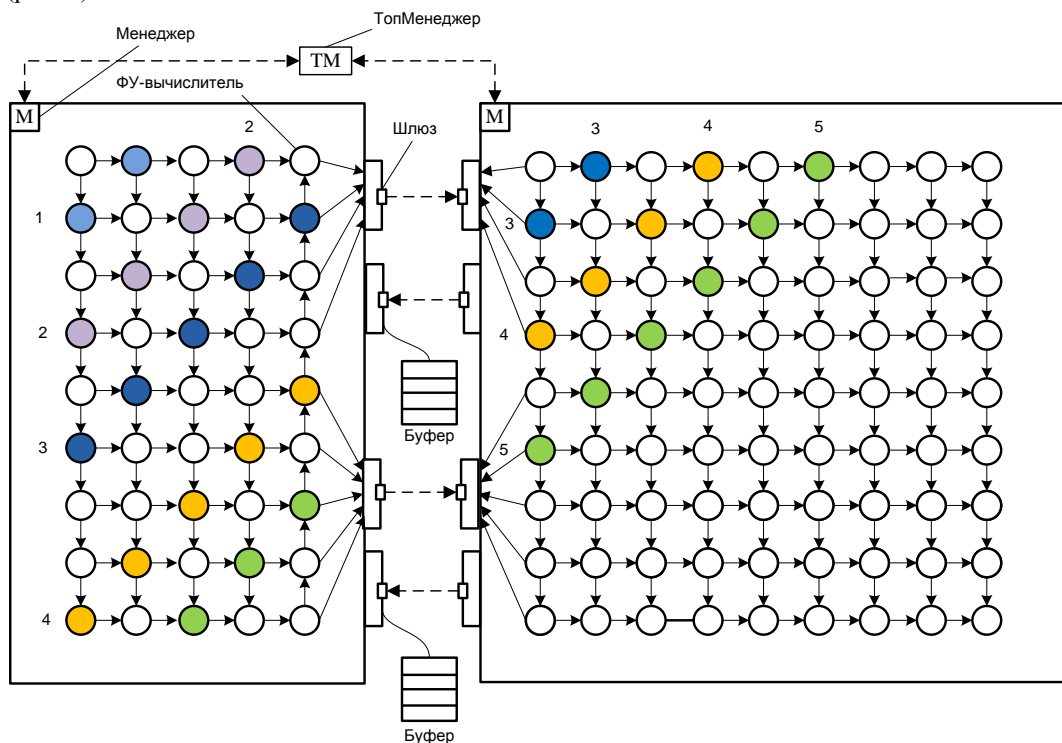


Рис. 1 Структура вычислительной системы ОА-архитектуры для моделирования физических систем методом сеточной аппроксимации

В системе каждому сегменту вычислительной системы выделяется свой вычислительный узел (вычислительный узел может, например, представлять собой симметричную многопроцессорную систему), который будет осуществлять вычисления. Для обмена данными между сегментами служит устройство под названием «Шлюз» - через него передаются данные к узлу вычислительной сетки, находящемуся на другом сегменте (обмен данными может осуществляться по любой линии связи, например, Ethernet). Каждый шлюз снабжается буфером (очередью) для хранения данных, которые не могут быть моментально переданы по линиям связи. Для контроля сегмента вычислительной сетки служит устройство под названием «Менеджер». Устройство «Топ-менеджер» предназначено для контроля вычислительного процесса, разворачивающегося на всех сегментах сетки (см. рис. 1).

Так, для запуска физических тестов на ОА-системе необходимо произвести следующие действия:

1. Создать Менеджеров вычислительной сетки на каждом вычислительном узле.
2. Настроить каждого Менеджера на синтез вычислительной сетки с заданными параметрами (размерность сетки, размеры по длине, ширине и высоте).
3. Настроить Шлюзы и устройства сетки для передачи информации между сегментами сетки.
4. Задать для каждого Менеджера ссылку на Топ-менеджера (для передачи Менеджером данных, полученных на сегменте сетки).
5. Запустить алгоритм работы Топ-менеджера для генерации расчетных волн по вычислительной среде.

Технология моделирования распределенной ОА-системы представляет собой следующее. ОА-среда программирования и моделирования запускается на персональном компьютере. При моделировании создаются виртуальные реализации ФУ (в реальной ВС ФУ могут реализовываться в том числе и аппаратно), организуется обмен данными между ними; также организуется отслеживание модельного времени выполнения операций ФУ-ами. С помощью моделирования можно определить оптимальные топологию проектируемой ОА-системы, основные параметры (объем оперативной памяти и количество ядер на вычислительном узле и т.д.) и режим работы.

На рис. 2 приведен полученный по результатам моделирования график зависимости числа одновременно работающих исполнительных устройств (исполнительное устройство может быть, например, процессорным ядром) от времени теста при проходе одной вычислительной итерации тестового пакета расчета 2-мерного спинового эффекта. В данном случае моделировалась вычислительная сетка, состоящая из двух сегментов.

По результатам моделирования выяснилось, что большое значение для оптимальности вычислений имеют такие параметры как:

- пропускная способность шлюзов;
- алгоритм планирования вычислений на вычислительном узле;
- отношение количества ФУ на вычислительном узле к его быстродействию;
- число одновременно запущенных вычислительных волн на сетке.

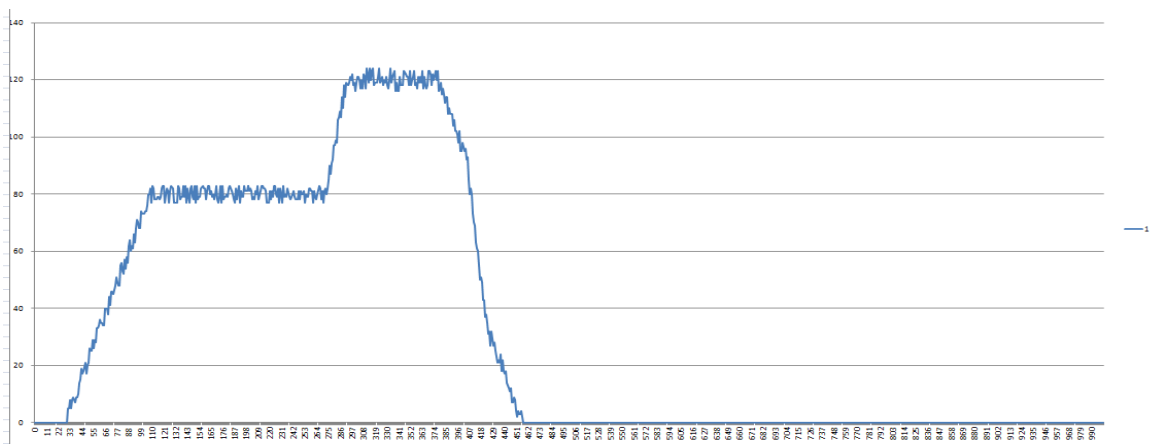


Рис. 2 - Результаты прогона тестовой задачи с большим числом степеней свободы

Моделирование показало эффективность предложенного метода: при грамотном выборе топологии системы, режима работы и ее параметров коэффициент использования оборудования стремиться к 1. Система обладает способностью масштабирования.

Следует отметить, что разработанная методика расчета подойдет не только для решения задач расчета глюонной плазмы, задач с большим числом степеней свободы, хорошо изученных 2- и 3-мерных спиновых эффектов и дискретного варианта электрослабых взаимодействий, но и для решения задач в области строительной механики, что будет способствовать коммерциализации результатов, полученных в ходе выполнения НИР.

Литература

1. S.M. Salibekyan, P.B. Panfilov Object-attribute architecture for design and modeling of distribute automation system. // Automation and remote control. Volume 73, Number 3, 587-595, DOI: 10.1134/S0005117912030174
2. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Объектно-атрибутная архитектура – новый подход к созданию объектных систем // Информационные технологии. 2012, №2 стр. 8-14
3. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Перспективная суперкомпьютерная система на основе объектно-атрибутной модели вычислений с управлением потоком данных / Международная конференция «Развитие суперкомпьютерных и грид-технологий в России» в рамках «Второго Московский Суперкомпьютерного форума» Россия, Москва, ВВЦ 26–27 октября 2011 года URL: http://www.hpc-platform.ru/tiki-download_file.php?fileId=82
4. Алгазинов Э. К., Сирота А. А. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем. М.: Диалог-МИФИ, 2009

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТНО-АТРИБУТНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Салибекян С.М., Аминев Д.А., Хакимуллин Е.Р.

В статье приводится описание результатов моделирования объектно-атрибутной вычислительной системы. Осуществляется анализ результатов, сравнение ОА-архитектуры с существующими распределенными вычислительными системами.

Object-attribute computation system modeling result. Salibekyan S.M., Aminev D.A.

The result of object-attribute (OA) computation system is presents in paper. Also the results analysis and comparison OA-system with modern computation systems is presents.

В рамках проводимой по федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2013 годы» НИР была создана архитектура вычислительной системы (объектно-атрибутная (ОА) архитектура), работающей по динамической модели с управлением потоком данных (dataflow). Для моделирования возданной архитектуры были реализованы среда программирования, компилятор разработанного языка программирования (для описания алгоритма ОА-архитектуры применяется свой язык программирования) и система имитационного моделирования вычислительного процесса. Разработанная среда программирования и моделирования способна проводить имитационное моделирование вычислительного процесса один к одному: в среде создаются программные копии исполнительных устройств реальной ВС, которые осуществляют вычисления. Моделирование ОА-системы проводилось для определения оптимальных режимов ее работы и сравнение ее характеристик с существующими вычислительными системами (ВС).

Следует отметить, что dataflow-системы не имели коммерческого применения ввиду того, что по своим характеристикам они существенно уступали ВС классической (фон-неймановской архитектуры). Причиной такой неэффективности работы является тот факт, что для создания dataflow-системы требуются значительные аппаратные затраты: ассоциативная память, коммутационные среды, множественные линии передачи данных и т.д. Разработанная же ОА-архитектура имеет существенное отличие от существующих dataflow-систем, заключающееся в том, что готовый комплект данных (исполняемый пакет) собирается на в специальном блоке сопоставления и затем сформированных пакет передается на исполнительное устройство (ИУ), а формируется непосредственно на ИУ. В результате отказа от общей ассоциативной памяти ВС значительной простилась, стала обладать свойством масштабируемости, стала обладать гибкостью построения вычислительного процесса. И моделирование должно показать, способна ли ВС ОА-архитектуры конкурировать с существующими высокопараллельными ВС.

Особо же неэффективны dataflow-системы при выполнении последовательных вычислений, когда либо алгоритм имеет малый коэффициент параллелизма, либо в состав ВС входит небольшого количества исполнительных устройств (например, процессорных ядер).

В ходе выполнения НИР был осуществлен прогон нескольких тестовых примеров:

- 1) задачи с большим числом динамических степеней свободы, для которых аналитические методы исследования не дают достоверных результатов;
- 2) хорошо изученные двумерные и трехмерные спиновые системы;
- 3) задачи моделирования глюонной плазмы, поскольку эта задача чрезвычайно популярна в последнее время в связи с открытием кварк-глюонного состояния вещества на экспериментах по столкновению тяжелых ионов;
- 4) моделирование дискретного варианта электрослабых взаимодействий;
- 5) тестовые приложения из стандартных наборов-бенчмарков организации SPEC для проверки параллельных высокопроизводительных вычислительных систем по параметрам производительности;
- 6) бенчмарк GRAPH500 на основе алгоритмов решения теоретико-графовых задач;
- 7) бенчмарк – алгоритм сопоставления файловых строк шаблонам команды GREP, используемой в приложениях поисковых серверов дата-центров.

Прогон тестовых пакетов показал эффективность работы ОА-системы как в параллельном, так и последовательном режимах работы.

Остановимся более подробно на результатах теста Graph500. Во время проведения теста строится граф, отображающих зависимость, например, людей в социальных сетях (узлами графа являются люди, ребрами – контакты между ними) и ищутся связи между пути в графе, отображающие цепочки связанных между собой людей. Тест, таким образом, делится на две фазы: первая – построение графа, вторая – поиск цепочек связанных общением людей.

Тестовые прогоны программы на ПЯ для задачи бенчмарка GRAPH500, осуществлялись при задании разных значений ключевых параметров моделируемой суперкомпьютерной системы ОА-архитектуры, таких как:

- N – число ИУ суперкомпьютерной системы при моделировании;
- T – число тактов, которое заняло моделирование;

- R – объем оперативной памяти, необходимый для решения вычислительной задачи.

На следующих графиках (рис. 1-3) приведены результаты прогона теста Graph500 (зависимость числа параллельно работающих исполнительных устройств от модельного времени проведения теста) с различным количеством ИУ в моделируемой системе. Графики показывают зависимость коэффициента параллелизма вычислений (числа параллельно работающих исполнительных) тестовой задачи на суперкомпьютерной dataflow-системе от модельного времени.

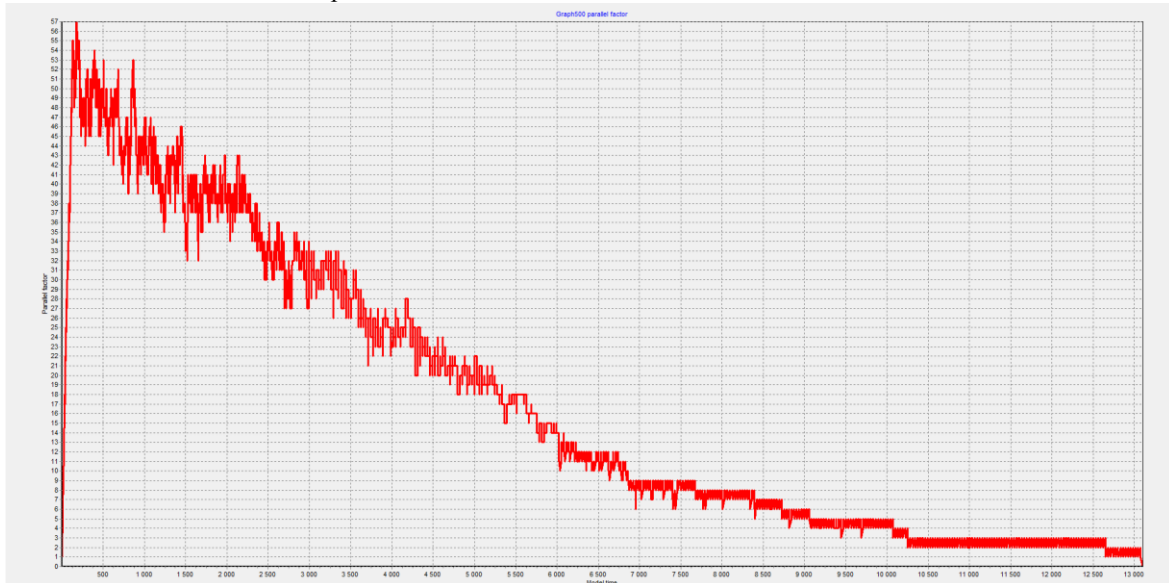


Рис. 1 - Результаты моделирования теста Graph500 при $N = 100$ (максимально 57 ИУ задействовано), $T = 13102$, где T – модельное время выполнения теста.

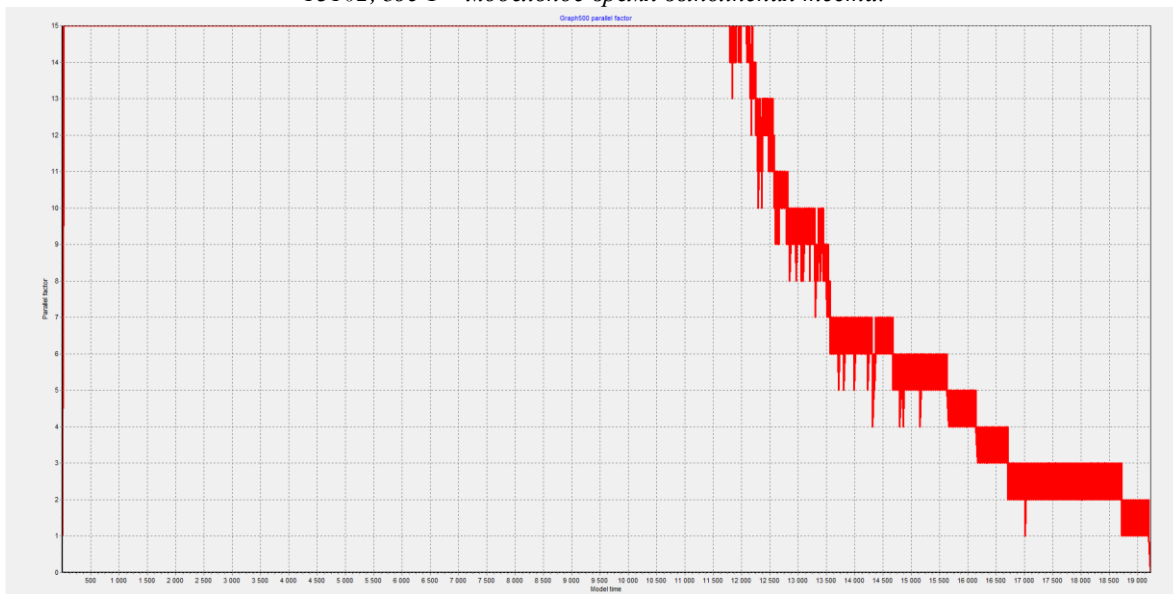


Рис. 2 - Результаты моделирования теста Graph500 при $N = 15$, $T = 19586$

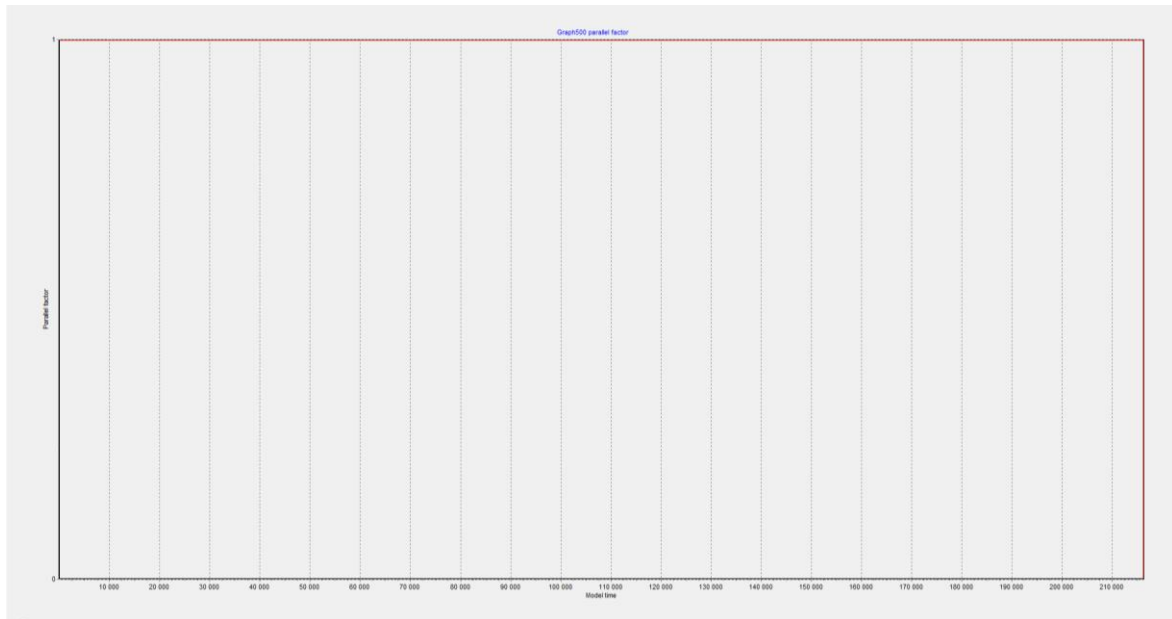


Рис .3 - Результаты моделирования теста Graph500 при $N = 1$, $T = 221747$

В результате прогона тестового пакета Graph500 можно сделать выводы, что ВС ОА-архитектуры одинаково эффективна при решении последовательных и параллельных задач, благодаря отсутствию в ней блока сопоставления, применяемого в настоящее время в универсальных dataflow-системах. Благодаря тому, что сопоставление (формирование командного пакета) в ОА-архитектуре осуществляется непосредственно на самом ФУ, сложность ВС (объем оборудования) зависит от потенциального числа параллельно работающих исполнительных устройств линейным образом. Например, имеется возможность формирования ВС для решения конкретной вычислительной задачи по результатам моделирования (например, определения оптимального количества исполнительных устройств). Близка к линейной и зависимость цены и быстродействия ВС ОА-архитектуры от числа входящих в ВС исполнительных устройств.

По результатам проведенного моделирования можно сделать вывод, что разработанная ОА-архитектура теоретически способна составить конкуренцию классической (фон-неймановской) архитектуре и может иметь коммерческую привлекательность. Реальную же эффективность предложенная архитектура должна показать на практике, когда будет реализован макетный образец: в по итогам НИР было разработано техническое задание на создание макетного образца ВС ОА-архитектуры, которая будет реализована на базе ПЛИС (FPGA).

Литература

1. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Объектно-атрибутная архитектура – новый подход к созданию объектных систем // Информационные технологии. 2012, №2 стр. 8-14
2. Салибекян С.М. Принципы милликомандной архитектуры как основа построения высокопроизводительных адаптивных вычислительных систем // Автоматизация и современные технологии. 2002. № 5 – стр. 25-32
3. Алгазинов Э. К., Сирота А. А. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем. М.: Диалог-МИФИ, 2009

ГЕТЕРОГЕННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНО-АТРИБУТНОЙ МОДЕЛИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Салибекян С.М., Панфилов П.Б., Семин В.Г.

В статье приводится описание применения объектно-атрибутной архитектуры вычислительной системы для создания гетерогенных (состоящих из вычислительных узлов различной архитектуры) вычислительных систем

Object-attribute programming model implementation for design of heterogeneous computer system. Aminev D.A., Salibekyan S.M.

A new object- attribute architecture implementation for heterogeneous (consists of computation node of various architectures) distributed computer system

Перспективы гетерогенных вычислительных систем

В последнее время гетерогенным вычислительным системам уделяется большое внимание ввиду того, что системы, состоящие из вычислителей различной архитектуры, производят вычисления более эффективно, нежели однородные, состоящие из универсальных вычислителей: специализированные узлы, архитектура которых заточена для решения конкретной задачи, производят вычислительную работу значительно быстрее. Актуальность данного направления развития вычислительной техники подтверждает всплеск интереса к грид-технологии и к архитектурам, сочетающим в себе классические (CPU) и графические процессоры (GPU) процессоры. Уже довольно широко применяется стандарт OpenCL, включающий в себя Си-подобный язык программирования и интерфейс программирования приложений (API). Компания Microsoft недавно анонсировал новый компилятор C++ AMP (accelerated massive parallelism) [1], который расширит возможности языков программирования C++ и Visual Studio по созданию приложений для распределенных гетерогенных ВС. А 12 июня 2011 года на конференции AMD Fusion'12 была представлена инициатива Heterogeneous System Architecture (HAS) Foundation, инициаторами которой выступили компании AMD, ARM, Texas Instruments, MediaTek и Imagination [2]. Целью данной некоммерческой организации является создание единой открытой промышленной архитектуры для гетерогенных ВС, в которые входят два и более процессоров на одном чипе.

Однако для того, чтобы теоретические преимущества гетерогенных вычислительных систем (ВС) реализовались на практике, такие системы должны обладать следующими качествами:

- ▲ масштабируемость;
- ▲ изоморфизм (способность программы сохранять свою целостность, когда вносятся изменения часть программы);
- ▲ простота программирования;
- ▲ программирование распределенной ВС как единого целого, а не программирование каждого вычислительного блока в отдельности и описание обмена информацией между ними;
- ▲ возможность перемещения программных блоков на различные вычислительные узлы, т.е. минимальная зависимость программы от топологии ВС, на которой она запускается;
- ▲ способность перераспределения вычислительных ресурсов (исполнительных устройств или процессорных ядер) между вычислительными задачами;
- ▲ простой протокол обмена информацией между вычислительными узлами;
- ▲ независимость работы ВС от скорости передачи данных по линиям связи;
- ▲ возможность автономного (без подключения реальной аппаратуры) имитационного моделирования ВС.

Dataflow и control flow парадигмы для реализации гетерогенных вычислительных систем

Создать систему, обладающую почти всеми вышеперечисленными свойствами, весьма затруднительно. И основным препятствием на пути реализации эффективных гетерогенных систем является доминирование парадигмы control flow (управление вычислительным процессом с помощью потока команд), в которой алгоритм задается с помощью последовательности инструкций (команд). На аппаратном уровне данная концепция организации вычислительного процесса реализовалась в фон-неймановской архитектуре, а на программном – в декларативной парадигме программирования. Концепция control flow плоха тем, что операнды инструкций привязаны к ячейкам оперативной или регистровой памяти вычислительного узла и не могут быть доступными сразу с нескольких узлов. Ввиду же того, что систему команд одного вычислительного узла на аппаратном уровне невозможно подстраивать систему команд других узлов, затрудняется создание единого вычислительного пространства гетерогенной ВС. Декларативное программирование также привязывается к локальному адресному пространству вычислительного узла, не позволяя создавать распределенные ВС, и также затрудняет синхронизацию вычислений на распределенных гетерогенных ВС.

Более подходящей для решения задачи построения гетерогенных ВС является парадигма dataflow (управление вычислительным процессом с помощью потока данных), в которой вычислительные операции активизируются по приходе всех необходимых для них операндов. Операнды передаются между вычислительными устройствами с помощью токенов – совокупность операнда и служебной информации (указание адресата, тип данных и т.д.). В отличие от control flow в данной парадигме не происходит привязки операндов к ячейкам локальной оперативной памяти и, соответственно, расширяются возможности по созданию распределенных ВС. Ввиду того, что операнды передаются по одиночке, а не в составе командного пакета, существенно снижается зависимость от архитектурных особенностей как аппаратной, так и программной частей ВС. Также облегчается синхронизация вычислений, т.к. вычислительные операции активизируются по приходу необходимого для выполнения операции данных.

Отличие двух подходов можно проиллюстрировать с помощью теории графов. Представим алгоритм с помощью потокового графа $G(V, H)$ (рис. 1), где вершины V будут обозначать операции, производимые над данными, а дуги H – передачу данных от одного вычислительного узла графа другому (начало дуги обозначает выдачу результата вычисления, конец – приём операнда для другой команды). Пометим все вершины V и дуги H графа, причём дуги, обозначающие передачу одних и тех же данных разным «потребителям», будут иметь одинаковую метку. Для ВС, управляемых командами, на потоковый граф накладывается так называемый командный граф $K(V, H)$ (штрих-линия на рис. 1), который задаёт последовательность выполнения команд, т.е. последовательность обхода узлов потокового графа. Классическая же команда – это не что иное, как способ описания вершины потокового графа алгоритма: номер (адрес) ячейки памяти, где находится команда, будет

являться меткой данного узла; адреса ячеек памяти, где хранятся операнды и куда записывается результат вычислений, по сути, являются метками дуг потокового графа. Таким образом, память в фон неймановской архитектуре является не только местом хранения данных и команд, но и способом описания узлов и дуг потокового графа (для императивных языков высокого уровня метками передаваемых данных являются мнемоники переменных).

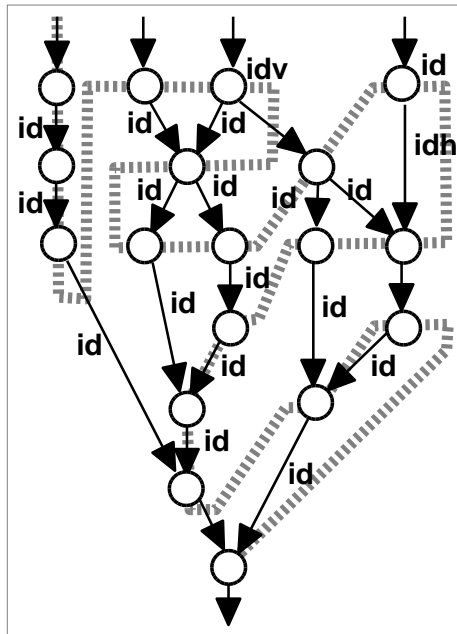


Рис. 1. Отличие control flow и dataflow парадигм

Однако в настоящее время парадигма dataflow не получила должного признания ввиду того, что до сих пор не было предложено удачных архитектур, способных конкурировать с классикой. Единственным исключением для программного уровня ВС является акторная модель программирования, на практике показавшая свою эффективность. Суть ее в следующем: вся программа разбивается на множество процедур, обменивающихся между собой данными, оформленными в виде токенов. Каждая такая процедура (актор) имеет интерфейс (описание входных и выходных данных) и тело, содержащее алгоритм обработки данных. Интерфейс объявляется заранее и в течение вычислительного процесса не изменяется. Связи между выходными и входными параметрами актора задаются с помощью специального языка (наподобие языка разметки XML) или с помощью графического редактора, когда программист с помощью мышки соединяет графические образы входных в выходных операндов акторов Link-ами. Вычисления в акторной модели активизируются по приходе комплекта данных, необходимого для выполнения вычислительной операции, что соответствует парадигме dataflow. Модель удобна для программирования гетерогенных ВС ввиду того, что, во-первых, в ней отсутствует привязка к локальной ОП вычислительного узла. Во-вторых, каждый актор является изолированным объектом и способ реализации логики его работы «скрывается» за его интерфейсом, что позволяет запускать акторы на вычислительных узлах различной архитектуры, обеспечивая вычислительное пространство, работающее по единым правилам. В качестве примера языков программирования, принадлежащих к данной парадигме, можно привести Caltrop и Erlang.

Акторная модель наиболее подходит для реализации гетерогенных ВС, однако ей присущи некоторые недостатки:

- ▲ связи между акторами, как правило, задаются перед запуском вычислительного процесса и во время вычислительного процесса не меняются;
- ▲ интерфейс актора не меняется во время вычислительного процесса, что существенно снижает гибкость организации вычислений;
- ▲ недостаточная абстракция данных (абстракция только на уровне процедур).

В качестве аналога предложенного нами решения также можно привести dataflow-архитектуру, разработанную в институте проблем проектирования в микроэлектронике (ИППМ) [3], которая весьма близка акторной модели, однако в отличие от классической модели создание акторов и настройка информационных связей между ними производится не заранее, а непосредственно во время вычислительного процесса. Однако информационный обмен между акторами выглядит весьма громоздко: сбор комплекта данных производится с помощью системы, состоящей из нескольких блоков ассоциативной памяти, что требует создания специализированной ВС, не позволяет применять стандартные вычислительные средства и тем более реализовывать ее исключительно программными средствами.

Объектно-атрибутная архитектура для реализации гетерогенных вычислительных систем

Предлагаемая нами объектно-атрибутная (ОА) [4-6] архитектура наиболее близка к акторной модели, однако не имеет присущих ей недостатков. ОА-архитектура применима как к аппаратному, так и к

программному уровню и в данной статье будет описан только программный способ реализации ВС АО-архитектуры. Итак, предложенная архитектура отличается от акторной модели в следующем. Во-первых, все программы-акторы (будем называть их функциональными устройствами (ФУ)) имеют универсальный интерфейс, через который операнды передаются и принимаются по одному. Операнд оформляется в виде милликоманды (простейший токен). Милликоманда состоит из двух полей: нагрузка (операнд или ссылка на информационную конструкцию) и атрибут операнда. Соответственно, в универсальном интерфейсе ФУ будут присутствовать два поля: атрибут (представляет собой целое число) и нагрузка (указатель на операнд). По атрибуту программа ФУ распознает пришедшие к нему по универсальному интерфейсу данные и соответствующим образом их обрабатывает. Промежуточные данные ФУ заносит в своей контекст – совокупность виртуальных регистров (при аппаратной реализации ФУ регистры будут «реальными»). Поэтому в универсальный интерфейс ФУ добавляется третье поле: указатель на контекст (контекст при программной реализации ОА-системы представляет собой запись (структуру), описывающую все операнды, которые необходимы для хранения промежуточных данных и результатов вычислений). Контекст задает состояние ФУ в текущий момент времени. ФУ начинает вычислительную работу по приходу к нему всех необходимых операндов, что соответствует парадигме dataflow.

ФУ могут создаваться и уничтожаться непосредственно во время вычислительного процесса, для чего существуют подпрограммы создания и уничтожения ФУ (наподобие конструктора и деструктора объекта в объектно-ориентированном программировании (ООП)). Причем, ФУ могут создавать и уничтожать другие ФУ. Подпрограмма создания выделяет память под контекст ФУ, производит инициализацию виртуальных регистров и возвращает указатель на контекст ФУ.

ФУ делятся на несколько типов (классов), в зависимости от логики своей работы. Тело (программа реализации логики работы ФУ), может быть написано на языке программирования низкого уровня или декларативном языке программирования высокого уровня, например, в уже реализованной системе ОА-программирования и моделирования, логика работы ФУ задается на языке Delphi. Алгоритм же работы всей ОА-системы задается посредством описания обмена данными между ФУ (ОА-образ) – для этой цели был разработан язык программирования (ОА-язык). ФУ могут быть как универсальными (например, арифметико-логическое устройства, устройство ввода-вывода и т.д.), так и специализированными на решении какой-либо вычислительной задачи. Совокупность типов ФУ образуют ОА-платформу, т.е. набор виртуальных устройств, с помощью которых можно описывать алгоритм решения задачи. При реализации распределенных ВС в ОА-платформу на конкретном вычислительном узле могут включаться лишь те типы ФУ, которые необходимы для реализации алгоритма работы данного вычислительного узла, что позволяет значительно экономить ресурсы и дает возможность включения в состав распределенной ВС узлов малой вычислительной мощности (например, микроконтроллеры). Следует заметить, что виртуальная машина (наподобие Java или Dot Net) должна быть запущена на вычислителе полностью, что порой делает невозможным ее запуск на маломощных вычислителях.

Обратите внимание, аппаратно зависимой будет только ОА-платформа, ОА-образ же независим, т.к. работает только с интерфейсами ФУ. Переносимость (кроссплатформенность) ОА-образа обеспечивается так: для вычислителя, на который следует перенести ОА-образ, реализуются подпрограммы логики работы необходимых типов ФУ. Причем, логики работы ФУ, запущенных на разных вычислительных узлах идентична – особенности узла «скрываются» за универсальным интерфейсом ФУ.

Применение универсального интерфейса ФУ дает следующие преимущества:

▲ Возможность изменения количества операндов у ФУ непосредственно во время вычислительного процесса, т.е. имеется возможность изменять логику работы ФУ (например, изменять режим его работы). В классической акторной модели можно изменять логику работы актора, но не его интерфейс.

▲ Унификация гетерогенной вычислительной системы.

▲ Предельно простой протокол обмена информацией между вычислительными узлами: операнды передаются по одному в любой момент времени и потому отпадает необходимость описания интерфейсов вызываемых удаленных процедур (например, для удаленного вызова процедур (RPC) применяется язык IDL, служащий лишь для того, чтобы описывать интерфейс удаленной процедуры).

ОА-архитектура обладает свойством изоморфизма как на уровне программного кода, так и на уровне данных. Так, ФУ вполне успешно можно использовать в качестве замены классическим процедурам и функциям, также акторам: если процедурам передаются все параметры одновременно, то для ФУ они поступают последовательно в виде нескольких милликоманд. Так модификация ФУ заключается в добавлении новых милликоманд, которые расширяют его функционал. И если программист во время модификации кода программы ФУ не нарушит функционал старых милликоманд, то ОА-образ, написанный ранее, который использует модифицированный ФУ, будет работать корректно. Существуют и еще несколько способов обеспечения изоморфизма, на которых мы не будем останавливаться.

Разработанный ОА-язык имеет следующий синтаксис. Атрибут милликоманды указывается в качестве атрибута ИП и состоит из двух частей: мнемоника ВФУ, которому милликоманда должна быть передана; мнемоника атрибута данных. Эти две части отделяются одна от другой с помощью знака «.». По мнемонике ОА-компилятор производит синтез индекса расширенной милликоманды и помещает его в атрибут создаваемой ИП. Например, ALU.Set=0. Существуют три стандартные мнемоники милликоманд: Reset (Сброс) — сбросить ВФУ в начальное состояние, «Set» – установить значение, «Pop» – выдать значение. В том случае, когда в ОА-языке после мнемоники расширенной милликоманды не указана нагрузка, то в качестве нагрузки компилятор

подставляет nil (нулевой указатель), если в нагрузке милликоманды передается указатель; или 0, если передается константа).

Далее приведем программу на ОА-языке, для работы с ФУ «Целочисленное АЛУ» (АЛУ – арифметико-логическое устройство). Программа производит сложение двух чисел и вывод результата на консоль.

```
NewFU={Mnemo="ALU" FUType=FUIntALU}
ALU.Set=2 ALU.Add=2 ALU.PopMk=Console.Out
```

где перед знаком «.» стоит мнемоника, обозначающая ФУ, после знака «.» - мнемоника обозначающая милликоманду;

перед знаком «(=)» стоит обозначение атрибута милликоманды, после – указывается нагрузка;

NewFU – милликоманда создания ФУ;

FLU.Set – милликоманда установки значения в аккумулятор АЛУ;

ALU.Add=2 – милликоманда сложения;

ALU.PopMk – милликоманда выдачи результата вычислений;

Console.Out – милликоманда выдачи на выводную консоль.

Последняя милликоманда («ALU.PopMk = Console.Out») иллюстрирует прямую передачу данных от АЛУ к ФУ «Выводная консоль»). Однако такой способ подходит только для реализации обмена информацией в пределах одной ОП. Для распределенных же систем необходимо производить обмен данными через ФУ-посредников, каковыми являются «Шина», «Маршрутизатор» и «Шлюз».

ФУ «Шина» хранит адреса всех ФУ, между которыми она осуществляет коммутацию. Каждому ФУ в атрибуте милликоманды выделяется свой числовой диапазон, в котором могут передаваться милликоманды для него. ФУ, формируя милликоманды для своих «собратьев» также помещают милликоманды в соответствующие адресные диапазоны, и передают милликоманды на «Шину». «Шина», исходя из адресных диапазонов, определяет ФУ-адресата и передает ему милликоманду (совокупность «Шины» и контролируемых ей ФУ будем называть сегментом). ФУ же «Маршрутизатор» и «Шлюз» обеспечивают работу ВС в распределенном режиме. Структура распределенной ОА-системы представлена на рис. 2

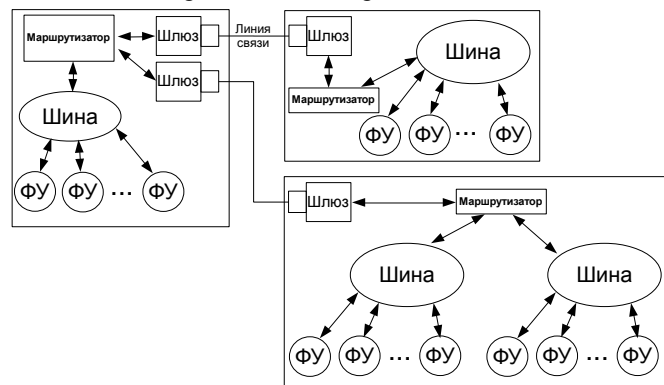


Рис. 2. Структура распределенной ОА-системы

Милликоманды, поступающие на «Шину», могут быть адресованы как ФУ, связанному с Шиной, так и ФУ расположенным на других вычислительных узлах. Для определения адресата милликоманды в состав Шины входят виртуальные регистры LowMkRange (нижний диапазон адресов вычислительного сегмента) и HighMkRange (верхний диапазон адресов вычислительного сегмента). Каждая «Шина», входящая в ОА-систему, имеет свой уникальный диапазон в атрибуте милликоманды. Если индекс милликоманды попадает в диапазон между LowMkRange и HighMkRange, то Шина вычисляет адрес «прикрепленного» к нему ФУ и передает для этого ФУ милликоманду. В противном случае «Шина» пересылает милликоманду «Маршрутизатору», который по индексу расширенной милликоманды определяет «Шлюз», на который следует передать милликоманду.

Для осуществления маршрутизации в ОА-системе используется следующее распределение адресного пространства атрибута милликоманды между сегментами: каждому вычислительному сегменту («Шина» вместе с «прикрепленными» к ней ФУ) выделяется определенный адресный диапазон, и сведения об адресных диапазонах помещаются в таблицу адресных диапазонов маршрутизатора.

ФУ «Маршрутизатор» осуществляет выбор канала связи, по которому следует передать милликоманду, т.е. осуществляет маршрутизацию информационных сообщений. Данное ФУ связано в ФУ «Шина», которое является поставщиком и приемником информации, и с одним или несколькими «Шлюзами», через которые осуществляется информационный обмен с другими вычислительными узлами (рис. 2). Ссылка на «Маршрутизатор» входит в состав контекста «Шины»: если индекс расширенной милликоманды не попадает в заданный для «Шины» диапазон адресов, то «Шина» передает информационную конструкцию на «Маршрутизатор», который пересылает милликоманду в нужный канал. «Шина» производит передачу на другой вычислительный узел как атрибут милликоманды, так и ее нагрузку. А в качестве нагрузки могут выступать не только скалярные величины, но и массивы, записи и прочие информационные конструкции.

Среда ОА-программирования и моделирования

Была создана среда ОА-программирования (рис. 3), позволяющая запускать программы, написанные на ОА-языке и проводить имитационное моделирование вычислительной системы ОА-архитектуры (среда

создавалась на протяжении 4-х лет). Среда обеспечивает функционирование виртуальной ОА-машины, создана в языке программирования Delphi, и обеспечивает работу более чем 70 типов ФУ, составляющих ОА-платформу. Также в состав программы входит ОА-транслятор, переводящий ОА-программу в ОА-образ и инструментальная среда программирования. ОА-язык может быть как скомпилирован (ОА-образ записывается в файл и может быть загружен и запущен в любое время), так и интерпретирован (таким образом имеется возможность управлять ОА-образом в реальном времени без его перезагрузки: выдавать на «Шину» тестовые наборы данных, создавать и уничтожать ФУ, выдавать милликоманды на ФУ – в этом случае инструментальная среда программирования превращается в консоль управления ОА-образом). Разработанный программный продукт позволяет проводить имитационное моделирование распределенных ВС.

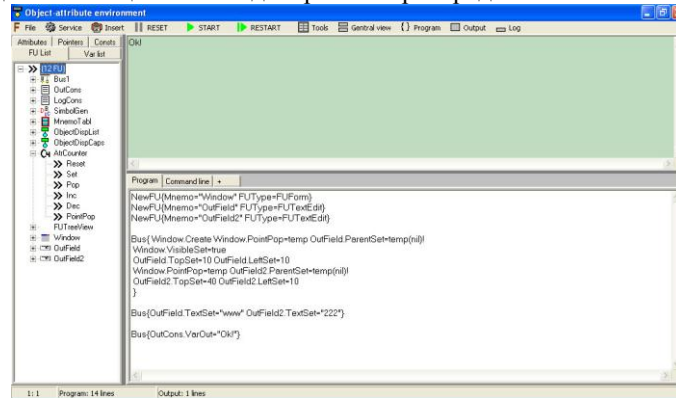


Рис. 3. Среда ОА-программирования и моделирования

Технология моделирования основывается на свойстве кроссплатформенности ФУ. Так, ФУ может быть запущено как на реальной ВС, так и не рабочей станции или персональном компьютере с сохранением своей функциональности. Входной и выходной информационные потоки эмулируются с помощью милликоманд, которые могут быть «запущены» в моделируемую ОА-систему программистом с целью отладки системы (реакцию системы на поступившие милликоманды можно отслеживать по милликомандам выходного потока данных – эти милликоманды, например, можно вывести на консоль). После отладки ОА-образ можно без дополнительных доработок переносить на реальную ВС, ведь на ней будут запущены ФУ с тем же функционалом.

Среда ОА-программирования и моделирования

В рамках НИР, проводимой в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2013 годы» на модели ОА распределенной гетерогенной ВС был произведен запуск тестовых примеров, показавший эффективность предложенной архитектуры. В частности проводилось тестирование на тестовых примерах широкого класса физических задач (задачи с большим числом динамических степеней свободы, хорошо изученные двумерные и трехмерные спиновые системы (по модели Изинга), задачи моделирования глюонной плазмы, моделирование дискретного варианта электрослабых взаимодействий). Также проводилось моделирование ОА-системы на примере бенчмарка GRAPH500 (моделирование задачи по анализу скорости обработки графов вычислительной системой) и алгоритма сопоставления файловых строк по шаблонам команды GREP.

Так, архитектура для расчета широкого класса физических задач, обеспечивает расчет по сеточному алгоритму и имеет следующую архитектуру (рис. 4). В среде программирования вычислительная сетка строится так: каждый вычислительный узел сетки оформляется в виде ФУ-исполнителя, обменивающегося информацией со своими соседями (сетка может быть как 2-мерной, так и 3-мерной). ФУ-исполнитель реализует алгоритм расчета в узле сетки. При реализации распределенной ВС, расчетная сетка может делиться на несколько сегментов: каждый сегмент оформляется в сегмента под управлением ФУ-менеджера. В обязанности Менеджера входит синтез и настройка расчетной сетки, считывание информации с ФУ, образующих сетку, и управление вычислительным процессом на сегменте сетки. Координация всего вычислительного процесса возлагается на топ-Менеджера, контролирующего работу всех Менеджеров узлов сетки. Обмен информацией между сегментами расчетной сетки ВС обеспечивают «Шлюзы».

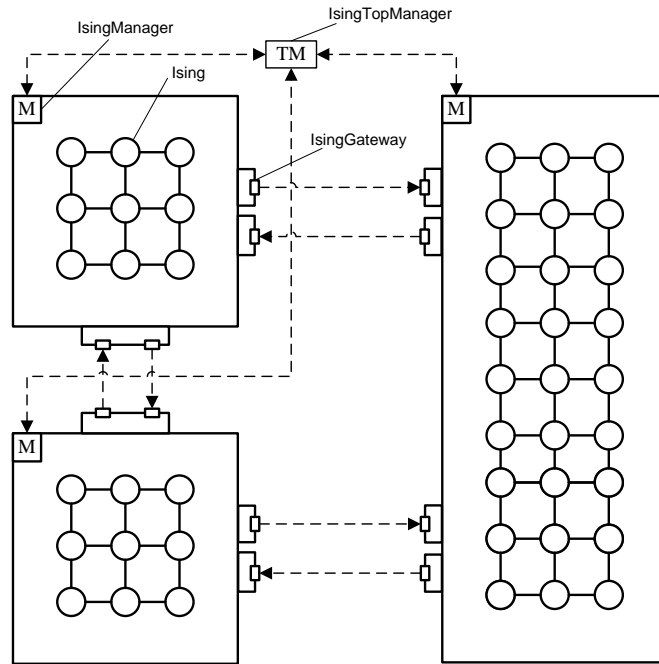


Рис. 4. Архитектура ОА-системы для расчета широкого класса физических задач

где

IsingTopManager – топ-менеджер;

IsingManager – менеджер;

IsingGateway – шлюз

Ising – ФУ-исполнитель расчета спиновых эффектов по модели Изинга.

Для запуска теста необходимо выполнить следующие действия:

1. Создать Менеджеров вычислительной сетки.
2. Настроить каждого Менеджера на синтез вычислительной сетки с заданными параметрами (размерность сетки, размеры по длине, ширине и высоте).
3. Настроить Шлюзы и ФУ сетки для передачи информации между сегментами сетки.
4. Задать для каждого Менеджера ссылку на топ-Менеджера.
5. Запустить топ-Менеджера для генерации волн расчета по вычислительной среде.

Для запуска тестовых пакетов Graph500 и Grep использовалась следующая архитектура (на рис.5 представлена архитектура для запуска пакета Grep).

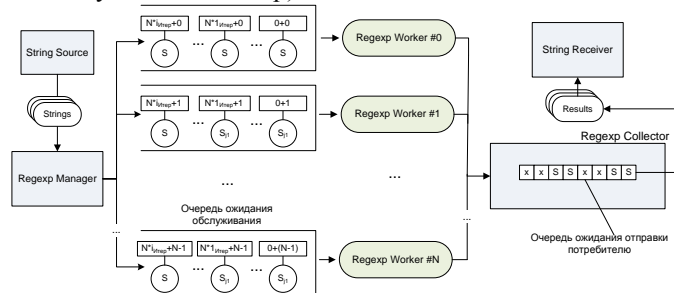


Рис. 5. Архитектура ОА-системы для запуска тестовых примеров Graph500 и Grep
 ВС состоит из трех типов ФУ:

1. ФУ «Менеджер» (1 устройство) – осуществляет выдачу милликоманд с данными для обработки для ФУ.
2. ФУ-исполнители (число определяется условиями теста).
3. ФУ «Коллектор» (одно устройство) – на него ФУ-исполнители передают результаты своей работы, результаты поступают хаотично, т.к. ФУ тратят на обработку данных различное время; восстанавливает первоначальный порядок следования результатов и отправляет результаты, например, для дальнейшей обработки.

Моделирование показало эффективность ОА-архитектуры при работе на гетерогенных вычислительных системах. На рис. 6 представлены результаты моделирования теста Grep: по правой оси откладывает число исполнительных устройств (например, процессорных ядер) ВС, по левой – число ФУ.

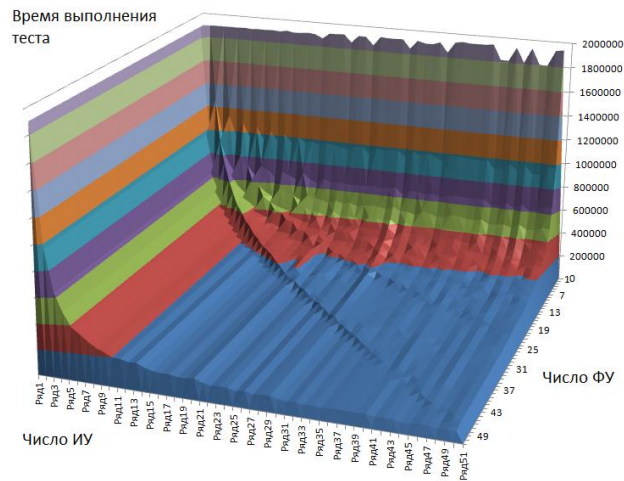


Рис. 6. Результаты моделирования тестового пакет Grep

В заключении можно обозначить работу проделанную в области методологии реализации гетерогенных вычислительных ОА-систем:

- ▲ Разработана методика создания гетерогенных ВС (способ обеспечения кроссплатформенности, метод организации обмена информацией между вычислительными узлами). Гетерогенная ВС может быть реализована в том числе и исключительно программным способом.
- ▲ Реализована ОА-среда программирования и моделирования, которая позволяет как создавать распределенные ВС, так и производить их автономное (т.е. без подключения реальной аппаратуры) моделирование.
- ▲ Было проведено автономное моделирование гетерогенной ВС, состоящей из РС и микроконтроллеров Atvega [5].
- ▲ Был произведен запуск на ОА среде программирования моделирования тестовых пакетов широкого класса физических задач, тестов Graph500 и Grep.

Литература

- ▲ Microsoft Demonstrates C++ AMP Heterogeneous Computing Favorite URL: <http://panoramanews.com.ua/company-news/microsoft-demonstrates-c-amp-heterogeneous-computing-favorite.html>
- ▲ AMD, ARM и Texas Instruments объединяют усилия в создании единой платформы гетерогенных вычислений URL: <http://habrahabr.ru/post/145781/>
- ▲ Арк.В., Климов, Н.Н.Левченко, А.С.Окунев Перспективы использования потоковой модели вычислений для в условиях иерархических коммутационных сред. URL: http://www.hpc-platform.ru/tiki-download_file.php?fileId=90.
- ▲ Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Перспективная суперкомпьютерная система на основе объектно-атрибутивной модели вычислений с управлением потоком данных / Международная конференция «Развитие суперкомпьютерных и грид-технологий в России» в рамках «Второго Московский Суперкомпьютерного форума» Россия, Москва, ВВЦ 26–27 октября 2011 года URL: http://www.hpc-platform.ru/tiki-download_file.php?fileId=82
- ▲ Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Построение распределенных гетерогенных вычислительных систем на базе объектно-атрибутивной архитектуры. // Объектные системы - 2011 (Зимняя сессия): материалы V Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 10-12 декабря 2011 г.) / Под общ. ред. П.П. Олейника. - Ростов-на-Дону: ШИ ЮРГТУ (НПИ), 2011. - С. 83-88 URL: http://www.objectsystems.ru/files/2011WS/Object_Systems_2011_Winter_Session_Proceedings.pdf
- S.M. Salibekyan, P.B. Panfilov Object-attribute architecture for design and modeling of distribute automation system. // Automation and remote control. Volume 73, Number 3, 587-595, DOI: 10.1134/S0005117912030174

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ВИБРОДИАГНОСТИКИ АППАРАТУРЫ ВСТРОЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ КОЛЕБАНИЙ

Лышов С.М., Иванов И.А., Увайсов С.У.
 Московский государственный институт
 электроники и математики, Москва

В работе описаны экспериментальные исследования в области вибродиагностики с использованием встроенных источников колебаний в диапазоне частот от 50 до 1000 Гц с постоянной амплитудой. Приведена методика проведения эксперимента.

**Experimental studies of the possibilities of vibration diagnostics equipment built-in sources of fluctuations.
Lyshov S. M.**

The paper describes the experimental studies in the field of vibration diagnostics with the use of the built-in sources of fluctuations in the frequency range from 50 to 1000 Hz with constant amplitude. The article presents a method of the experiment.

В настоящее время к узлам электронных средств предъявляются высокие требования по надежности. Это связано с высокой рыночной конкуренцией. Одним из видов неразрушающего контроля и диагностирования узлов электронных средств является вибродиагностика. Но ее основным минусом является громоздкость вибростендов. Поэтому, на сегодняшний день актуальной является задача совершенствования методов вибродиагностирования.

Основой предлагаемого метода неразрушающего контроля и диагностирования, производственных дефектов печатных узлов электронных средств, является использование встроенного эмулятора вибрационных тестовых воздействий, установленных непосредственно на печатную плату. Что в свою очередь позволяет производить контроль и диагностику непосредственно в производственном цехе или на месте установки узла электронного средства, неразрушающим способом.

Установка для диагностирования дефектов конструкции радиоэлектронных средств представляет из себя печатную плату с установленными на ней ЭРИ и двумя пьезоэлементами, один из них является излучателем гармонических колебаний, а второй вибродатчиком. Усилитель сигнала по напряжению, персональный компьютер с необходимым программным обеспечением. (Рис. 1.)

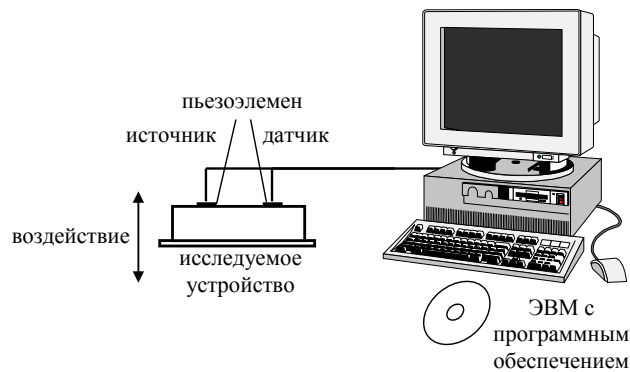


Рис. 1. Структурная схема испытательного стенда для снятия АЧХ.

В отличие от классической схемы вибростенда в методике со встроенным источником колебанием генератором звукового сигнала и вольтметром выступает звуковая карта персонального компьютера. Пьезоэлемент заменяет громоздкий вибростенд и вибродатчик. Уменьшение габаритов стенда дает возможность проводить диагностику непосредственно в производственном цехе или на месте установки печатной платы.

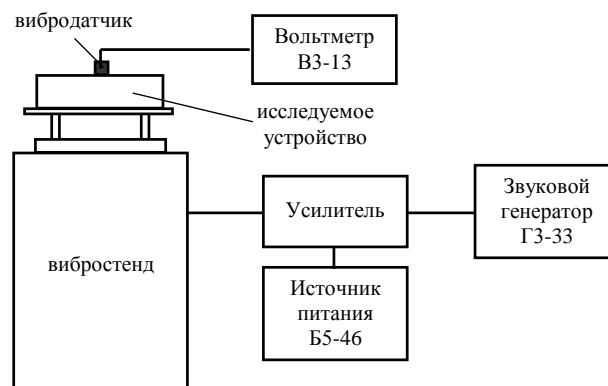


Рис. 2. Классическая схема стенда для вибродиагностики.

Для изучения влияния нарушения целостности конструкции по АЧХ, была изготовлена печатной платы, с установленными на ней электрорадиоизделиями.

Конструкция экспериментальной установки представляет собой основание, к которому с помощью 4-х стоек крепится печатная плата. На плате установлены два пьезоэлемента ЗП-22, подстроечный резистор А-1, конденсатор БМТ-2, транзистор 2т809А (Рис.3.)



Рис. 3 Экспериментальная установка.

Виды рассматриваемы дефектов.

- Отсутствие резистора
- Отсутствие конденсатора.
- Отсутствие транзистора.

Порядок проведения экспериментальных исследований

Исследуемая печатная плата с установленными электрорадиоизделиями закрепляется к шпилькам на основании.

Вывод создающего вибрацию пьезоэлемента подсоединяем к усилителю. Вывод второго пьезоэлемента, выполняющего функцию вибродатчика, подсоединяем к входу звуковой карты персонального компьютера. На вход усилителя подаем сигнал с звуковой карты. На рисунке 4 представлена экспериментальная установка в сборе.

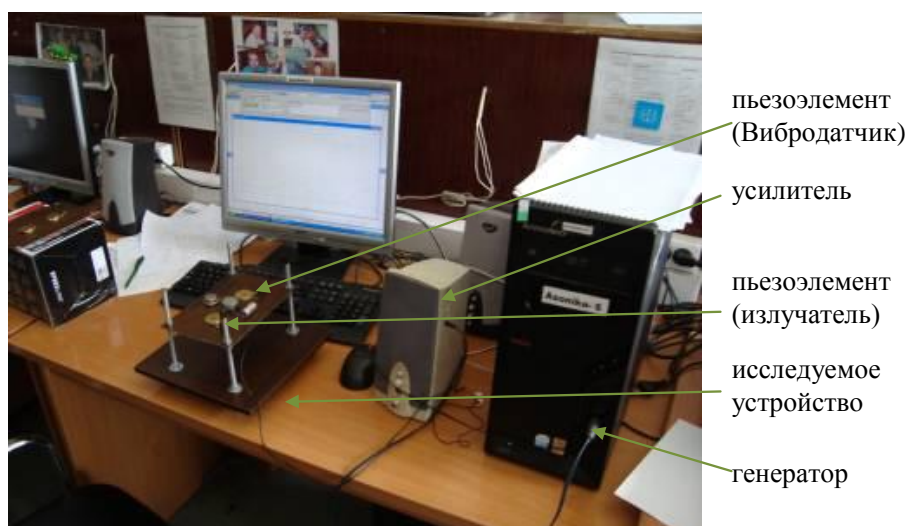


Рис. 4 Эскиз экспериментальной установки.

Производим подключение всех выводов к персональному компьютеру

Напряжение на усилитель выставляем равное 22 вольтам при частоте сигнала 500 Гц.

С помощью программного комплекса VIRTINS Multi-Instrument 3.2 на персональном компьютере запускаем комплекс испытаний. Комплекс испытаний включает изменения частоты сигнала от 50 до 2000 Гц с шагом 10 Гц. В отчете испытания получаем АЧХ в таблицы.

По значению АЧХ из таблицы строим графики и определяем резонансные частоты.

Отключаем усилитель, отсоединяем выводы от персонального компьютера и усилителя.

Отвинчиваем гайки со шпилек, снимаем печатную плату.

В конструкцию платы вносим один из перечисленных дефектов из таблицы 1.

После внесения дефекта проводим комплекс испытаний.

Повторяем. для различных дефектов.

Результат экспериментального исследования.

На рисунке 5 показаны АЧХ с пьезодатчика исследуемой печатной платы, в исправном состоянии и при внесенных дефектах.

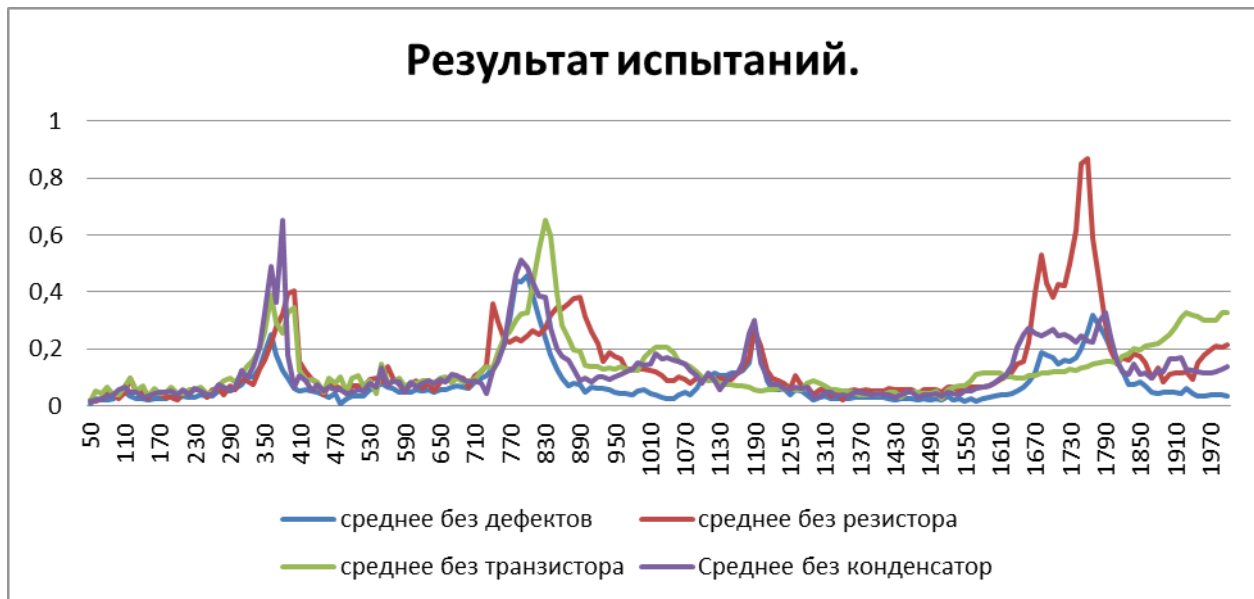


Рис.5. Амплитудно-частотные характеристики ПУ для разных видов неисправностей.

На рисунке 5 отчетливо видно смещение резонансных пиков относительно бездефектного состояния, таким образом проведенные экспериментальные исследования показывают возможность идентификации дефектов конструкции печатной платы по амплитудно-частотным характеристикам.

УДК 629.13.054.6.001.12.001

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ЛАЗЕРНЫХ ГИРОСКОПОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Голяев Ю. Д., Иванов М.А., Колбас Ю.Ю., Крутиков А.П., Соловьева Т.И.
ФГУП НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха; МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассматриваются вопросы повышения точности зеэмановских лазерных гироскопов, которое достигается благодаря использованию квазичетырехчастотного режима работы гироскопа, реализуемого схемотехнически и с помощью разработанного математического и программного обеспечения. Приведены экспериментальные данные, подтверждающие улучшение точности зеэмановских лазерных гироскопов при этом на порядок.

Innovative methods of increasing the accuracy of the laser gyro using information technology. Goliaev U.D., Ivanov M.A., Kolbas U.U., Krutikov A.P., Soloviev T.I.

Zeeman laser gyroscopes accuracy improvement by implementation of quasifourmodes regime with electronics and developed mathematical&software provision is considered. Experimental approval of Zeeman laser gyroscope accuracy increasing by an order is presented.

В последнее время активно исследуется и применяется метод компенсации магнитного дрейфа зеэмановских лазерных гироскопов (ЗЛГ), заключающийся в реализации так называемого «квазичетырехчастотного» режима генерации, при котором обеспечивается попеременная работа на продольных модах с противоположной круговой поляризацией [1,2]. Переключение с одной моды генерации на другую осуществляется путем изменения периметра кольцевого лазера. При этом магнитная составляющая дрейфа меняет знак на противоположный и полностью компенсируется.

Поскольку мгновенная перестройка с одной продольной моды на другую невозможна, существует отрезок времени, в течение которого в лазере возникает режим большой разницы интенсивностей встречных волн, вплоть до появления однонаправленной генерации. При этом измеренная ЗЛГ угловая скорость содержит ложную составляющую, которую требуется компенсировать. Кроме того необходима компенсация оставшейся немагнитной составляющей дрейфа, а также температурных зависимостей масштабного коэффициента, матрицы ориентации.

Задачей настоящей работы является разработка оптимального математического и программного обеспечения управления периметром и компенсации ложной составляющей сигнала на выходе ЗЛГ исходя из

условий работы ЗЛГ и собственных характеристик используемого лазера, а также алгоритмической компенсации имеющихся погрешностей.

Переключение мод зеемановского лазерного гироскопа

ЗЛГ представляет собой He-Ne лазер с неплоским контуром, образованным 4 диэлектрическими зеркалами. В таком лазере снимается вырождение с продольных мод с ортогональными круговыми поляризациями [1].

Для устранения влияния захвата частот встречных волн используется частотная подставка на базе эффекта Зеемана, создаваемая путем наложения на газоразрядные промежутки знакопеременного магнитного поля с периодом коммутации T . Кроме того переключающееся поле приводит к модуляции интенсивности каждой из встречных волн. Амплитуда модуляции зависит от расстройки лазера от центра нерасщепленного магнитным полем контура усиления активной среды по формуле:

$$A_l = 4a_l \Delta\lambda \frac{c}{\Delta\nu}, \quad (1)$$

где $\Delta\nu$ – величина сдвига оптического контура за счет эффекта Зеемана, c – скорость света, a_l – константа, зависящая от усиления и потерь в резонаторе. Фаза модуляции (0 или π) зависит от направления круговой поляризации (правой или левой).

Таким образом, равенство нулю амплитуды данного сигнала означает точную настройку периметра на центр нерасщепленного магнитным полем контура усиления активной среды, что и поддерживает система регулировки периметра (СРП).

Частота подставки при этом описывается формулой [3,4]:

$$f = f_o (1 - \chi \Delta\lambda^2), \quad (2)$$

где f_o и χ – константы, зависящие от усиления активной среды, уровня потерь в резонаторе, температуры активной среды, $\Delta\lambda$ – относительная расстройка периметра, выраженная в долях длины волны генерации лазера.

К СРП предъявляются следующие требования:

1. Обеспечение минимальной расстройки моды от центра кривой усиления.
2. Устойчивость при воздействиях механических ударов и вибраций, при повышенной и пониженной температурах окружающей среды.
3. Быстрое переключение лазера с моды с одним направлением круговой поляризации света на другую без появления колебательного режима.

Для системы авторегулирования, какой является и СРП, данные требования являются взаимоисключающими, поэтому необходим выбор их оптимального сочетания.

СРП можно разделить на 2 части: медленный каскад, состоящий из усилителя, синхронного детектора и интегратора и быстрый – транзисторный усилитель напряжения, нагруженный на пьезодвигатель подстройки периметра ЗЛГ. Поскольку входным сигналом для СРП является сигнал модуляции интенсивности света в одном из встречных лучей, прошедший через синхронный детектор, его частота равна удвоенной частоте коммутации подставки. Для обеспечения устойчивости системы авторегулирования необходимо, чтобы постоянная времени первого каскада составляла не менее 5 периодов входного сигнала T (периодов коммутации подставки). СРП имеет 2 входа. 1-й из них – вход управления, отключающего вход транзисторного усилителя от выхода интегратора. В этом случае напряжение на пьезодвигателе определяется напряжением на втором входе СРП.

Состав прибора

В состав прибора входят:

- Три ЗЛГ и электронные блоки, служащие для переключения мод.
- Плата счетчиков для подсчета информационных импульсов. Имеет 6 счетчиков для подсчета импульсов с выходов трех ЗЛГ при вращении по и против часовой стрелке.
- Блок сбора данных (БСД), имеющий 16-разрядное АЦП с мультиплексором на 16 каналов, а также 3-канальный 12-разрядный ЦАП, а также цифровые входы-выходы для чтения счетчиков и выработки управляющих сигналов.
- Вычислительный модуль (ВМ), представляющий собой ЭВМ типа Pentium 2, работающий под управлением ОС MS DOS.
- Плата обмена по стандарту MIL 1533.

Структура программного обеспечения

Бортовая программа (БП) и файл паспортных констант (ФПК) записаны в долговременную память ВМ. Файл паспортных констант формируется на этапе технологических испытаний.

БП состоит из 4 блоков, функционально связанных между собой.

Функциональная схема БП приведена на рис.1.

БП управляет чтением данных со всех датчиков прибора, контролирует включение/выключение СРП, а также каждые 2 минуты производит переключение рабочей моды. Такт работы прибора T задается периодом сигнала МУ, поступающего от ЗЛГ, и составляет 5 мс.

После прихода сигнала МУ БП считывает показания гироскопических датчиков (ГД), полученные за время предыдущего такта $P_{i,xyz}$, измеряет напряжение с выходов термодатчиков гироскопов $U_{ГД,xyz}$ и сохраняет их в оперативной памяти ВМ.

После накопления первичных данных БП производит их обработку с использованием значений коэффициентов, записанных в ФПК.

В режиме предстартовой калибровки используется дополнительная математическая обработка данных. Основными режимами работы прибора являются:

- режим самодиагностики (функциональной готовности),
- режим предстартовой калибровки,
- режим передачи приращения углов на оси связанной системы координат с реверсом мод,
- режим ожидания команды.

Самодиагностика (функциональная готовность)

После подачи питания на прибор ВМ запускает бортовую программу, которая приступает к выполнению режима «Функциональная готовность». Выполнение режима занимает 15 с и завершается выдачей донесения по каналу связи о состоянии прибора. Донесение состоит из следующих параметров:

- Наличие ФПК.
- Работоспособность ЛГ.
- Работоспособность термодатчиков.
- Корректность определения полувольтного напряжения $U\lambda/2$.

Предстартовая калибровка

При получении команды на запуск предстартовой калибровки прибор должен находиться в состоянии покоя. В этом режиме производится коррекция постоянных составляющих полиномов температурных зависимостей магнитной и немагнитной составляющих дрейфа ГД. После получения команды БП накапливает данные, полученные с ГД, в течение 10 минут. За это время мода переключается 10 раз. Соответственно, время одного полупериода составляет одну минуту. Накопление данных происходит отдельно для каждой из мод. По истечении времени калибровки БП производит следующий расчёт:

$$\Omega_{m,xyz} = \frac{\sum_{i=0}^{N_0} P_{imm0,xyz} + \sum_{k=0}^{N_1} P_{imm1,xyz}}{2(N_0 + N_1)\tau} \cdot K_{xyz}, \quad (3)$$

где $\Omega_{m,xyz}$ – измеренная угловая скорость без учёта дрейфа для m-ой моды, N_0 – количество тактов съёма данных на моде 0, N_1 – количество тактов съёма данных на моде 1, K_{xyz} – масштабный коэффициент ГД.

$$T_{0,xyz} = \frac{1}{N_0} \cdot \sum_{i=1}^{N_0} T_{i,xyz}, \quad (4)$$

$$T_{1,xyz} = \frac{1}{N_1} \cdot \sum_{i=1}^{N_1} T_{i,xyz}, \quad (5)$$

где $T_{0,xyz}$ – средняя температура на моде 0, $T_{1,xyz}$ – средняя температура на моде 1.

Зная, что в покое показания ГД вычисляются по формуле:

$$\Omega_{изм,xyz} = \Omega_{з,xyz} + \Omega_{нм,xyz} \pm \Omega_{м,xyz}, \quad (6)$$

где $\Omega_{з,xyz}$ – проекция угловой скорости вращения Земли, $\Omega_{нм,xyz}$ – немагнитная составляющая дрейфа соответствующего ГД, $\Omega_{м,xyz}$ – магнитная составляющая дрейфа соответствующего ГД, знак выбирается в зависимости от рабочей моды.

$$[\Omega_3] = [cq][\omega_3], \quad (7)$$

где $[cq]$ – матрица направляющих косинусов гироскопов, $[\omega_3]$ – проекция вращения Земли на приборные оси, $[\Omega_3]$ – проекция вращения Земли на осях чувствительности.

Очевидно, что

$$\Omega_{м,xyz} = \frac{\Omega_{0изм,xyz} - \Omega_{1изм,xyz}}{2}, \quad (8)$$

$$\Omega_{нм,xyz} = \frac{\Omega_{0изм,xyz} + \Omega_{1изм,xyz}}{2} - \Omega_{з,xyz}, \quad (9)$$

$$\Omega_{расчм,xyz} = [(B)_{0,xyz} \cdot (T_{0,xyz} - 25)^2 + B_{1,xyz} \cdot (T_{0,xyz} - 25) + B_{2,xyz}] \cdot \tau. \quad (10)$$

$$\Delta\Omega_{м,xyz} = \Omega_{расчм,xyz} - \Omega_{м,xyz}. \quad (11)$$

Аналогично:

$$\Delta\Omega_{\text{нм,xyz}} = \Omega_{\text{расчнм,xyz}} - \Omega_{\text{нм,xyz}} \quad (12)$$

Далее БП вычисляет скорректированные значения постоянных членов полиномов температурных зависимостей магнитной и немагнитной составляющих дрейфа ГД:

$$B_{\text{корр2,xyz}} = B_{2,xyz} + \Delta\Omega_{\text{нм,xyz}} \quad (13)$$

$$C_{\text{корр2,xyz}} = C_{2,xyz} + \Delta\Omega_{\text{нм,xyz}} \quad (14)$$

В дальнейшем БП для вычисления приращения углов использует скорректированные значения констант.

Режим передачи приращения углов на оси связанной системы координат с реверсом мод

Данный режим отличается от режима приращения углов без реверса мод тем, что каждые 2 минуты происходит перестройка периметра на другую рабочую моду. При этом происходит автоматическая компенсация магнитной составляющей дрейфа ГД.

Математическая обработка заключается в расчёте приращений углов на оси СВСК с учётом дрейфа ГД:

$$\Omega_{xyz} = K_{xyz} \cdot P_{xyz} - \Omega_{\text{нм,xyz}} \pm \Omega_{\text{нм,xyz}} \pm \Omega_{\text{мм,xyz}} \quad (15)$$

где P_{xyz} – показания гироскопа в текущем такте.

Вычисление температуры ГД производится по следующей формуле:

$$T_{xyz} = A_{0,xyz} \cdot U_{\text{ТД,xyz}} + A_{1,xyz} \quad (16)$$

где $A_{0,xyz}$ и $A_{1,xyz}$ – коэффициенты зависимости температуры ГД от напряжения на выходе термодатчиков.

Магнитная составляющая дрейфа ГД вычисляется по формуле:

$$\Omega_{\text{нм,xyz}} = (B_{0,xyz} \cdot (T_{xyz} - 25)^2 + B_{1,xyz} \cdot (T_{xyz} - 25) + B_{2,xyz}) \cdot \tau \quad (17)$$

где $B_{0,xyz}$, $B_{1,xyz}$, $B_{2,xyz}$ – коэффициенты полинома температурной зависимости.

Немагнитная составляющая дрейфа ГД вычисляется по формуле:

$$\Omega_{\text{нм,xyz}} = (C_{0,xyz} \cdot (T_{xyz} - 25)^2 + C_{1,xyz} \cdot (T_{xyz} - 25) + C_{2,xyz}) \cdot \tau \quad (18)$$

где $C_{0,xyz}$, $C_{1,xyz}$, $C_{2,xyz}$ – коэффициенты полинома температурной зависимости.

Вклад «медленного меандра» в измеряемую угловую скорость:

$$\Omega_{\text{мм,xyz}} = D_{0,xyz}(T_{xyz} - 25) + D_{1,xyz} \quad (19)$$

где $D_{0,xyz}$, $D_{1,xyz}$ – коэффициенты полинома температурной зависимости.

Режим ожидания команды

Находясь в данном режиме, прибор не выполняет никакой математической обработки. Однако в текущем режиме происходит попеременная работа на двух модах. Это исключает вероятность того, что напряжение на пьезодвигателе окажется вне допустимого диапазона. Прибор также производит опрос всех датчиков. Обработку любой внешней команды прибор будет выполнять, только находясь в данном режиме.

Компенсация ложных показаний кольцевого лазера в процессе переключения мод генерации методом аппроксимирующей функции

При коммутации мод на участке выключения автоматической подстройки периметра имеет место пропадание двунаправленной генерации. Продолжительность этого процесса составляет 5...15 мс. Данные, получаемые с кольцевого лазера во время отсутствия двунаправленной генерации, не несут никакой полезной информации, поэтому необходимо в это время выдавать некие аппроксимированные данные, так как для интегрирования уравнений инерциальной навигации необходимо иметь непрерывную информацию. Самый простой подход – это использовать для аппроксимации константу, рассчитанную как среднее значение показаний ЗЛГ за несколько тактов коммутации подставки до переключения.

В реальной эксплуатации гироскоп вращается не только с постоянной угловой скоростью, но и угловым ускорением. Причем обычным явлением являются угловые колебания, т.е. переменное угловое ускорение. Таким образом возникает выбор, полиномом какого порядка производить экстраполяцию. Интересны три основных варианта: подмена ложных показаний константой, аппроксимация прямой и аппроксимация параболой, рассчитанными по нескольким показаниям, предшествующим смене мод.

Очевидно, что более точное приближение будет, если использовать точки, прилегающие к переходному процессу с обеих сторон. Исходя из общих принципов аппроксимации, нами предлагается четырехшаговый алгоритм:

- до начала смены мод по нескольким точкам вычисляются коэффициенты аппроксимирующего полинома;
- во время смены мод данные выдаются на основе аппроксимации по точкам, полученным до начала процесса реверса;
- после завершения переходных процессов, возникающих при смене мод, делается более точная аппроксимация с использованием показаний до и после переключения;

- вычисляется расхождение между этими двумя аппроксимациями, которое вычитается из полученного в следующем такте значения.

В соответствие с теоремой Котельникова для точного описания аналогового процесса дискретным, необходимо, чтобы период дискретизации был не менее, чем в 10 раз меньше периода самого процесса. Исходя из этого выбирается период коммутации подставки T , который одновременно является и периодом дискретизации. Отметим, что существенное уменьшение T затруднительно, поскольку увеличивает погрешность лазерного гироскопа в связи с возрастанием динамических зон синхронизации.

С выхода ЗЛГ каждый такт коммутации подставки считается приращение угла P_j , равное произведению угловой скорости вращения на период коммутации подставки T .

Для обеспечения непрерывности выдачи показаний во время первых 1...3 тактов коммутации подставки при смене мод используется экстрополюционная функция в виде константы, прямой или параболы:

$$P_{прj} = \begin{cases} A_0 \\ A_0 + A_1 t_j \\ A_0 + A_1 t_j + A_2 t_j^2 \end{cases}, \quad (20)$$

где $P_{прj}$ – прогнозируемые показания гироскопа, $t_j = j * T$, $j = 1, 2, 3$ – номер такта коммутации подставки после сигнала на переключение моды. Коэффициенты A_0, A_1, A_2 определяются методом наименьших квадратов по четырём показаниям гироскопа P_j предшествующим переключению моды ($j = -3, -2, -1, 0$).

После установления генерации лазера на следующей моде, проводится новая аппроксимация с помощью функции

$$P_{kj} = \begin{cases} B_0 \\ B_0 + B_1 t_j \\ B_0 + B_1 t_j + B_2 t_j^2 \end{cases}. \quad (21)$$

Коэффициенты B_0, B_1, B_2 определяются так же методом наименьших квадратов по четырём показаниям гироскопа P_j – двум до переключения моды и двум после включения автоматической подстройки периметра ($j = -1, 0, 4, 5$).

Поправка накопленного угла за время переключения мод ΔP определяется по формуле:

$$\Delta P = \sum_{j=1}^3 (P_{прj} - P_{kj}) \quad (22)$$

где $P_{прj}$ – прогнозируемые показания ЗЛГ, вычисленные по формуле (20), P_{kj} – показания ЗЛГ, вычисленные по формуле (21).

Следующее показание ЗЛГ P_6 заменяется значением

$$\tilde{P}_6 = P_6 - \Delta P \quad (23)$$

Ошибка при переключении мод δP при этом будет равна:

$$\delta P = \sum_{j=1}^3 (P_{kj} - P_{истj}) \quad (24)$$

где $P_{истj}$ – истинные значения показаний ЗЛГ при отсутствии переключения мод.

Компенсация динамического дрейфа зеемановского лазерного гироскопа при автоматической подстройке периметра после переключения мод

Первичный промах $\Delta\lambda_0$ при переключении определяется суммой ошибки измерения $U_{\lambda 2}$, дискрета ЦАП, гистерезиса пьезодвигателей. После включения автоматической подстройки СРП, расстройка периметра определяется формулой:

$$\Delta\lambda = \Delta\lambda_0 e^{-\frac{t}{\tau_{СРП}}} \quad (25)$$

Поскольку частота подставки зависит от расстройки периметра, при уменьшении расстройки после включения автоматического регулирования частота подставки в положительных и отрицательных полупериодах подставки оказывается различной. Это приводит к возникновению кажущегося дрейфа. Кажущийся дрейф $\Delta\Omega_{СРПi}$ на i-м такте коммутации подставки после включения автоматической подстройки периметра (начиная со второго такта):

$$\Delta\Omega_{СРПi} = \Delta\lambda_0^2 \frac{f_o \tau_{СРП}}{2T} e^{-\frac{2(i-1)T}{\tau_{СРП}}} (e^{-\frac{T}{\tau_{СРП}}} - 1)^2; \quad e^{-\frac{2(i-1)T}{\tau_{СРП}}} = \frac{f_i - f_o}{f_1 - f_o}$$

$$\sqrt{\frac{f_i - f_o}{f_1 - f_o}} = e^{-\frac{T}{\tau_{СРП}}} f_o \Delta\lambda_0^2 \frac{\tau_{СРП}}{2} = \frac{f_1 - f_o}{\frac{2T}{e^{-\frac{T}{\tau_{СРП}}} - 1}}, \quad (26),$$

где f_o – частотная подставка при нулевой расстройке (рассчитывается по заранее измеренной температурной зависимости); $\Delta\lambda_0$ – амплитуда промаха при переключении мод;

$\tau_{СРП}$ – постоянная времени системы автоматической регулировки периметра; f_i – измеренная частота подставки на i-том такте коммутации подставки после включения автоматической регулировки периметра; f_1 – измеренная частота подставки на 1-ом такте коммутации подставки после включения автоматической регулировки периметра; T – период коммутации частотной подставки.

Для обеспечения работы метода при угловых скоростях угловых скоростях, близких и превышающих амплитуду частотной подставки, измерение f_i следует производить отдельно в положительном f_i^+ и отрицательном f_i^- полупериодах i-го такта коммутации подставки с учетом знака направления вращения. При этом $f_i = (f_i^+ - f_i^-)/2$.

Заключение

Разработанное математическое и программное обеспечение зеемановского лазерного гироскопа позволило повысить точность выпускаемых приборов без ограничения их динамических характеристик примерно в 10 раз. При этом были разработаны новые методы компенсации кажущегося дрейфа при переключении мод и температурной коррекции смещения нуля.



Рис. 1. Функциональная схема бортовой программы

Литература

1. Дмитриев В.Г., Голяев Ю.Д., Винокуров Ю.А., Колбас Ю.Ю., Тихменев Н.В. Лазерный гироскоп повышенной точности. Материалы 17 Международной конференции по интегрированным навигационным системам. С. Петербург, 2008.
2. Азарова В.В., Голяев Ю.Д., Дмитриев В.Г. Кольцевые газовые лазеры с магнитооптическим управлением в лазерной гироскопии. Квантовая электроника. 30, №2, 2000, с.96-104.

ФОРМИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Марцинович Л.А., Иванченко Д.А.
IBS, Москва

В статье рассматриваются социально-информационные факторы, оказывающие существенное влияние на формирование современной образовательной и исследовательской среды в вузах; проанализированы наиболее прогрессивные информационные технологии и сервисы, которые начинают активно использоваться при подготовке ученых и исследователей; представлены концептуальные подходы к построению единого информационного пространства учебного заведения путем формирования корпоративной коммуникационной инфраструктуры (smart-университет).

Formation of the Educational Environment of University in Terms of Informatization: Problems and Prospects. Martsinovich L.A., Ivanchenko D.A.

The article provides an overview of the social-information factors exerting the greatest influence on the formation of the contemporary education and research environment; an analysis of the most progressive information technologies and services being actively introduced into the preparation of scientists and researchers; and a review of conceptual approaches to the construction of a single information space within an academic institution via the formation of a corporate communication infrastructure (smart-university).

Успешная деятельность в экономике, основанной на знаниях, предполагает объективную необходимость в обучении на протяжении жизни, что обеспечивает не только своевременную актуализацию получаемых знаний, но и свободу выбора траектории развития и формировании комфортного для индивида уровня социальной мобильности на протяжении жизни. При этом особенно востребованными становятся категории компетенций, позволяющие функционировать автономно, развивая и реализовывая чувство собственного «я»; использовать технологии и инструменты интерактивного диалога; эффективно взаимодействовать в социально неоднородных группах [1].

Социально-информационное пространство, в котором сегодня происходит процесс получения образования, включающего навыки научно-исследовательской деятельности, характеризуется внутренней неупорядоченностью, увеличивающейся при бессистемном распределении и использовании информационных ресурсов, расширении информационных каналов и росте числа индивидов, вовлеченных процессы коммуникации. Это обусловлено несколькими причинами.

Во-первых, происходит стремительный процесс конвергенции основных коммуникационных каналов, технологий и сервисов; растет число предоставляемых услуг, зарождаются новые формы информационного обмена. Это, с одной стороны, способствует появлению новых возможностей и способов коммуникации, формирует особую сферу информационного взаимодействия, приводит к возникновению новых видов общественных отношений. Интернет не только выполняет функции совместной информационно-познавательной и коммуникативной деятельности, но и, зачастую, выступает носителем современных нравственных принципов. Вместе с этим, популярность и доступность социально-информационных сетей нередко приводит к изменению ценностных ориентаций личности, меняются мироощущение, мировоззрение, способ мышления людей, появляются новые виды девиаций.

Во вторых, стремительный рост значимости и критичности информации, увеличивающийся объем как структурированных, так и неструктурированных данных превышают возможности информационных технологий по их сбору, хранению, передаче и переработке. Это приводит к полисемии информационного обмена; несоответствию формально релевантной информации действительным потребностям и запросам; многократному дублированию и созданию невостребованных информационных ресурсов и т.д. Экспоненциальный рост информации в мире, в том числе, неконтролируемое и хаотичное увеличение информации в интернете, вызывает опасения ряда исследователей о возникновении информационной перегрузки [2], когда количество поступающей полезной информации может превзойти объективные возможности ее восприятия человеком.

В третьих, отсутствие ответственного органа управления и экспертных оценок ведет к возрастанию информационного шума и размыванию «вертикали знаний», дроблению знания: из-за легкости и доступности информационного обмена реципиенты нередко игнорируют мнение специалистов и экспертов, а дистрибьюторами информации становятся непрофессиональные, а не редко и безграмотные источники, в роли которых может выступить телепередача, любительский сайт, самиздатовский учебник, дискуссия на форуме, заведомо ложное сообщение в блоге, последствия вандализма в свободно редактируемой энциклопедии и др.

Все это приводит к бурному развитию дилетантизма и падению престижа профессионализма в современном социуме [3].

В четвертых, каждый год в интернете появляются тысячи специализированных интернет-изданий, предоставляющие информацию в той или иной отрасли на многих языках мира. Вместе с этим, интернет является основным средством предварительной публикации результатов научных работ: практически все исследовательские лаборатории мира, ученые ведущих университетов, многочисленные независимые исследователи размещают свои препринты в электронном виде в интернете, а уже только после этого выпускают печатные копии работ. Возможности, предоставляемые интернет-технологиями, решают на качественно новом уровне вопросы организации информационного пространства ученого и позволяют, не имея специальных знаний, осуществлять быструю и доступную (по сравнению с бумажными носителями) публикацию различных данных не неся серьезных финансовых затрат. Это позволяет не только получить быстрый отклик на размещенный материал, принять участие в полемике, выслушать критику, разместить комментарий и т.д., но и расширяет широту географии и профессиональную компетенцию участников научной дискуссии.

В пятых, опосредованность и асинхронность коммуникаций, отсутствие единства пространства и времени приводят к тому, что современные учащиеся ориентированы на получение информации и обучение в удобное для себя время и в удобном месте, одновременно с другой деятельностью (работа, отдых, перемещение в пространстве и пр.). Активность в процессе обучения и выполнения научно-исследовательских работ все чаще рассматривается как совместная коммуникационная деятельность, коллективная работа над различными заданиями, проектами. Возрастает роль неформального общения, больший акцент делается на обмен знаниями в процессе персонального взаимодействия между участниками образовательного процесса, значительную популярность набирает краудсорсинг (модель взаимоотношений, основанная на передаче определенных функций неопределенной группе лиц для совместной реализации поставленных задач; использование возможностей коллективного разума; более подробно см: Джефф Хау. Краудсорсинг. Коллективный разум как инструмент развития бизнеса [4]).

Интернет-коммуникация развивается в глубину, становится все более разветвленной и комплексной, а ее конфигурация непредсказуема и неконтролируема. Если раньше каналы коммуникации определялись логикой социальной стратификации или функциональной дифференциации, то интернет-коммуникация релятивизирует все коммуникативные порядки, выработанные обществом: функциональные, институциональные, ситуативные и др. Комплексные сложноиерархические институты, мобильное интерактивное функциональное взаимодействие, проектно-ситуативные контакты, плюралистичные гражданские группы создают дисперсное пространство, в котором на каждую единицу способно реализоваться принципиально необозримое количество коммуникационных комбинаций [5].

Вместе с рассматриваемыми социально-информационными факторами, оказывающими влияние на формирование среды обучения, всю большую роль в ее развитии играют прогрессивные информационные технологии, использование которых позволяет перейти на новый этап развития распределенного сотрудничества и интеграции учебных заведений в организационной, учебно-методической и научно-исследовательской областях как различных регионов России, так и всего мира.

Ведущие мировые университеты ориентированы на применение энергоэффективных, энергосберегающих и экологически чистых технологий и интеллектуальное управление потреблением энергетических ресурсов; учебный процесс организуется с использованием мобильных приложений и интерфейсов, поддерживающих возможности считывания касаний и жестов, улучшенные поисковые технологии, управление голосом, широкие мультимедийные возможности; для аутентификации пользователей все чаще используются биометрические методы идентификации (визуальное распознавание геометрии лица; радужной оболочки глаза; отпечатка пальца и пр.).

В качестве наиболее перспективных инфраструктурных решений для учебных заведений, выделим:

- организацию облачной инфраструктуры образовательного и научно-исследовательского пространства (для функционирования коммуникационных сервисов; организации хранилища контента; виртуализации образовательных ресурсов; выполнения высокопроизводительных вычислений и пр.), использование сервисных моделей (PaaS, IaaS, SaaS);
- построение стратегии информатизации учебного заведения по принципам BYOD (Bring Your Own Device — «Принеси свое собственное устройство»), подразумевающей применение персональных мобильных устройств учащихся: медиапланшетов, смартфонов, электронных книг, ноутбуков и пр. [6];
- единую авторизацию и идентификацию абонента в различных каналах и сервисах коммуникации, позволяющую персонифицировать профиль при использовании различных информационных ресурсов (сквозная авторизация).

Наиболее востребованными педагогическими инструментами, на наш взгляд, сегодня являются:

- геймификация (gamification) образовательного и исследовательского процесса с использованием подходов и методов, характерных для компьютерных игр, применяемых с учетом специфики игрового мышления в неигровом пространстве. Такой подход позволяет обеспечивать поэтапное погружение в процесс обучения; получать измеримую обратную связь; обеспечивать динамическую корректировку поведения учащегося и т.д. [7];

– мультимедийные и интерактивные технологии для моделирования и прогнозирования изучаемых процессов и явлений, проведения экспериментов в условиях имитации на компьютере реального опыта или эксперимента (тренажеры, телеприсутствие, виртуальные лаборатории, виртуальная реальность, дополненная реальность и пр.);

– возможности социальных медиа для совместного формирования и использования коллективного знания (блоги; социальные сети; вики-проекты; социальные мультимедиа; социальные поисковые системы и сервисы закладок; социальные геоинформационные системы; многопользовательские сетевые игры; виртуальные миры и пр.).

Для разработки и управления учебным контентом, целесообразно:

– включение в инфраструктуру образовательного и исследовательского процессов магазинов приложений и учебного контента (App Store), обеспечивающих возможность удаленного доступа к электронным образовательным и научным ресурсам, их загрузки, воспроизведения, рейтингования, редактирования, обмена опытом по их использованию и пр.;

– использование средств компьютерной лингвистики с применением технологий искусственного интеллекта (синтез речи; распознавание речи; голосовой поиск; автоматический перевод текстовой и речевой информации);

– геолокация и геопозиционирование (определение местоположения в пространстве; поиск географических объектов; получение справочной картографической информации; построение треков передвижения и пр.).

В этих условиях, перед высшей школой и другими образовательными институтами остро встает вопрос переосмысления их собственной роли и места не только в сфере науки и образования, но и в жизни общества.

С целью поддержки среды активного обучения, ориентированной на подготовку будущих ученых и исследователей, и реализации механизмов по ее управлению, с учетом российской и зарубежной практики и многолетнего опыта по построению интегрированных решений для сферы образования, в данной работе сформулированы концептуальные подходы к построению smart-университета (умного университета), базирующиеся на принципах Social-Mobile-Access-Regulated-Technology.

Social (социальная ориентированность). Подразумевает использование единого интерфейса и современных технологий педагогического дизайна для организации рабочего места учащегося, преподавателя, ученого с целью обеспечения коммуникации, не лимитированной по времени, в комфортном для каждого участника режиме (синхронном, асинхронном) в зависимости от решаемых задач и индивидуальных предпочтений. Решение социально-педагогических задач предполагает организацию открытых и закрытых сообществ для коллективного обсуждения различных вопросов и осуществления совместной работы; использование игровых методик и эвристических методов в обучении, организация проектной деятельности; управление репутацией участников образовательного процесса и научных исследований; предоставление учащимся возможности обмена информацией друг с другом для само- и взаимообучения.

Mobile (мобильность). При построении современного образовательного пространства необходима поддержка подходов m-Learning [8] и m-Science [9], которые включают в себя предоставление персонализированного доступа к информационным и справочным ресурсам посредством мобильных устройств (учебные планы и программы, отчеты об успеваемости и посещаемости, данные сессии, нагрузка, расписание учащегося и преподавателя и пр.); организацию распределенного онлайн доступа к контенту (подкаст-вещание; вебинары; электронные журналы; персональная библиотека образовательных и научных ресурсов; социальные медиа и пр.); обеспечение академической мобильности учащихся, преподавателей и ученых; использование мобильных устройств как средства идентификации и платежного инструмента; мобильное геопозиционирование и пр.

Access (доступность). Предусматривает создание единой интегрированной точки входа для студентов, преподавателей, научного и административного персонала с целью доступа к содержимому электронных и медиабibliothек; трансляции аудио и видео потоков высокого разрешения в режиме реального времени; интерактивному информационному сопровождению учебно-методических мероприятий; предоставление удаленного доступа к единой среде реализации научно-исследовательских и научно-производственных проектов, к исследовательскому и научному оборудованию и т.д..

Regulated (регулируемость, управляемость). Реализация данного принципа подразумевает управление персональным информационным пространством учащихся, преподавателей, ученых и административного персонала и управление коммуникациями в процессе образовательной, научно-исследовательской и административной деятельности. Выполнение указанных задач предусматривает автоматизацию функций управления учебным процессом и формирование индивидуальных образовательных траекторий учащихся; мониторинг, учет и развитие профессиональных компетенций учащихся и молодых ученых в процессе обучения; осуществление контроля за обучением с диагностикой ошибок и с обратной связью, управление самоконтролем и самокоррекцией учебной деятельности; моделирование и проектирование разнообразных ситуаций, мониторинг, прогнозирование и контроль за объектами различной природы в виртуальном информационно-технологическом пространстве. С целью регулирования доступа к материальным и информационным ресурсам предусмотрено использование систем биллинга для автоматизированного расчета

за пользование товарами и услугами и построение системы контроля за доступом на территорию и в помещения учебного заведения.

Technology (технологичность). Обеспечивается включением в архитектуру решения как проприетарного программного обеспечения, так и СПО ведущих производителей; виртуализацией платформ, сервисов и ресурсов; модульностью, масштабируемостью, использованием преимуществ сервис-ориентированной архитектуры, применением открытых программных интерфейсов; возможностью развития и дополнения функционала сторонними разработчиками и т.д.

Таким образом, комплексное решение по построению системы управления высшим учебным заведением предполагает создание единой информационной образовательной среды вуза и сети его подразделений путем формирования корпоративной коммуникационной инфраструктуры, использования современного цифрового оборудования, компьютерной техники и программных средств, с последующей интеграцией различных информационных систем в общий комплекс взаимосвязанных программных продуктов и технических решений.

Рассматриваемые подходы стали основой целевой модели системы управления, реализуемой в Северном (Арктическом) федеральном университете им. М.В. Ломоносова. Поэтапное создание системы управления университетом и формирования современной образовательной среды начато с построения информационной модели на базе ключевых показателей реализации программы развития федерального университета и регламентации их сбора. Созданная в ходе выполнения проекта автоматизированная система позволила проводить мониторинг результативности управления вузом и программными мероприятиями с учетом направлений стратегического развития и эффективности выполнения мероприятий программы развития в разрезе привлекаемых ресурсов и организационной структуры ее участников.

Как показывает опыт, реализация мероприятий по построению smart-университета на основе предложенных принципов позволяет не только развить новые формы обучения, повысить мотивацию при проведении научно-исследовательской деятельности и увеличить эффективность управления вузом, но и снижает совокупную стоимость владения ИТ-ресурсами и увеличивает экономическую эффективность применения информационных технологий. Полученный опыт, наработанные компетенции и разработанный пакет организационно-методической документации может быть использован для создания современных систем управления образовательной средой в вузах страны.

В заключение отметим, что smart-университет, построенный по предлагаемым принципам, в своем дальнейшем развитии может эволюционировать, например, в следующих направлениях.

По форме организации:

- **mUniversity** (мобильный университет, преимущество отдается использованию мобильных устройств, технологий и сервисов для организации и управления образовательным процессом);
- **Virtual University** (виртуальный университет, ориентация исключительно на применение электронных технологий обучения без использования возможностей традиционного очного обучения);
- **Projected University** (проектный университет [10], функционирование осуществляется на принципах предпринимательского менеджмента с использованием элементов проектной организации).

По способу построения инфраструктуры:

- **Green University** (зеленый университет, упор в развитии делается на использование энергоэффективных, энергосберегающих и экологически чистых технологий);
- **Cloud University** (облачный университет [11], для построения информационной инфраструктуры предпочтение отдается облачным технологиям и сервисам).

Это позволит на качественно новом уровне формировать образовательную и научно-исследовательскую среду будущей высшей школы и выстраивать систему управления конкретным учебным заведением в соответствии с решаемыми им задачами и с учетом современных тенденций в области информационных технологий, педагогики, социологии, экономики и пр.

Литература

1. Defining and Selecting Key Competencies / Edited by D.S. Rychen , L.H. Salganik. — WA: Hogrefe and Huber, 2003. — P. 67-92.
2. Еляков, А.Д. Информационная перегрузка людей // Социологические исследования. — 2005. — № 5. — С. 114-121.
3. Иванченко, Д.А. Роль интернет-пространства в формировании образовательной информационной среды // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2011. — №2. — С. 19-31.
4. Джефф, Х. Краудсорсинг. Коллективный разум как инструмент развития бизнеса. — М.: «Альпина Паблишер», 2012.
5. Назарчук, А.В. Новая коммуникативная ситуация: рождение сетевого общества / А.В. Назарчук // Тезисы доклада на IV Российском философском конгрессе «Философия и будущее цивилизации» (Москва, 24-28 мая 2005 г.). — М.: «Современные тетради», 2005. — С. 100-101.
6. Hype Cycle for Education, 2011. Gartner Inc., July 2011.

7. Huling, R. Gamification: Turning Work Into Play [Электронный ресурс] H Plus Magazine. (25 March 2010). Url: <http://hplusmagazine.com/2010/03/25/gamification-turning-work-play/>.
8. Tremblay, E. Educating the Mobile Generation — using personal cell phones as audience response systems in post-secondary science teaching // Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching. — 2010, 29 (2), P. 217-227.
9. Canessa E., Zennaro M. A Mobile Science Index for Development // International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM) — 2012. — Vol 6, № 1. — P. 4-6.
10. Грудзинский, А.О. Концепция проектно-ориентированного университета // Университетское управление. — 2003. — № 3 (26). — С. 24-37.
11. Иванченко, Д.А. Построение информационной инфраструктуры вуза с применением модели SaaS // Высшее образование в России. — 2010. — №10. — С. 11-12.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО РАЗМЕРА ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ СБИС

М.Ю. Корпачёв, Е.Н. Ивашов*

Московский государственный институт электроники и математики

Рассмотрены основные вопросы снижения размерности изображения топологии на фотошаблоне при отображении коллекции изображений в двухмерное пространство. Приведены методы снижения минимального характеристического размера элементов СБИС с использованием коррекции оптического эффекта близости.

Methods of reducing the size characteristic elements VLSI in their computer-aided design. M.Y. Korpachev, E.N. Ivashov*

The main issues to reduce the dimension of the image on the topology of the photomask when displaying a collection of images in two dimensions. Methods of reducing the minimum size of the characteristic elements of VLSI with optical proximity effect correction.

Основным вопросом при решении задачи представления коллекции изображений на плоскости в литографической технологии является способ построения отображения в двумерное пространство. Подход к отображению состоит в извлечении из изображений каких-либо признаков и размещении изображений в соответствии со значениями признаков. Так как размерность признаков может в десятки и сотни раз превосходить размерность пространства отображения, то для создания двухмерных отображений необходимо применять методы снижения размерности.

Методы снижения размерности обычно подразделяют на линейные и нелинейные. Линейные методы используют дискретный вариант разложения Карунена – Лоэва, называемый также методом главных компонент (РСА – Principal component analysis). В этом методе осуществляется поворот системы координат в исходном пространстве признаков таким образом, чтобы проекции на новые оси – главные компоненты – дисперсия всего множества была максимальна. При этом дисперсия сосредоточена большей частью в первых компонентах, что позволяет рассматривать только их, отбрасывая остальные. Метод РСА был использован при создании относительно небольшого числа систем [1,2].

К нелинейным методам снижения размерности относят методы, с помощью которых производится отображение множества векторов многомерного пространства в пространство малой размерности (как правило, двух- или трёхмерное) с сохранением, по возможности, расстояний между ними. Все подобные методы пытаются минимизировать некоторую функцию потерь, характерную величину рассогласования расстояний между первоначальными и полученными векторами в пространстве малой размерности. В случае если в литографической технологии функцию потерь задают в виде

$$\varepsilon = \frac{1}{\sum_{i < j} d_{ij}} \cdot \sum_{i < j} \frac{(d_{ij} - d_{ij}^*)^2}{d_{ij}} \quad (1)$$

(здесь d_{ij} и d_{ij}^* - расстояние между объектами i и j , соответственно, в многомерном и двумерном пространстве, N – количество объектов), её называют ошибкой Сэммона, а соответствующий метод снижения размерности называют методом двумерного отображения Сэммона [3].

Нелинейные методы отображения применяются во многих системах, описанных в литературе. Среди нелинейных методов, применяемых для снижения размерности, можно выделить отдельный класс алгоритмов, использующих силовые методы укладки графов. Работа этих алгоритмов основана на математических моделях механических процессов. Наиболее известными являются модели Фрухтермана - Рейнгольда и Камада – Кавайни [4].

Также выделяется отдельный класс алгоритмов, работающих на дискретной сетке. Очевидным способом получения отображения на дискретную сетку является привязка к ней результата работы, полученного в непрерывном пространстве.

Одним из распространённых способов снижения вычислительной сложности базового метода Сэммона является использование триангуляции. В данном методе сначала с использованием базового алгоритма ищется решение для некоторого количества объектов $M < N$. Затем производится последовательное добавление $(M - N)$ объектов с использованием триангуляции. При этом для каждого объекта o_i , $i = (M+1) \dots N$ выбирается два объекта o_j, o_k , $j, k = 1 \dots M$ из числа уже спроецированных с использованием базового алгоритма, а положение $(y_{i1}; y_{i2})$ объекта o_i на плоскости определяется, исходя из соотношений, обеспечивающих точное сохранение расстояний между рассматриваемыми объектами:

$$d_{ij} = d_{ij}^*, d_{ik} = d_{ik}^*.$$

Если выполнение соотношений невозможно, то за искомое положение объекта o_i берётся точка $(y_{i1}; y_{i2})$ на отрезке $(y_{j1}; y_{j2})$ $(y_{k1}; y_{k2})$, для которой выполняется: $d_{ij}/d_{ik} = d_{ij}^*/d_{ik}^*$.

Если выполнение приведённых соотношений возможно и существует два решения $(y_{i1}^1; y_{i2}^1)$ и $(y_{i1}^2; y_{i2}^2)$, то из числа уже спроецированных объектов берётся ещё один объект o_s , $s = 1 \dots M$ и искомое решение выбирается исходя из соотношения:

$$(y_{i1}; y_{i2}) = \begin{cases} (y_{i1}^1; y_{i2}^1), & \text{если } |d_{i1}^1 - d_{i1}| \leq |d_{i2}^1 - d_{i2}|, \\ (y_{i1}^2; y_{i2}^2), & \text{если } |d_{i1}^2 - d_{i1}| > |d_{i2}^2 - d_{i2}|, \end{cases} \quad (2)$$

где d_{i1}^1 и d_{i2}^1 - расстояния от точек $(y_{i1}^1; y_{i2}^1)$ и $(y_{i1}^2; y_{i2}^2)$ до точки $(y_{s1}; y_{s2})$. В противном случае решение $(y_{i1}; y_{i2})$ единственно.

Решением проблемы высокой вычислительной сложности может быть алгоритм, использующий аппроксимации приращений координат точек на каждой итерации. При этом, если вычислительная сложность для построения аппроксимационной оценки приращений координат объектов на каждой итерации составляет $O[k]$, где $k \ll N$, то вычислительная сложность всего алгоритма может быть снижена до $O[N^2]$.

Среди существующих решений в качестве такой аппроксимации может быть рассмотрен подход, предложенный Чалмерсом в работе [5]. В этом подходе на каждой итерации для каждого корректируемого элемента формируется 2 множества. В первом из множеств содержатся элементы, наиболее близкие рассматриваемому в многомерном пространстве. Во втором множестве содержатся элементы отбираемые на каждой итерации случайным образом. Такой подход был использован для минимизации ошибки выражаемой в виде

$$\varepsilon = \sum_{i < j}^N \frac{(d_{ij} - d_{ij}^*)^2}{d_{ij}^2}, \quad (3)$$

Однако он может быть применен при минимизации ошибки Сэммона (1).

Ещё одним методом, рассматриваемым в данной работе, является модифицированный комбинированный метод снижения размерности, предложенный в работах [6,7].

Подход, положенный в основу метода состоит в использовании при снижении размерности результатов иерархической кластеризации в рамках двухэтапной процедуры следующего вида. На первом этапе для всех k кластеров самого первого уровня строится двумерное отображение центров этих кластеров. На втором этапе строится k отображений для подкластеров и объектов второго уровня. При этом для построения отображения каждого подкластера расположение координат центров кластеров самого верхнего уровня фиксируется и производится оптимизация положения на плоскости только объектов, находящихся в рассматриваемом подкластере. Процесс повторяется для третьего уровня иерархии и так далее, пока не будет построено отображения всех объектов.

Было показано [6], что в случае сбалансированного дерева кластеров высотой $L = \log_2 N$, когда в каждом кластере оказывается k элементов, выражение сложности принимает вид $O[N^{k^2}]$.

Задача снижения размерности в литографической технологии на практике реализуется коррекцией оптического эффекта близости в процессе проектирования промежуточных шаблонов с размерами элементов меньше длины волны экспонирующего излучения проекционной установки [8].

При экспонировании микроизображения с размерами, равными и меньшими предельного размера по Рэлею – Аббе, изображение претерпевает различного рода искажения. Это сужение или недоэкспонирование узкой длинной линии, сокращение и округление её концов, заплывание узких зазоров и острых углов. С этими искажениями можно бороться, создавая упреждающие компенсирующие их элементы на фотошаблоне. Один из типичных случаев на примере Т-образного и Г-образного элементов топологии [9] (рис. 1).

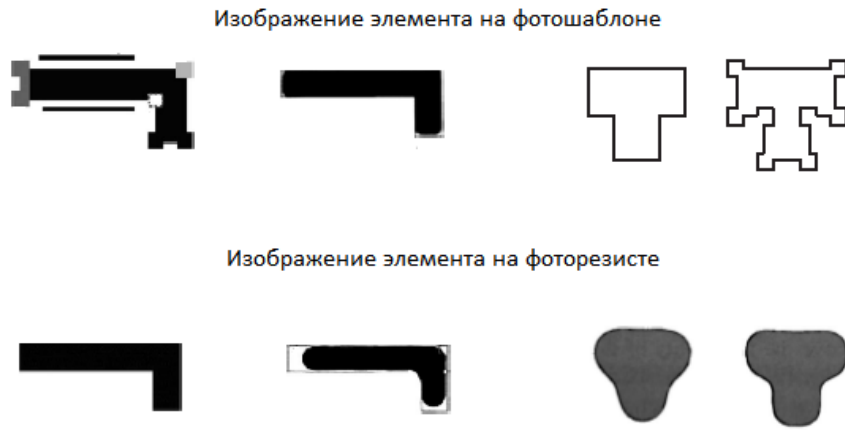


Рис. 1 Коррекция оптической близости на примере T – образного и Γ – образного элементов интегральной схемы.

Здесь используются угловые засечки для уменьшения скруглений и предотвращения укорачивания элементов рисунка, а также локальные изменения ширины линии для предотвращения её сужения. Эти элементы позволяют воспроизвести необходимую структуру микрорисунка интегральной схемы при размерах существенно меньших, чем «релеевский», вычисленный для заданной длины волны и числовой апертуры по формуле Рэлея (рис. 2).

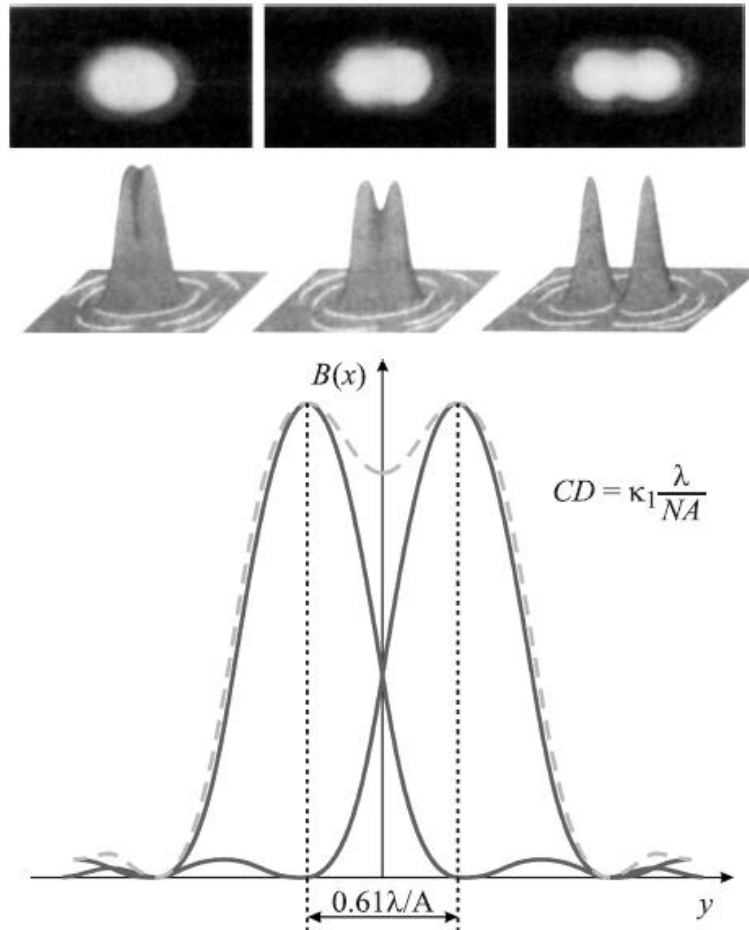


Рис.2 Изображение светящихся точек разрешимых по Рэлею – Аббе.

Иначе говоря, коррекция оптического эффекта близости заключается в проектировании топологии СБИС, которое позволит учесть деструктивное воздействие эффектов дифракции и интерференции, возникающих в проекционных системах, когда размеры элементов меньше «λ» [10] (рис. 3).

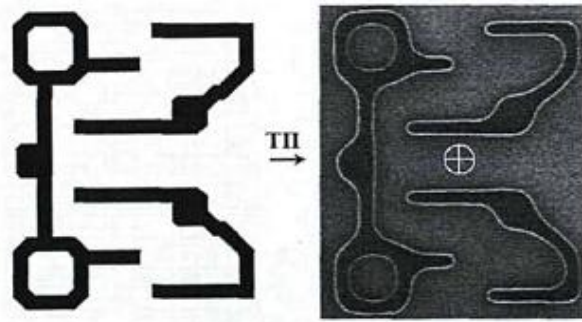


Рис. 3. Фрагмент исходной топологии и фрагмент после травления

При этом исходная топология моделируется, проводится анализ полученного контура, и в местах несоответствий вводится обратная коррекция, процесс проводится итеративно до достижения заданных параметров [11] (рис. 4).



Рис. 2. Фрагмент исходной топологии и фрагмент после травления

Введение коррекции оптического эффекта близости невозможно без точных и стабильных методов отображения коллекции изображений в двухмерное пространство.

Литература

1. Атлас цветов / Г.П. Вишняк, В.А. Жуков, Э.Г. Певзнер [и др.] – М.: Экспериментальная типография ВНИИ полиграфии, 1986.
2. Мясников, Е.В. Нейросетевые алгоритмы кластеризации отсчётов цветовых изображений / Е.В. Мясников // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ-2006). Труды научно-технической конференции с международным участием. Том 2. – Самара, 2006. – С. 118-123.
3. Фукунага, К. Введение в статистическую теорию распознавания образов /К. Фукунага - М.: Наука, 1979. - 367с.
4. Мясников Е. В. Анализ методов снижения размерности в задаче представления коллекции цифровых изображений // Компьютерная оптика - Том 32, №3. – 2008. - С. 296-301.
5. Chalmers, M. A Linear Iteration Time Layout Algorithm for Visualising High-Dimensional Data / M. Chalmers// Proc/ IEEE Visualization '96, San Francisco, 1996. –P. 127-132.
6. Мясников, Е.В. Разработка метода навигации по коллекциям цветных изображений / Труды 9-ой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы, технологии, электронные коллекции» - RCDL' 2007, г. Переславль-Залесский, Россия, 15-18 октября 2007. –С. 185-194.
7. Мясников, Е.В. Навигация по коллекции цифровых изображений на основе метода автоматической классификации / Е.В. Мясников // Интернет-Математика 2007: сборник работ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2007. – С. 144-152.
8. Родионов И.А. Методы коррекции оптических эффектов близости // Научные технологии и интеллектуальные системы 2007: Сборник трудов 9-ой Всероссийской научно-технической конференции. М. 2007. С. 174-178.
9. Сейсян Р.П. Нанолитография в микроэлектронике // Журнал технической физики. – 2011. - Т. 81, - В. 8 С.1-5.
10. Родионов И.А., Макачук В.В. Коррекция оптических эффектов близости при проектировании микросхем // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2007. №3. С. 30-32.
11. Родионов И.А. Исследование влияния параметров технологического процесса литографии на минимальные критические размеры элементов, получаемых на кремниевой пластине // Научные технологии и интеллектуальные системы 2007: Сборник трудов 9-ой Всероссийской научно-технической конференции. М. 2007. С. 219-224.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЯХ «ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ» ДЛЯ РАСЧЕТОВ НАДЕЖНОСТИ РЭА

Жаднов В.В.
Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассматриваются тенденции модификации программной реализации автоматизированных систем проектных исследований надежности радиоэлектронной аппаратуры. Показано, что одним из перспективных направлений при создании таких систем является использование технологий «облачных вычислений». Приводятся основные характеристики этих технологий и на этой основе сформулированы требования к программному обеспечению «облачных» сервисов для расчетной оценки надежности радиоэлектронной аппаратуры.

Prospects of creation of the software on technologies of «cloud computing» for calculations of reliability **REE. Zhadnov V.**

Tendencies of updating of program realization of the automated systems of design researches of reliability of radio-electronic equipment are considered. It is shown that one of the perspective directions at creation of such systems is use of technologies of «cloud computing». The main characteristics of these technologies are provided and on this basis requirements to the software of «cloudy» services for a settlement assessment of reliability of radio-electronic equipment are formulated.

Важнейшим направлением повышения эффективности информационных технологий (ИТ) является развитие уровня автоматизации процессов комплексных поставок ИТ-услуг в рамках разнообразных сервисных процедур. Происходящий в мире переход к сервисной модели доставки ИТ-услуг пользователю является прямым следствием изменения роли ИТ, которые за последнее десятилетие превратились из рядовой инфраструктурной компоненты современной технологии проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) в основной источник роста производительности инженерного труда на большинстве предприятий радиоэлектронной промышленности.

При этом суммарная потребность на ИТ-услуги в целом, в т.ч. и на расчеты надежности РЭА быстро растет и для соответствия требованиям пользователей современные программные средства должны обладать высокой эффективностью и обеспечивать высокие темпы собственной модернизации, поскольку только в этом случае расчеты надежности электронных модулей 1-го уровня смогут проводить непосредственно их разработчики (инженеры-электроники и конструкторы).

Поэтому в качестве ответа на современные запросы на ИТ-услуги возрастает интерес к программным средствам, разработанным на основе «облачных вычислений» (англ. cloud computing), включая электронное сопровождение, как самих программных средств, так и их пользователей [1].

«Облачные вычисления» как направление развития технологий нашли поддержку в государственной программе Российской Федерации [2] и в решениях Совета генеральных и главных конструкторов, ведущих ученых и специалистов в области высокотехнологичных секторов экономики [3].

«Облачная» модель распространения и поддержки программных средств (англ. Software as a Service, сокращенно SaaS) предполагает использование их в режиме удаленного доступа. Суть этой модели заключается в максимальном переносе процесса вычислений и хранения данных на сервер. При реализации модели SaaS практически все данные хранятся на сервере, основной объем вычислений проводится на сервере, а взаимодействие пользователя с программным средством осуществляется посредством обмена данными через сервер. При этом на долю рабочей станции пользователя (компьютер, планшет, смартфон и др.) остается задача обеспечения связи с сервером, отображения информации и предоставление минимальных вычислительных ресурсов (рис. 1).

Таким образом, достигается независимость предоставляемых ИТ-услуг от конкретной рабочей станции - на любом компьютере, планшете, смартфоне, мобильном телефоне и др. клиентское приложение может выглядеть одинаково, предоставлять одинаковые функциональные возможности расчетов надежности и актуальные данные о характеристиках надежности электронной компонентной базы. В этом случае (при использовании «облачных» сервисов) пользователи не оплачивают стоимость программы (или лицензии на ее использование), а оплачивают только оказание ИТ-услуги.

Технически программное средство устанавливается на серверах разработчика или хостинг-провайдера. Серверная часть может быть размещена как на выделенном компьютере, так и в «облачной» серверной архитектуре.

При этом доступ к серверной части обеспечивается удаленно, по телекоммуникационным каналам связи, в т.ч. через Интернет посредством клиентского приложения или стандартного браузера.

Помимо этого следует отметить и следующие факторы, оказывающие влияние на продвижение технологий «облачных» вычислений в целом:

- высокоскоростной (широкополосный) доступ к глобальной сети Интернет стал массовым;
- круг производителей информации и программного обеспечения резко расширился;
- массовым стал рынок информационно-коммуникационных технологий;

- сформировались общепринятые стандарты сетевых технологий;
- средства разработки группируются в стандартные инструментальные стеки;
- расширяется производство планшетов, смартфонов, мобильных телефонов, ноутбуков и др. устройств с сетевыми интерфейсами.



Рис. 1. Перенос вычислительных ресурсов в Интернет

Экономическая модель сервиса может быть построена на различных принципах, например оплата ИТ-услуг; оплата ограниченной по времени подписки на использование ИТ-услуг; бесплатный сервис с интегрированным в интерфейс пользователя рекламными блоками и др. Поэтому в настоящее время в области ИТ-услуг наблюдается тенденция к коммодитизации (англ. - commoditization), в основе которой лежит автоматизация управления ИТ-системами (англ. - utility computing), под которой понимается предоставление вычислительных и иных ресурсов как измеряемых услуг.

Такие технологии как кластеризация, грид-вычисления [4], виртуализация позволяют предоставить доступ к мощным вычислительным ресурсам в виртуализированном виде (рис. 2), агрегируя имеющиеся ресурсы и всю вычислительную мощность в единой точке доступа к ним.

При этом собственно «облачные» вычисления, базирующиеся на данных технологиях, расширяют понятие коммодитизации и определяются следующими основными характеристиками:

- сервис самообслуживания по запросу пользователя. Пользователь может самостоятельно обеспечивать себя вычислительными возможностями (средствами и ресурсами), такими как серверное время и сетевые хранилища, по мере необходимости запрашивая их у сервис-провайдера в одностороннем автоматическом режиме, без необходимости взаимодействия с персоналом, представляющим сервис-провайдера.

- свободный сетевой доступ. Запрашиваемые сервисы доступны по сети через стандартные механизмы, поддерживающие использование гетерогенных платформ «тонких» и «толстых» клиентов (например, планшетов, смартфонов, мобильных телефонов, ноутбуков и др.).

- пул ресурсов. Вычислительные ресурсы сервис-провайдера услуг организованы в виде пула для обслуживания различных пользователей в модели множественной аренды с возможностью динамического назначения и переназначения различных физических и виртуальных ресурсов в соответствии с потребностями пользователей. Особое значение имеет независимость размещения ресурсов, при котором пользователь, в общем случае, не знает и не контролирует точное местоположение предоставляемых ресурсов, но может специфицировать их расположение на более высоком уровне абстракции (например, страна, субъект федерации или конкретный центр обработки данных). Примерами таких ресурсов являются системы хранения, вычислительные возможности, память, пропускная способность сети, виртуальные машины.

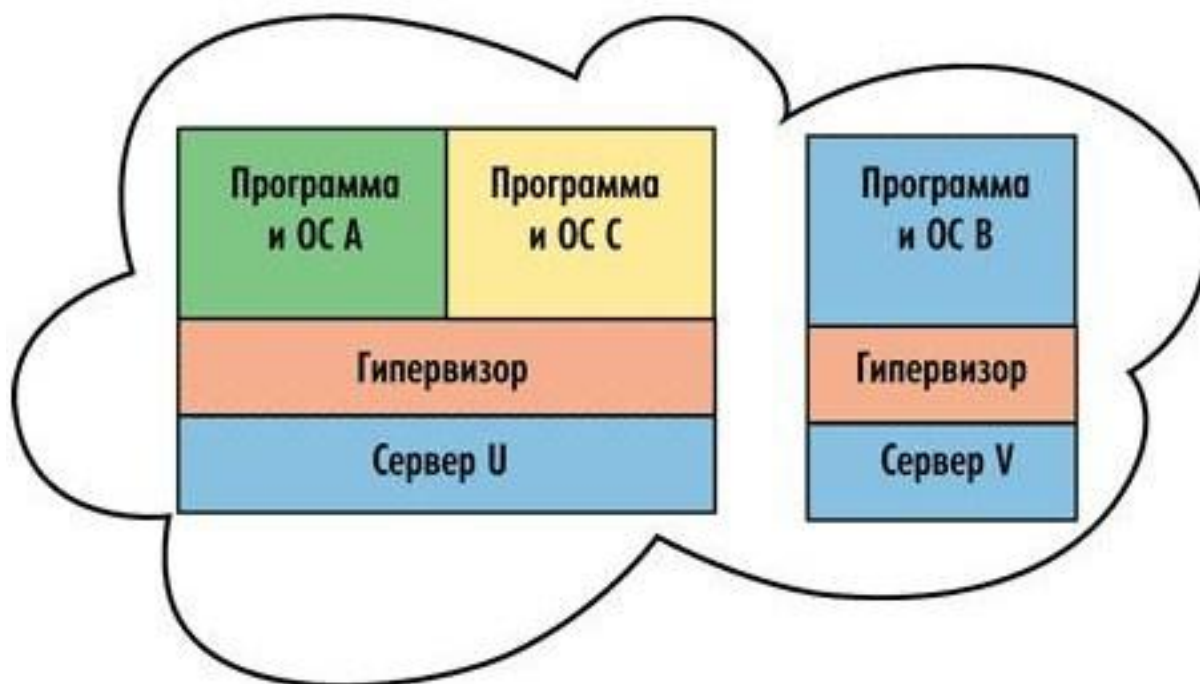


Рис. 2. Виртуализация и использование ресурсов

- высокая эластичность. Вычислительные возможности могут быть предоставлены быстро и в необходимом объеме из доступного объема ресурсов. Для пользователя эти ресурсы часто предоставляются, как доступные в «неограниченном» объеме и могут быть получены в любой момент времени в требуемом количестве.

- измеримый сервис. «Облачные» сервисы автоматически контролируют и оптимизируют использование ресурса, измеряя его на определенном уровне абстракции, соответствующем типу использующего его сервиса для конечного пользователя (например, объема хранения данных, вычислительной мощности, полосы пропускания, активных учетных записей пользователей и др.). Использование ресурсов может подвергаться мониторингу, быть контролируемым и сопровождаться отчетностью, обеспечивая прозрачность потребления, как для сервис-провайдера, так и для конечного пользователя [5].

Таким образом, исходя из вышеизложенного, можно сформулировать следующие общие требования к программному обеспечению для расчетной оценки надежности РЭА, основанному на технологиях «облачных вычислений»:

- Программное обеспечение должно быть рассчитано на использование любой целевой аудиторией (любой сегмент рынка - частные пользователи (в т.ч. студенты, обучающиеся по специальностям, связанным с проектированием РЭА), малый и средний бизнес, крупные предприятия-разработчики РЭА; коммерческие или государственные организации (в т.ч. вузы); внутренний и внешний рынок).
- Бизнес-модель продажи и использования программного обеспечения должна позволять управление пользователями разработчиком (или хостинг-провайдером) и предоставление пользователям доступа к программному обеспечению удалённо по телекоммуникационным каналам, т.е. реализацию «облачной» модели поддержки и распространения программного обеспечения как ИТ-услуги - использование технологий «облачных» вычислений и обеспечение доступа пользователя к сервису посредством сети Интернет.
- Программное обеспечение должно предусматривать возможность доступа к сервису потенциально неограниченного количества пользователей.
- Программное обеспечение должно предусматривать широкие возможности по адаптации к требованиям пользователей, в первую очередь в части номенклатуры электронных компонентов, содержащихся в базе данных.
- Программное обеспечение должно обеспечивать следующие возможности:
 - осуществлять доступ к сервису с рабочих станций конечных пользователей через браузер (WEB-доступ) или через «тонкого» клиента;
 - поддерживать наиболее популярные браузеры (Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Google Chrome и др.);

- обеспечивать кросс-платформенность, т.е. работу в разных операционных системах, с разными СУБД и на аппаратных платформах разных производителей.
- работать на мобильных (в т.ч. планшетных) устройствах.
- Программное обеспечение должно быть документированным, простым в освоении, дружелюбным, эргономичным, что позволит снизить стоимость внедрения и обучения инженеров-пользователей, не имеющих глубоких знаний в теории надежности и программировании.
- Программное обеспечение должно поддерживать сервисную модель:
 - содержать функциональности развертывания сервиса и администрирования пользователей;
 - включать механизмы тарификации условий работы пользователей и проведения биллинга в соответствии с выбранным пользователем условиями и потребленными ресурсами;
 - обеспечивать удобные механизмы обращения в службу технической поддержки сервиса непосредственно с рабочей станции пользователя.
- Программное обеспечение должно быть разработано с использованием современных технологических платформ и распространенных инструментальных средств.
- Технология разработки программного обеспечения должна обеспечивать масштабируемость, т.е. увеличение числа пользователей не должно сопровождаться линейным ростом требовательности сервиса к аппаратным ресурсам.
- Технология разработки программного обеспечения должна обеспечивать возможность независимого масштабирования каждой составляющей сервиса (баз данных, сервера приложений и т.д.).
- Жизненный цикл программного обеспечения должен поддерживать сервисную модель, в том числе:
 - обеспечивать гарантированные сроки исправления ошибок и реакции на запросы пользователей;
 - поддерживать режим обновления программного обеспечения без остановки работы пользователей.
- Программное обеспечение должно быть реализовано в рамках технологии SaaS.
- Программное обеспечение должно содержать широкий набор инструментов, обеспечивающих непрерывность доступа пользователей, а также конфиденциальность и сохранность их данных, а именно:
 - поддержка шифрования передаваемых данных (SSL);
 - шифрование паролей;
 - механизмы поддержки использования составных (одноразовых) паролей для авторизации на сервисе;
 - система мониторинга (встроенная или поддержка сторонней), которая контролирует доступность сервиса, его работоспособность, осуществляет регистрацию сетевых атак, активную реакцию на типовые атаки, ведет журнал всех критически важных событий;
 - контроль целостности сервиса;
 - различные политики безопасности для разных групп пользователей.
- Программное обеспечение должно предоставлять конечным пользователям следующие возможности:
 - возможность внедрить новый функционал без привлечения разработчиков и увеличения ресурсов оборудования;
 - возможность запуска сервиса за минимальное время (от нескольких часов до 1-2 дней);
 - возможность предоставления бесплатного временного режима для ознакомления с возможностями сервиса (например, trial-версия).
- «Облачный» сервис должен быть реализован для максимально широкого круга потенциально заинтересованных пользователей, что обеспечит его востребованность на рынках стран СНГ, ближнего и дальнего зарубежья.

В перспективе использование «облачной» модели программного обеспечения для расчетной оценки надежности РЭА позволит:

- увеличить эффективность работы предприятий радиоэлектронной промышленности за счет технологического упрощения автоматизации рабочих мест и процессов проектной оценки надежности РЭА;
- повысить доступность программного обеспечения для малых предприятий-разработчиков высоконадежной РЭА для нужд оборонной, атомной, медицинской и др. отраслей промышленности.
- повысить конкурентоспособность программного обеспечения расчетов надежности и, как следствие, увеличить как технический уровень отечественных образцов РЭА, так и уровень сервиса, предоставляемый разработчиками.
- упростить механизмы и процедуры обновления программного обеспечения при появлении новых типов электронных компонентов и, тем самым, обеспечить воспроизводимость и достоверность расчетной оценки надежности РЭА;
- увеличить в целом эффективность внедрения информационных технологий на предприятиях радиоэлектронной промышленности.

В заключении следует отметить, что разработка и внедрение программного обеспечения, основанного на «облачной» модели - это перспективное и молодое направление. При этом разработка требует решения широкого спектра нетривиальных технологических и организационных задач. Наиболее острые научно-технические задачи, стоящие перед разработчиками - это обеспечение безопасности и сохранности данных (показатели надежности РЭА зачастую составляют коммерческую тайну), обеспечение высокого качества и скорости работы приложений (ограничения пропускной способности каналов связи) и многое-многое другое.

Тем не менее, определенные шаги в этом направлении делаются. Так, например, система RAM Commander (A.L.D. Group) и система расчета показателей надежности ЭМ (МИЭМ НИУ ВШЭ) реализованы в клиент-серверной архитектуре, кроме того, в состав интернет-версии последней входят система администрирования пользователей, биллинговая система и др. [6].

Литература

1. Риз Д. Облачные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 288 с.
2. Распоряжение Правительства РФ от 20 октября 2010 г. № 1815-р «Государственная программа Российской Федерации «Информационное общество (2011-2020 годы)».
3. Протокол № 4 от 1 июля 2011 г. «Решение Совета генеральных и главных конструкторов, ведущих ученых и специалистов в области высокотехнологичных секторов экономики под председательством Заместителя Председателя Правительства РФ С.Б. Иванова».
4. Деревянко А.С., Солощук М.Н. Технологии и средства консолидации информации: Учебное пособие. - Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. - 432 с.
5. Фингар П. Dot. Cloud: облачные вычисления - бизнес-платформа XXI века. - М.: Акваринная Книга, 2011. - 256 с.
6. Жаднов В.В., Кофанов Ю.Н., Малютин Н.В. Автоматизация проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры: Научное издание. - М.: Радио и связь, 2003. - 156 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ КОМБИНАЦИЙ ГАУССОВЫХ ВРЕМЕННЫХ ФУНКЦИЙ

Семин В.Г.

Москва, НИУ МИЭМ ВШЭ

В работе приведены результаты моделирования линейных комбинаций Гауссовых временных функций, отличающихся временным положением и значением максимумов, а также количеством компонент. Подобные суперпозиции могут быть образованы различными функциями времени, например, экспонентами, функциями Лоренца и часто встречаются в научных и прикладных исследованиях в различных областях физики и химии. Задача оценки истинных значений параметров отдельных функций по значениям результирующей линейной комбинации отдельных функций, при отсутствии априорной информации о количестве компонент, образующих линейную комбинацию, представляет практический интерес.

Modelling of linear combinations of gaussian time function. Semin V.

Results of modeling linear combinations of Gaussian time functions are given in work, differing by time situation and value of maxima, and also quantity a component. Similar superposition can be formed by various functions of time, for example, exhibitors, Lorentz's functions and often meet in scientific and applied researches in physics and chemistry areas. The problem of an assessment of true values parameters of separate functions of values of a resultant linear combination of separate functions, in the absence of aprioristic information on quantity a component, forming a linear combination, represents practical interest.

Предлагаемое решение исследуемой задачи позволяет получить оценки временных параметров отдельных компонент линейных комбинаций по значениям их результирующей реализации. Предельный случай, когда процесс оценки становится невозможным, имеет место при полном совпадении параметров, характеризующих временное положение максимумов однотипных функций, а также при отсутствии априорной информации о количестве функций образующих суперпозицию. Например, линейная комбинация двух одинаковых гауссовых функций представляет собой гауссову функцию с удвоенной амплитудой. По мере разнесения по временной координате максимумов этих функций их линейная комбинация деформируется и превращается в ассиметричный пик, затем в комбинацию с наличием точки перегиба и, наконец, в двумодальную кривую времени с наличием двух максимумов. Оценка истинных значений параметров отдельных функций, таких как: амплитуда и ее временная координата, площадь, полуширина на уровне 0.775 амплитуды, в зависимости от степени разнесения по времени, связана с погрешностью вычислений, которая для различных методов может изменяться в диапазоне от 10 до 70%.

Отличительная особенность разработанного метода заключается в возможности вычислений истинных (неискаженных) значений искомых параметров функций по значениям результирующей линейной комбинации при отсутствии априорной информации о количестве функций, входящих в суперпозицию. Идея метода вычислений основана на выявлении в результирующей кривой фрагментов неискаженных значений искомых параметров однотипных функций.

В качестве модели многокомпонентного сигнала используется линейная комбинация из четырех Гауссовых временных функций с произвольными параметрами отдельных компонент, входящих в суперпозицию. Известно, что исследуемая функция зависит от трех параметров: времени, временного положения амплитуды и полуширины кривой на уровне 0,775 амплитуды (в вероятностной интерпретации этот параметр характеризует величину среднеквадратического отклонения нормального распределения).

Пусть отдельный компонент описывается гауссовым временным импульсом вида

$$y(t) = Ae^{-\frac{(t-t_M)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где t – текущее время; A , t_M , σ – соответственно амплитуда, временное положение максимума и полуширина пика.

Продифференцируем по времени выражение (1), в результате дальнейших последовательных преобразований (1) получим условие вида

$$\frac{y'(t_1)\sigma^2}{(t_M-t_1)y(t_1)} = 1. \quad (2)$$

Так как условие (2) выполняется для всех значений интервала определения (1), что позволяет определить систему

$$\left. \begin{aligned} \sigma^2 &= C_1(t_M - t_1), \\ \sigma^2 &= C_2(t_M - t_2). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Где $t_2 > t_1$, $C_1 = y(t_1)/y'(t_1)$, $C_2 = y(t_2)/y'(t_2)$.

Из системы следует, что

$$t_M = \frac{C_1(t_1) - C_2(t_2)}{C_1 + C_2}. \quad (4)$$

Для определения гауссовой функции необходимо составить систему уравнений, исходя из двух последовательных значений ординат решетки, элементами которой являются табличные значения аналитической функции в точке t_1 и t_2 вычислить соответствующие производные $y'(t_1)$ и $y'(t_2)$. Таким образом, условие (2) является критерием определения возможного существования на результирующей кривой участков, принадлежащих неискаженным значениям отдельных функций, входящих в линейную комбинацию. На первом шаге алгоритма по результатам вычислений двух последовательных производных рассчитывается параметр t_M и проверяется система (3). Выражение (4) позволяет вычислить остальные параметры (1). На втором шаге вычисляется гауссова функция с параметрами, полученными на предыдущем шаге. На третьем шаге из результирующей кривой вычитаются значения гауссовой функции, вычисленной на шаге 2.

Далее в указанной последовательности шагов производятся аналогичные операции для всех функций, образующих линейную комбинацию.

На рисунках 1- 5 приведены результаты моделирования и анализа линейной комбинации, образованной четырьмя Гауссовыми функциями.

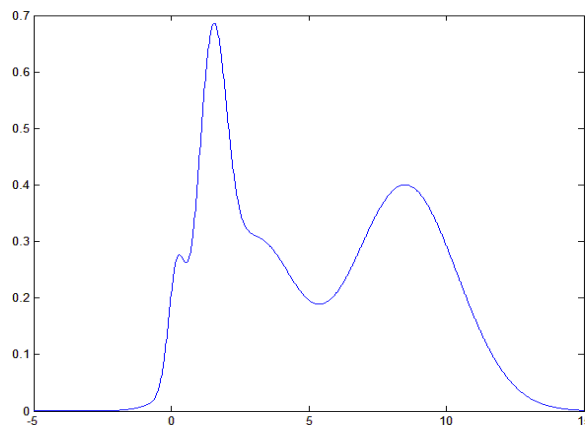


Рис. 1. Пример линейной комбинации из четырех Гауссовых функций.

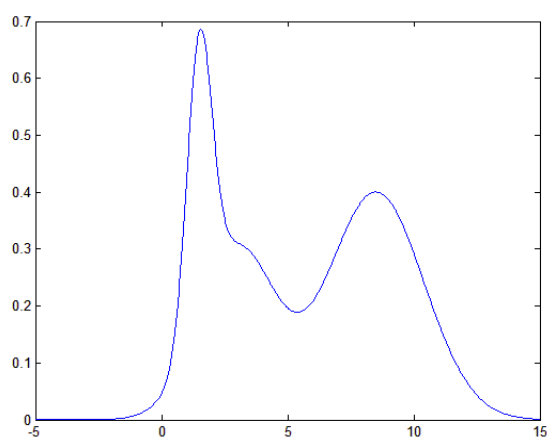


Рис. 2. Результат вычитания из линейной комбинации первой выделенной функции.

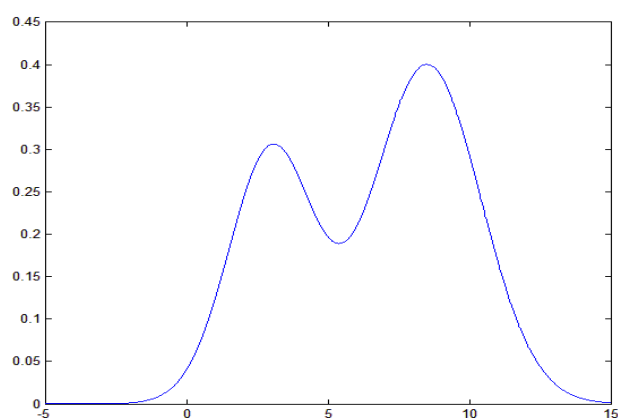


Рис. 3. Результат вычитания второй выделенной функции.

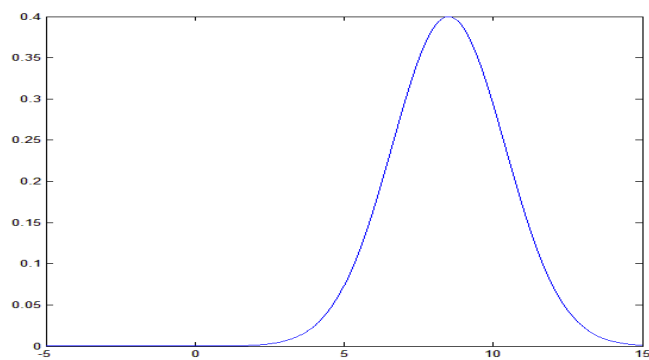


Рис. 4. Результат вычитания третьей выделенной функции.

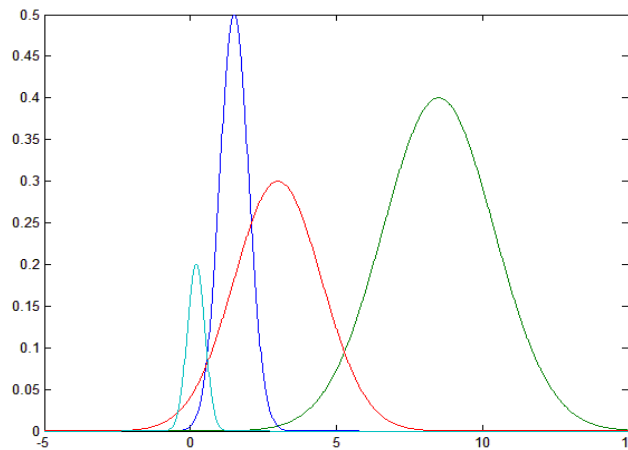


Рис. 5. Искомые Гауссовы временные функции, составляющие линейную комбинацию, представленную на рис. 1.

Анализ результатов численного моделирования разработанного метода на модельных комбинациях, учитывающих различные степени наложения и соотношение параметров отдельных компонент показал, что относительная погрешность вычисления искомых параметров находится в пределах 1-5%.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ОТДЕЛЬНО УСТАНОВЛЕННОГО ЭРИ ПРИ КОНДУКТИВНО-ЛУЧИСТОМ ТЕПЛООБМЕНЕ В РЭА

Кравцов П.А., Воловиков В.В.
Москва, МИЭМ

Приведены результаты и алгоритм определения зоны локального влияния отдельно установленных ЭРИ в условиях кондуктивно-лучистого теплообмена в РЭА. Результаты работы будут использованы для исследования тепловых режимов ЭРИ на начальных этапах проектирования конструкции РЭА в условиях отсутствия информации о компоновке печатных узлов.

Researching of ambient-temperature effects on a separately installed component of PCB at conductive-radiative heat transfer into electronic appliances. Kravtsov P., Volovikov V.

Results and an algorithm of determine the local area influence of a separately installed component at conductive-radiative heat transfer into electronic appliances. Results will be used to investigate the thermal conditions of PCB components at the initial stages of designing the construction of electronic appliances in the absence of information about the layout of PSB.

В данной работе исследовалось, как температура отдельно установленного на печатной плате ЭРИ зависит от температуры окружающих объектов. Исследование проводилось в рамках решения задачи по предсказанию тепловых режимов работы ЭРИ на ранних стадиях проектирования РЭА космических аппаратов, когда разработчику необходимо определять температуру электрорадиоизделий не имея данных об их размещении на поверхности печатной платы.

Экспериментальный образец представляет собой резистор CF-50 (С1-4) 0,5 Вт, одиночно установленный на печатной плате. Резистор крепится к плате на выводах, другие крепления (клей, хомуты и т.п.) отсутствуют. В работе принято допущение, что резистор полностью изготовлен из материала «Сплав алюминия: 1350 сплав» (обозначение в библиотеке материалов SolidWorks) с теплопроводностью 230 Вт/(м*К). Материал печатной платы – «Пластик: Нейлон 6/10», имеющий теплопроводность 0,53 Вт/(м*К). Степень черноты поверхности платы и резистора 0,8. Окружающие объекты над платой и под платой имеют различную температуры, которая изменяется в диапазоне от -50 до $+150$ °С ($223,15 \div 423,15$ К).

В вычислительном эксперименте использовалась конечноэлементная модель, в которой были заданы следующие граничные условия (термические нагрузки):

- мощность тепловыделения резистора 0,5 Вт равномерно распределена по поверхности (исключая выводы);
- излучение с нижней грани платы на окружающие объекты под платой с коэффициентом облученности 1;

– излучение между резистором, выводами резистора, верхней гранью платы и окружающими объектами над платой с вычисляемым коэффициентом облученности.

Перед проведением вычислительного эксперимента путем серии расчётов были определены параметры сетки таким образом, чтобы решение было сеточно-независимым.

На первом этапе проводилось 2 серии экспериментов по определению размеров печатной платы, которые бы соответствовали области местного влияния резистора при фиксированной теплопроводности платы. Далее были проведены непосредственные вычисления, позволившие построить зависимость температуры резистора от температур окружающих объектов сверху и снизу платы.

Температура объекта исследования контролировалась в нескольких точках с помощью следующих виртуальных датчиков:

- датчик, фиксирующий максимальную температуру корпуса резистора;
- датчик, фиксирующий температуру в области контакта выводов резистора с платой;
- датчик, фиксирующий минимальную температуру платы.

Результаты первого этапа расчётов показали, что для данного экспериментального образца температура резистора перестает измеряться примерно площади платы около 5000 мм². Поэтому для дальнейших исследований использовалась плата размерами 70x70 мм. Размеры зоны местного влияния резистора данного типа достаточно велики. Это означает, что в реальной РЭА на его тепловой режим будут оказывать влияние ЭРИ, попадающие внутрь этой зоны.

Анализ результатов второго этапа расчётов показал, что:

- минимальное значение температуры платы может отличаться от среднего значения температуры окружающих объектов над платой и под платой. Это обусловлено разницей в коэффициентах лучистого теплообмена, которые являются функцией от температуры как источника, так и «приемника» тепла;
- разница между максимальной температурой резистора и местом контакта платы и ножки резистора составляет $6,413 \div 9,331$.
- разница между температурой резистора и средней температурой пластины с той же мощностью тепловыделения $141,192 \div 232,282$.
- корреляция распределения температуры в объекте исследования при различных температурах окружающих объектов не менее 0,996304.

Данная работа позволила выработать алгоритм исследования тепловых режимов ЭРИ в условиях отсутствия информации о компоновке печатных узлов, а так же определиться с основными влияющими параметрами. В дальнейшем предполагается развить данный алгоритм в части учета влияния таких параметров, как: теплопроводности платы; способ закрепления ЭРИ; тип корпуса ЭРИ; наличие соседних ЭРИ, зоны местного влияния которых пересекаются. Так же предполагается исследовать возможность применения принципа подобия для анализа ЭРИ с похожими геометрическими и теплофизическими параметрами корпусов.

Симпозиум 3
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ CUDA ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СКОРОСТИ КОДИРОВАНИЯ ТВ-СИГНАЛОВ

Аmineв Д.А., Малкин Д.Е., Увайсов С.У.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассматривается проблема повышения качества и скорости кодирования кодирования ТВ-сигналов. Приводится структурная схема архитектуры CUDA. Представлены результаты тестирования архитектуры относительно производительности.

Usage of multiprocessor module CUDA for increasing of quality and speed of TV signals encoding.
Aminev D.A., Malkin D.E., Uvaysov S.U.

Issue of TV signals encoding speed increasing is studied. Structure chart of CUDA is shown. Testing results of encoders relate with performance is given.

В телекоммуникационных, телевизионных, графических системах и системах дистанционного зондирования возникает необходимость кодирования видеопотоков [1, 2]. В настоящее время наиболее распространенным стандарт является H.264 [3].

В настоящее время кодирование ТВ-сигналов по стандарту H.264 реализуется программным путем, что требует значительных затрат процессорного времени. Однако технология вычислений на основе графических процессоров CUDA (Compute Unified Device Architecture) позволяет снять часть нагрузки с центрального процессора для высокопроизводительной обработки массивов данных больших объемов.

Технология CUDA реализуется на графических ускорителях начиная с GeForce восьмого поколения (GeForce 8 Series, GeForce 9 Series, GeForce 200 Series), а также Nvidia Quadro и Tesla компании Nvidia [4].

CUDA даёт возможность организовывать доступ к набору инструкций и памяти графического ускорителя, используя его для сложных параллельных вычислений. Графический ускоритель, поддерживающий технологию CUDA, имеет программируемую открытую архитектуру, по возможностям приближающуюся к современным центральным процессорам.

В графическом ускорителе используется grid-модель памяти, кластерное моделирование потоков и SIMD-инструкции. Эта технология применяется при высокопроизводительных графических вычислениях и разработке графического API, совместимого с NVIDIA.

Общая структурная схема взаимодействия центрального двухъядерного процессора (Host) и графического процессора (Device) по технологии CUDA представлена на рис.1.

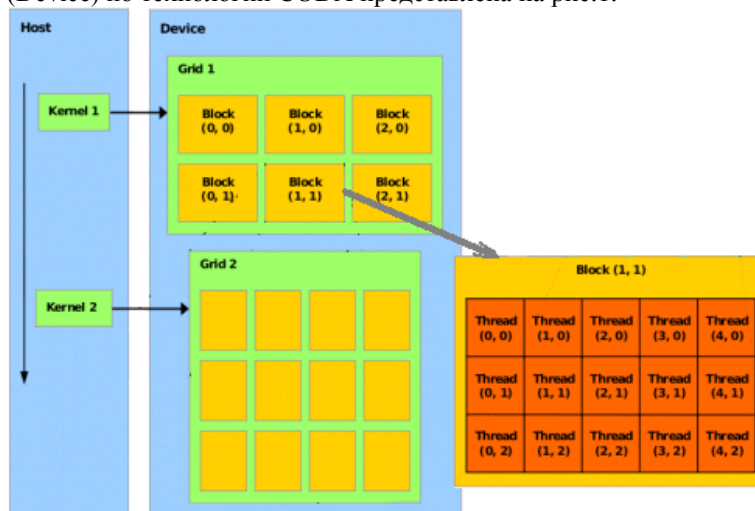


Рис.1. Структурная схема взаимодействия центрального двухъядерного и графического процессоров по технологии CUDA.

Графический процессор (Device) является многоядерным (число ядер может быть до нескольких сотен). В показанном примере этот процессор состоит из двух гридов (Grid 1 и Grid 2), содержащих несколько блоков (Block), которые, в свою очередь, содержат определенное количество тредов (Thread). Здесь:

- тред – наименьший элемент, выполняющий инструкцию;
- блок – объединение нескольких тредов;
- грид – объединение нескольких блоков;

ядро (Kernel) – приложение или программа, выполняемые графическим процессором.

Устройство обладает общей памятью порядка 1 Гбайт и более, доступной всем блокам, а также разделяемой памятью от 16 Кбайт на каждый блок, за счет которой можно повысить быстродействие программы, поскольку использование разделяемой памяти уменьшает число конкурентных запросов к общей памяти.

Устройства с CUDA классифицируются по версиям «вычислительных возможностей» (compute capability). Compute capability v 2.1 – максимальная из возможных [4].

Самые последние аппаратные решения из серии Quadro и Tesla позволяют достигать максимального быстродействия с использованием CUDA.

Технология CUDA имеет некоторые недостатки. Во-первых, ее поддерживает и развивает только производитель NVidia. Во-вторых, все функции, выполняемые на устройстве, не поддерживают рекурсии и имеют некоторые другие ограничения.

Одной из задач обработки, которую можно решать с использованием платы CUDA, является реализация кодера сжатия по стандарту H.264 для телевидения высокой четкости (1920×1080 пикселей), когда скорость цифрового потока по интерфейсу 3Gb SDI от источника видеoinформации (камеры ТВЧ) достигает значения 3 Гбит/с.

Представляется, что ускорение обработки, достигаемое с помощью платы CUDA, позволит реализовать кодер H.264 для ТВЧ в реальном времени. Предлагается следующая структурная схема вычислительной системы на основе архитектуры CUDA (рис. 2).

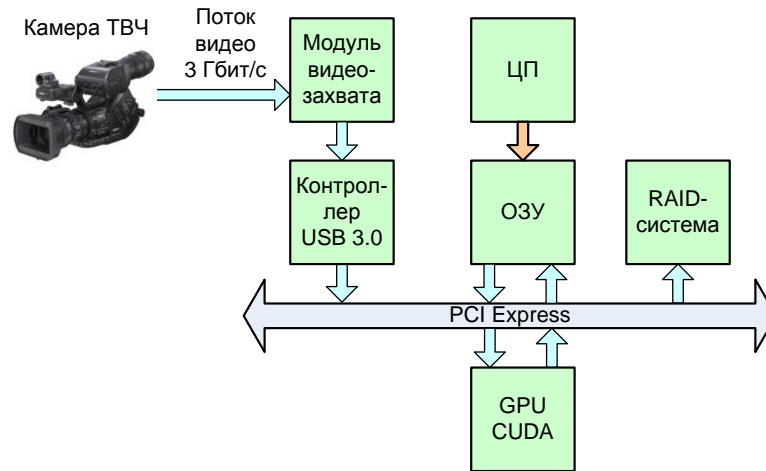


Рис.2. Структурная схема архитектуры CUDA

Здесь входной поток видео от камеры ТВЧ поступает в оперативную память компьютера (ОЗУ) через модуль видеозахвата и контроллер USB 3.0. Затем этот поток кодируется в модуле GPU CUDA и записывается на RAID-систему [5]. При этом в процессе кодирования ресурсы центрального процессора не задействованы.

Кодирование проводилось с использованием кодека cudaH264enc в составе продукта Mediacoder, разработанного корейским ученым Huang Yi-chun Stanley [6]. Альтернативным кодеком на основе центрального процессора (ЦП) был выбран x264 [7], распространяемый по лицензии GNU GPL [8].

В проводимых тестах скорости потока несжатого видео составляли менее 3 Гбит/с ввиду отсутствия ТВЧ камеры. Однако это не повлияло на оценку сравнения характеристик кодеков.

При тестировании формат исходного видео – mpeg2 с параметрами 720x576p25; формат результирующего видео – H.264 с параметрами 720x576p25. Результаты тестирования двух кодеков приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты тестирования.

Кодек	Параметры кодирования	Средняя скорость кодирования, fps	Загрузка ЦП, %	Метрика SSIM, среднее значение по всем кадрам	Размер закодированного файла, Байт
x264	Заданные по умолчанию	645,0	47	0,50171	431 160 699
	Заданные по умолчанию с включенным no-deblock	730,0	44	0,49848	431 429 438
cudaH264enc	Заданные по умолчанию	144,6	93	0,50252	453 559 160
	Заданные по умолчанию с включенным no-deblock	145,4	93	0,49751	453 553 834

Из таблицы видно, что скорость кодирования с применением кодека cudaH264enc примерно в 5 раз больше скорости кодирования кодека X264, при этом загрузка центрального процессора составляет не более

50%. Метрика SSIM показывает незначительной разницу между качествами изображения для обоих кодеков. Размер закодированного файла показывает небольшую разницу в эффективности сжатия.

Тестирование проводилось на компьютере со следующей конфигурацией: процессор Intel Core i7-2600 CPU @ 3.4 GHz, видеокарта Nvidia GeForce GTX 560 Ti, операционная система Windows 7 x64.

Кодер x264 на основе центрального процессора также может обрабатывать видео с большей скоростью, однако при этом эффективность сжатия и качество изображения значительно снижаются.

Таким образом, реализация процесса кодирования ТВ-сигналов по стандарту H.264 на основе мультипроцессорного модуля CUDA дает значительный выигрыш в скорости кодирования при незначительной загрузке центрального процессора. Такую систему можно реализовать на основе рядового ноутбука с графическим процессором nvidia.

Литература

1. Серов А.В. Эфирное цифровое телевидение DVB-T/H. // Санкт-Петербург «БХВ-Петербург», 2010. – 464 с.
2. Аминев Д.А., Увайсов С.У. Анализ протоколов для передачи высокоскоростных потоков данных в межмодульных сетевых соединениях // VI международная научно-практическая конференция «Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве». - Протвино. -2-6 июля 2012. - С. 198–201.
3. ISO/IEC 14496-10 – стандарт H.264 / AVC / MPEG-4 Part 10.
4. www.nvidia.ru – компания Nvidia – разработчик и производитель графических процессоров.
5. Аминев Д.А. Дисковые подсистемы: достижение максимальной скорости при наименьшем количестве дисков.// Цифровая обработка сигналов. - Москва. – 2008. - № 4, - С. 57–59.
6. mediacoderhq.com – универсальный медиа транскодер.
7. <http://www.videolan.org/developers/x264.html> - x264 - кодер H.264 / AVC
8. www.gnu.org/licenses/gpl.html – GNU GENERAL PUBLIC LICENSE.

УДК 519.24.001:512,643,5

АРХИТЕКТУРА ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ СИСТЕМ АВИОНИКИ

Авакян А.А.

ОАО «НИИ Авиационного Оборудования», г. Жуковский

Рассмотрены недостатки систем авионики, построенных по архитектуре «федерация блоков LRU связанных между собой посредством сложного интерфейса». Приведены оценки затрат на техническую эксплуатацию таких систем. Показаны преимущества систем авионики, подсистемы которых построены на платформах ИМА, взаимно независимы и связаны между собой только своими входами и выходами. Рассмотрены архитектура и принципы синтеза таких систем. Приведена архитектура унифицированной отказоустойчивой платформы ИМА, разработанная автором.

Fault-Tolerant Avionics System Architecture. Avakyan A. A.

The paper considers the disadvantages of avionics systems, which are built with the use of the LRU federation architecture for LRUs connected with a complex interface. It gives the estimates of maintenance costs for such systems. It shows the advantages of avionics systems, whose subsystems are built on IMA platforms, are independent and connected together only with inputs and outputs. The architecture and the synthesis concepts are considered for such systems. The architecture of an unified fault-tolerant IMA platform developed by the author is given.

Целью синтеза отказоустойчивых систем авионики является создание авионики, способной автоматизировать важнейшие процессы летательных аппаратов, удовлетворяющей требованиям норм летной годности и регулярности полетов, всем стандартам на авионику и обеспечивающих минимальные затраты на её техническую эксплуатацию.

Техническая эксплуатация авионики включает следующие основные затраты:

- На закупку обменных фондов блоков, допускающих замену в условиях эксплуатации (LRU) на основных и промежуточных аэродромах;
- На оснастку пунктов хранения и контроля состояния обменных фондов LRU;
- На ремонт блоков LRU;
- На оснастку пунктов ремонта LRU;
- На содержание персонала технической эксплуатации авионики.

Работы по оценке затрат на техническую эксплуатацию комплексов бортового оборудования, для которых типична федеративная архитектура блоков LRU, выполненных в ОАО «НИИ АО» [5, 6] показала, что

среднегодовые затраты на эксплуатацию авионики соизмеримы среднегодовым затратам на их закупку, а в перспективных разработках, где число блоков LRU достигает 100 и более, превышение затрат на техническую эксплуатацию над затратами на их закупку достигает пяти семи раз.

В [2] приведены данные по затратам на техобслуживание самолетов малой/средней дальности (150 пассажиров), которые составляют ~750 долларов США за час полета. При сроке службы самолетов такого типа двадцать пять лет и среднем ежегодном налете 27000 летных часов затраты на техническую эксплуатацию составляют 51 млн. долларов США, что соответствует покупной цене самолета.

Таким образом данные по затратам на техническую эксплуатацию самолетов по отношению к их стоимости имеют такое же соотношения, что и данные по оценке затрат на техническую эксплуатацию авионики разрабатываемых и эксплуатируемых отечественных самолетов.

Расчеты показали, что основные затраты на техническую эксплуатацию составляют затраты на закупку обменных фондов и на ремонт блоков. Следовательно, работы по снижению затрат на техническую эксплуатацию авионики должны быть направлены на:

- Снижение стоимости аппаратуры авионики;
- Уменьшение объема и снижение стоимости обменных фондов;
- Снижение стоимости ремонта аппаратуры авионики.

Исследования, проведенные в ОАО «НИИ авиационного оборудования» [4, 5, 6] показали, что современная элементная база электроники позволяет интегрировать множество взаимосвязанных функций, с помощью аппаратных и программных приложений, на одной высокопроизводительной интерфейсно вычислительной платформе. Архитектура комплексов авионики состоящей из независимых, но взаимосвязанных, в терминологии принятой в этих работах, функциональных платформах (интерфейсно вычислительных платформах с аппаратными и программными приложениями) в отличии от традиционных архитектур, представляющих собой множественную федерацию из блоков LRU, связанных между собой сложным интерфейсом, имеет следующие преимущества:

- Аппаратура комплексов более компактна за счет интеграции множества взаимосвязанных функций на одной интерфейсно вычислительной платформе;
- За счет аппаратной и функциональной независимости процесс проектирования более эффективен;
- Комплексы авионики имеют более высокие эксплуатационные характеристики (упрощается мониторинг технического состояния и восстановление работоспособности при отказах и сбоях);
- В интерфейсно вычислительных платформах удастся реализовать унификацию и управляемую избыточность, позволяющую автоматизировать процесс восстановления платформы в межремонтный период и резко снизить затраты на ремонт платформ при проведении планово профилактических работ.

Эти преимущества позволяют снизить стоимость аппаратуры авионики при сохранении её необходимой функциональной насыщенности, а также существенно снизить затраты на её техническую эксплуатацию.

Исследования в этом направлении, проводимые в США, были оформлены в виде концепции интегрированного модульного авиационного радиоэлектронного оборудования (ИМА). В связи с широким использованием этой концепции компания RTCA создала [1] «Специальный комитет 200 (SC-200), а EUROCAE» и «Рабочую группу 60 (WG-60) для совместной разработки документа, который можно было бы использовать в качестве руководства в проектировании, разработке и применении ИМА. В состав участников разработки этого документа вошли представители правительственных, промышленных и научных кругов».

В настоящее время этот документ широко используется при разработки комплексов авионики в Российской авиационной промышленности. В связи с этим в данной статье излагаются основные принципы синтеза интерфейсно вычислительных платформ для комплексов авионики построенных по концепции ИМА. Основной особенностью этих платформ является достижение низких затрат на техническую эксплуатацию за счет высокой отказоустойчивости платформы.

Ставится задача, создать интерфейсно вычислительную платформу для подсистем системы ИМА, удовлетворяющей следующим требованиям:

1. Интерфейсно вычислительная производительность платформы должна быть максимальной и соответствовать достигнутому уровню элементной базы и методов синтеза вычислительной и интерфейсной аппаратуры;
2. Платформа должна позволять создавать на ней независимые, но связанные между собой, только своими входами и выходами, подсистемы ИМА. Подсистема образуется путем включения в неё аппаратных и программных приложений. Надежность платформы должна обеспечить:
 - возможность реализовать на платформе функции летательных аппаратов различной критичности, вплоть до функций, отказ которых приводит к катастрофической ситуации [7];
 - требования по регулярности полетов [8, 9] для всех категорий критичности, реализованных на ней функций;
 - возможность эксплуатации платформы в межремонтный период (500-600 летных часов) без технического обслуживания.
3. Должны быть минимизированы масса габаритные характеристики платформы, а также её стоимость и затраты на её техническую эксплуатацию.

На рис 1 приведена архитектура системы ИМА, состоящая из подсистем удовлетворяющих изложенным выше требованиям. Из рисунка видно, что каждая платформа должна иметь, как минимум, столько общих входов и выходов внешнего интерфейса сколько подсистем входят в систему. В частности, на рисунке видно, что в состав системы входит N подсистем, а число выходов и входов каждой платформы равно n . Следовательно, должно выполняться условие $n = N$.

Необходимо отметить, что в реальных системах комплексах бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) не обязательно все входы и выходы связаны между собой. Например, подсистема «отображения информации на многофункциональных индикаторах» может вообще не иметь выходов. Из опыта эксплуатации современных БРЭО летательных аппаратов, построенных по архитектуре «федерация блоков LRU, связанных между собой сложными интерфейсными связями, можно выделить следующие типовые подсистемы:

- Обработки высотно-скоростных параметров;
- Самолетовождения и навигации;
- Управления полетом;
- Отображения информации на многофункциональных индикаторах
- Предупреждения и сигнализации критических режимов;
- Зависимых наблюдений;
- Связи внутри летательного аппарата и с наземными системами.

Как видно из этого перечня типовая унифицированная интерфейсно – вычислительная платформа должна иметь, как минимум, восемь входных и выходных каналов внешнего интерфейса.

Из рис. 1 также видно, что платформа становится подсистемой после того, когда к ней подсоединяются все аппаратные приложения и во все аппаратные средства загружаются программные приложения.

Важным достоинством архитектуры, приведенной на рис. 1 является отсутствие автономного сетевого оборудования для обеспечения межсистемных связей. Внутри каждой подсистемы, как будет показано ниже, имеются коммутаторы, которые обеспечивают локальную сеть управления избыточными интерфейсно – вычислительными трактами и выводят на общие выходные каналы внешнего интерфейса надежный вычислительный ресурс с загруженными приложениями задач подсистемы. Как видно на рис.1, все межсистемные связи осуществляются по принципу «точка в точку».

Рассмотрим принципы создания платформ ИМА, удовлетворяющих изложенным выше требованиям.

Первый: Избыточность элементов платформы. Этот принцип вытекает из того, что достигнутый уровень надежности современной элементной базы, из которой создается аппаратура авионики, недостаточен для удовлетворения требований платформы по надежности.

Второй: Автоматическое восстановление отказов (устойчивых и перемежающихся) и парирование сбоев. Этот принцип необходим, чтобы реализовать эксплуатацию платформы в межрегламентный период без технического обслуживания.

Третий: Идентификация, локализация и парирование аппаратных и программных ошибок. Современные методы валидации и верификации схемотехнических реализаций и разрабатываемых программ не обеспечивают заданную надежность функционирования платформ.

При реализации первого принципа необходимо определиться со структурой избыточности, т. е. на каком уровне элементов платформы выполнить резервирование, а затем определить степень резервирования. Исследования показали, что для платформ являющихся интерфейсно вычислительными системами рациональным элементом резервирования является интерфейсно вычислительный тракт.

Типичный интерфейсно вычислительный тракт платформы, как правило, состоит из следующих укрупненных частей:

– низкочастотного интерфейса, посредством которого соединяются источники информации с вычислительной системой (чаще всего это стандартные интерфейсы ARINC-429 [13, 14]; CAN [15], ГОСТ 26765.51-86 [8, 16], ГОСТ 26765.52-87 [17]);

- вычислительного узла, с помощью которого обрабатывается информация источников информации;
- высокочастотного выходного интерфейса (AFDX [4], Fibre Chanel [4], SpaceWire) [12];
- коммутатора коммутирующего тракты на выход платформы.

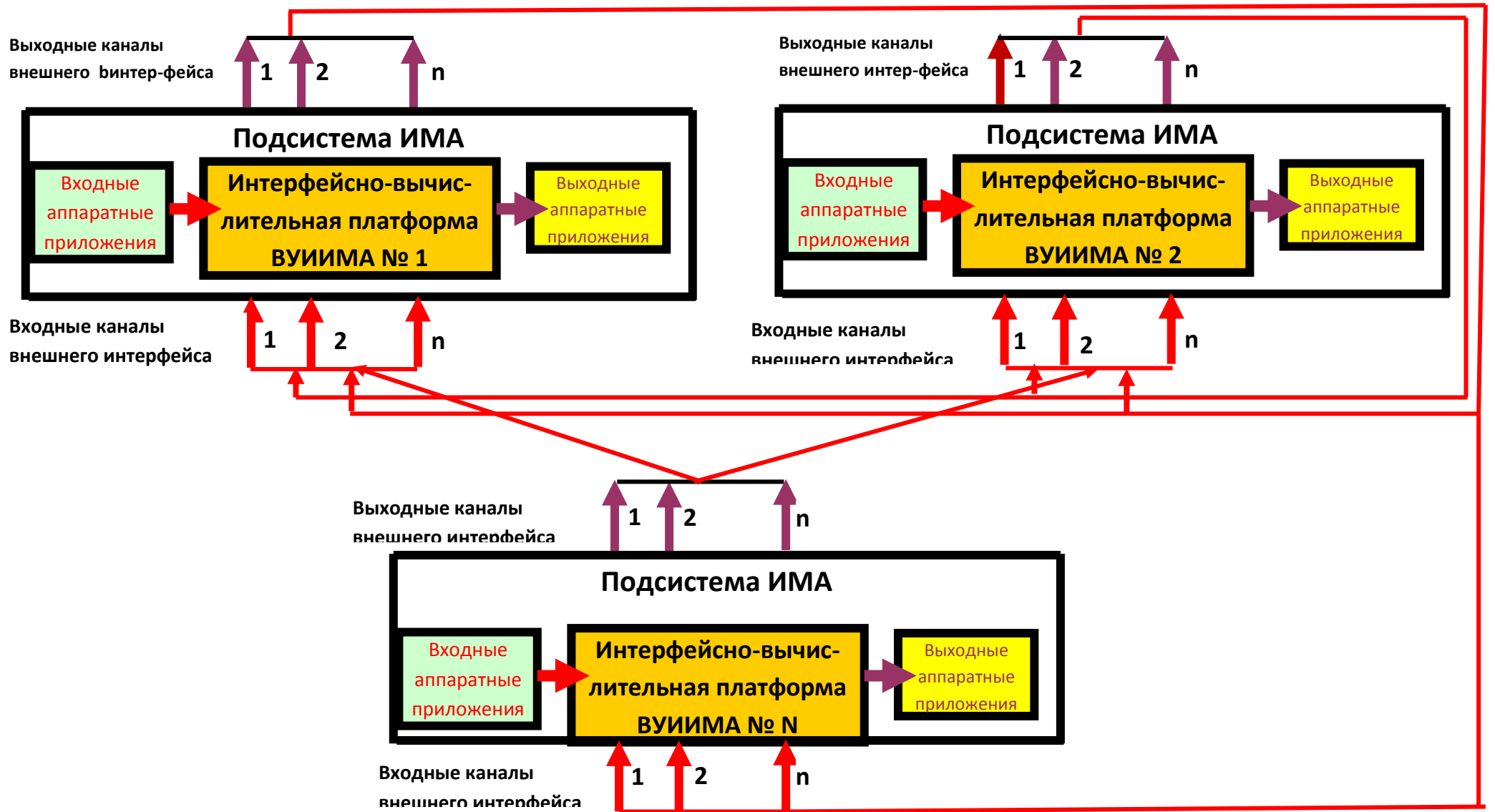


Рис.1 Архитектура системы ИМА, подсистемы которой построены на платформах ВУИИМА

Структурная схема типового интерфейсно вычислительного тракта платформы приведена на рис.

2.



Рис. 2 Структурная схема типового интерфейсно вычислительного тракта.

Избыточная система из таких трактов должна обеспечить выполнение требований норм летной годности по критическим функциям [7] и регулярности полетов [8, 9] в течение межрегламентного периода. Вероятность неконтролируемого отказа за период полета не должна превышать норму летной годности, а вероятность контролируемого отказа за время межрегламентного периода не должна превышать норму регулярности полетов/

Рассмотрим архитектуру платформы ВУИИМА, которая представлена на рис. 3. На рисунке видно, что необходимая избыточность платформы обеспечивающая требования норм летной годности и регулярности полетов, составляют четыре интерфейсно –вычислительных тракта. Каждый из трактов состоит из:

- Унифицированного вычислительного узла содержащего мощные многоядерные фон Неймановские, графические и сигнальные процессоры, а также оперативную и энергонезависимую память, внутренний интерфейс и сервис, обеспечивающий решение всех необходимых задач на борту ЛА;

- Входных и выходных каналов внутреннего низкочастотного интерфейса, (ARIC 429, CAN) в основном предназначенного для обеспечения связей аппаратных средств приложений, а также вывода на внешний интерфейс информации для межсистемных связей;

- Дуплексных каналов высокочастотных интерфейсов (AFDX (ARINC-664), Fibre Chanel (ARINC-818), и ряда специализированных интерфейсов;

Коммутаторы высокочастотных интерфейсов и модули объединения выходов низкочастотного интерфейса обеспечивают операции управляющей избыточности (в основном операции по реконфигурации архитектуры платформы), а также вывод информации на внешний интерфейс.

В классической литературе по надежности, в частности в [10] и ряде других работ, рассматриваются общие подходы к расчету характеристик безотказности резервированных систем. При создании систем, обладающих сверхвысокой безотказностью (согласно [7] интенсивность отказов функций, отказы которых приводят к катастрофической ситуации, не должна превышать 10^{-9} отказов в час), возникает необходимость создания двухуровневых систем резервирования. В частности при расчете степени резервирования интерфейсно вычислительных трактов платформы необходимо рассматривать две следующие резервные системы.

Первой системой должна быть система мажоритарного контроля, поскольку парировать отказы в течение одной секунды иными методами контроля невозможно. Для определения отказавшего тракта в мажоритарной системе контроля необходимо, как минимум, иметь основной и два резервных тракта.

Вторая система (система второго уровня) резервирует систему мажоритарного контроля, обеспечивая её безотказную работу в течение межрегламентного периода.

Итак, класс избыточных систем с двухуровневым резервированием состоит из основного элемента, резервных элементов первого и второго уровней. Обозначим основной элемент системы через h , резервные элементы первого уровня через r , а резервные элементы второго уровня через H . Тогда вся система может быть формализована посредством следующей строки матрицы общего класса избыточных систем:

$$h, r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_m, H_1, H_2, \dots, H_j, \dots, H_n \quad (1)$$

Отсюда общее количество элементов двухуровневой системы резервирования W равно:

$$W=m+n+1 \quad (2)$$

Под отказом системы при двухуровневом резервировании будем понимать состояние, когда из общего количества элементов основного и резервных первого и второго уровней ($m+n+1$ элементов) отказывает k элементов. При этом $m+n+1-k$ элементов остаются исправными. Такими состояниями являются все возможные состояния из $m+n+1$ элементов по k элементов. Для этого случая вероятность отказа системы будет равна:

$$Q_s(t) = \sum_{i=k}^w C_w^i (1)^{i-k} Q_3^i(t) \quad (3)$$

Интенсивность отказов системы определяется формулой следующей формулой [10]:

$$\lambda_s(t) = \frac{f_s(t)}{P_s(t)} = \frac{\frac{dQ_s(t)}{dt}}{1 - Q_s(t)} = \frac{\sum_{i=k}^w C_w^i (1)^{i-k} i Q_3^{i-1}(t) \frac{dQ_3(t)}{dt}}{1 - \sum_{i=k}^w C_w^i (1)^{i-k} Q_3^i(t)} \quad (4)$$

Поток отказов элементов сложных систем электроники является пуассоновским [10] и поэтому справедлива формула:

$$Q_3(t) = 1 - e^{-\lambda_3 t} \quad (5)$$

Подставив (5) в (3) и (4), получим следующие расчетные формулы для вероятности и интенсивности отказов системы с двухуровневой системой резервирования:

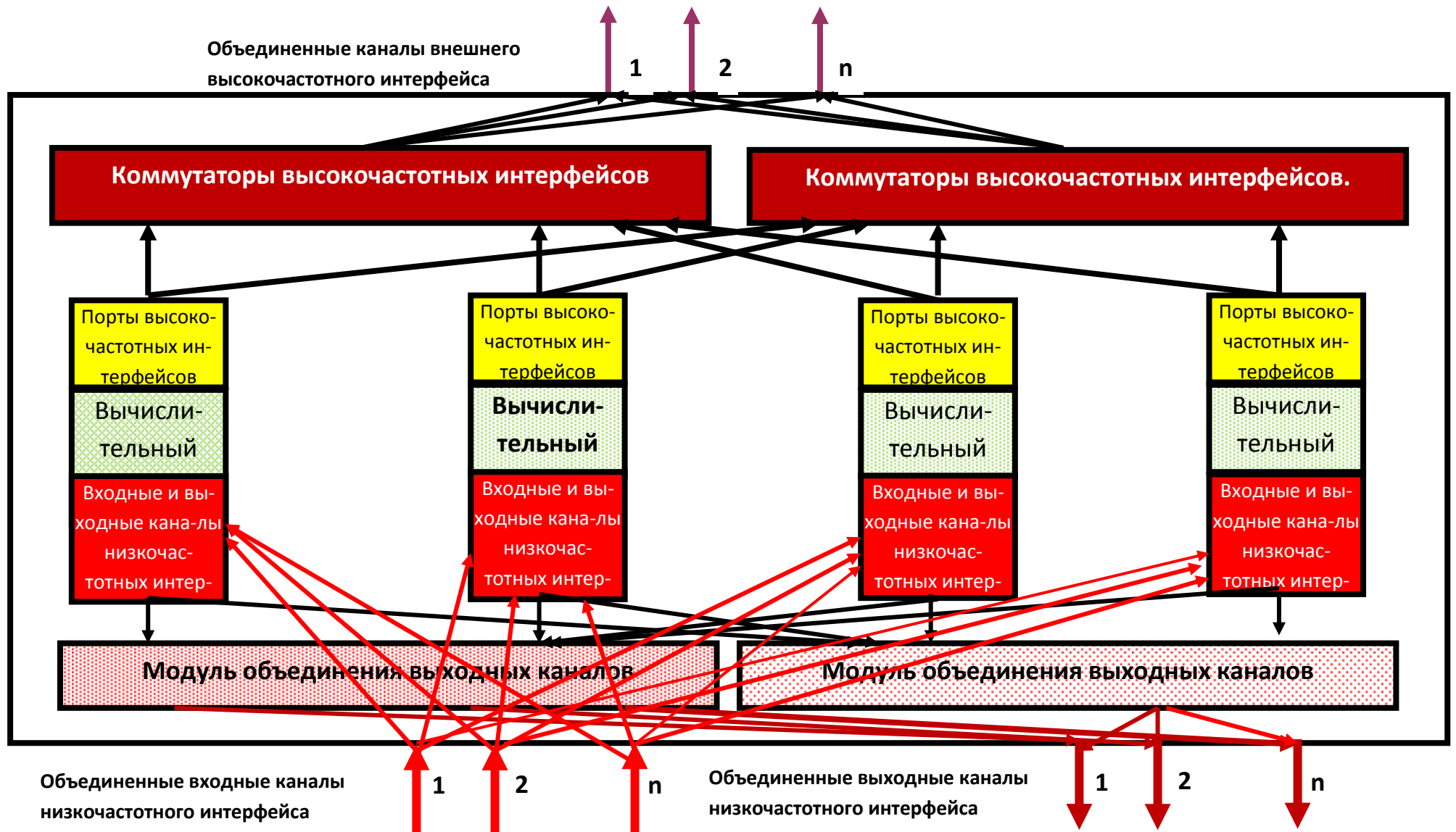
$$Q_s(t) = \sum_{i=k}^w C_w^i (-1)^{i-k} (1 - e^{-\lambda_3 t})^i \quad (6)$$

$$\lambda_s(t) = \frac{\sum_{i=k}^w C_w^i (-1)^{i-k} i (1 - e^{-\lambda_3 t})^{i-1} \lambda_3 e^{-\lambda_3 t}}{1 - \sum_{i=k}^w C_w^i (-1)^{i-k} (1 - e^{-\lambda_3 t})^i} \quad (7)$$

В [6] были проанализированы характеристики безотказности современных интерфейсных и вычислительных систем. На основе этих данных были проведены расчеты вероятности неконтролируемого отказа в полете (десять летных часов), а также вероятность контролируемого отказа воздушного судна за межрегламентный период (500-600 часов налета). Расчеты производились для различных вариантов структуры платформы. В результате этих расчетов было определено:

1. Платформа должна включать в свой состав по четыре модуля низкочастотного и высокочастотного интерфейса а, по четыре вычислительных модуля с встроенными модулями портов высокочастотного интерфейса и по два модуля коммутатора.

2. С целью унификации платформы для работы с аппаратными и программными приложениями, реализующими функции с различными категориями безопасности полетов платформа должна иметь возможность функционировать в следующих вариантах:



– Интерфейсно вычислительная система с четырехкратным резервированием трактов (для реализации на ней функций, отказы которых могут привести к последствиям категоризируемым как «аварийная» или «катастрофическая»);

– Две интерфейсно вычислительных системы, каждая из которых двукратно резервирована (для реализации на ней функций, отказы которых приводят к последствиям категоризируемым как «сложная ситуация»);

– Четыре интерфейсно вычислительных системы (без резервирования), для реализации на них функций, отказы которых могут привести к последствиям категоризируемым как «усложнение условий полета».

Для выполнения функций по выявлению аппаратных и программных ошибок, допущенных при разработке аппаратной части платформы, а также программ базового математического обеспечения и функциональных приложений, платформа должна разрабатываться следующим образом:

– Функционально одинаковые аппаратные модули платформы должны иметь максимально возможные различные схемно-технические реализации;

– В каждый из четырех вычислительных модуля платформы должны быть встроены, по крайней мере, три различных операционных системы реального времени.

При перечисленных выше условиях невозможно применять традиционные методы мажоритарного контроля, требующие:

– Идентичности систем не только по обрабатываемым функциям, но и аппаратному и программному исполнению;

– Синхронизации сигналов, прошедших через различные системы;

– Задания допуска на расхождение значений параметра прошедших через различные системы, не всегда чувствительного к отказам системы (расширение допуска приводит к ошибкам первого рода, а его сужение к ошибкам второго рода).

От этих недостатков свободен метод сравнения сигналов прошедших через регрессионный фильтр. Такие фильтры реализуются в мажоритарных элементах, встроенных в каждый вычислительный модуль. В качестве критерия сравнения был выбран доверительный интервал на остаточную дисперсию регрессии. Остаточная дисперсия регрессии не зависит от изменения значений параметров, а доверительный интервал на неё не зависит от случайных флуктуаций и чувствителен только к отказам.

Метод был разработан, апробирован и запатентован в Российской Федерации [18], как «Способ и вычислительная система отказоустойчивой обработки информации критических функций летательных аппаратов». Математика метода сводится к следующему:

Гарольд Крамер [11] доказал, что статистика Ψ отношения квадратов остаточной дисперсии к её оценке помноженная на число реализаций ансамбля C распределена по закону χ^2 с $V = C - n - 1$ степенями свободы, т.е.:

$$\Psi = \frac{(\sigma_o)^2 C}{(\sigma_{oc}(t_n))^2}, \quad (8)$$

где:

– $(\sigma_o)^2$ – значение остаточной дисперсии параметра,

– $(\sigma_{oc})^2$ – оценка остаточной дисперсии параметра

Плотность вероятностей распределения χ^2 определяется формулой [10, 11]

$$K_V(x) = \begin{cases} P_V(\chi^2 \leq x) & \text{при } x > 0, \\ 0 & \text{при } x \leq 0. \end{cases} \quad (9)$$

Выражение для $P_V(\chi^2 \leq x)$ имеет следующий вид:

$$P_V(\chi^2 \leq x) = \frac{1}{2^{\frac{V}{2}} \Gamma(\frac{V}{2})} x^{\frac{V}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}, \quad (10)$$

где $\Gamma(\frac{V}{2})$ – гамма-функция, интегральное представление (формула Эйлера), которой для непрерывных z имеет следующий вид [11]:

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1} e^{-x} dx. \quad (11)$$

Для целочисленных $z > 0$ имеет место следующие соотношения:

$$\Gamma(z+1) = z!, \quad 0! = \Gamma(1) = 1.$$

Введем обозначение $\frac{V}{2} = z + 1$, тогда справедливо равенство

$$\Gamma\left(\frac{V}{2}\right) = \left(\frac{V}{2} - 1\right)! \quad (12)$$

Подставив (12) в (10), получим следующую, удобную для вычислений, формулу:

$$P_V(\chi^2 \leq x) = \frac{1}{2^{\frac{V}{2}} \left(\frac{V}{2} - 1\right)!} x^{\frac{V}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}} \quad (13)$$

На основании выше изложенного можно записать следующее неравенство:

$$t_{\min}(V, P_{\min}) \leq \frac{(\sigma_o)^2 V}{(\sigma_{oc}(t_n))^2} < t_{\max}(V, P_{\max}) \quad (14)$$

где t_{\min} и t_{\max} – соответственно квантили распределения (10) для вероятностей P_{\min} и P_{\max} при V степенях свободы.

Тогда доверительный интервал для оценки стандартного отклонения, с вероятностью доверия равной $P_d = P_{\max} - P_{\min}$ будет иметь вид следующего неравенства:

$$\sigma_{oc}(t_n) \sqrt{\frac{t_{\min}(V, P_{\min})}{V}} \leq \sigma_o < \sigma_{oc}(t_n) \sqrt{\frac{t_{\max}(V, P_{\max})}{V}} \quad (15)$$

На основании (15) нижняя и верхняя оценки доверительного интервала стандартного отклонения остаточной дисперсии соответственно имеют значения

$$\sigma_{oc}(t_n)_H = \sigma_{oc}(t_n) \sqrt{\frac{t_{\min}(V, P_{\min})}{V}}, \quad \sigma_{oc}(t_n)_B = \sigma_{oc}(t_n) \sqrt{\frac{t_{\max}(V, P_{\max})}{V}} \quad (16)$$

Доверительный интервал стандартного отклонения остаточной дисперсии определяется формулой

$$D_{oc} T = \sigma_{oc}(t_n)_B - \sigma_{oc}(t_n)_H \quad (17)$$

Тогда условия сопоставимости и несопоставимости доверительных интервалов стандартного отклонения остаточной дисперсии параметра, прошедшего через 1-й и 2-й тракты соответственно, запишутся в виде следующих неравенств:

$$|D_{oc} 1 - D_{oc} 2| \leq 0,5 - \text{сопоставимо}, \quad |D_{oc} 1 - D_{oc} 2| \geq 0,5 - \text{несопоставимо} \quad (18)$$

Разработанная по изложенным выше принципам унифицированная отказоустойчивая платформа для функциональных подсистем интегрированных комплексов авионики воздушных судов находится на стадии испытаний и сертификации.

Литература

1. SC-200 © 2005, RTCA Inc. Руководство по вопросам разработки и сертификации интегрированного модульного авиационного радиоэлектронного оборудования (ИМА) ДО-297. RTCA, Incorporated, 1828 L St NW, NW, 805 Washington, 2005г..
2. Х. Буц, Интегрированная модульная авионика – прямой путь к системам, устойчивым к ошибкам. Daimler Chrysler Aerospace Airbus Kreetslag 10, D-21129, Гамбург, 2005г.
3. Что такое модульная авионика? What is Integrated Modular Avionics? 2006 год. p.p. 1-2, www-users.cs.york.ac.uk/~philippa/IMA.html.
4. Отчет № 187-10-VIII «Разработка унифицированного, высокопроизводительного, отказоустойчивого вычислителя для платформ ИМА интегрированных комплексов бортового оборудования (ИКБО)», ОАО «НИИ авиационного оборудования», 2010 г.
5. Итоговый научно-технический отчет № 150-08-VIII «Разработка ключевых элементов макета базового унифицированного высокопроизводительного отказоустойчивого вычислительного модуля»,
6. А.А.Авакян, Р.Д.Искандаров, М.В.Копненко Отчет № 78-02-XVI «Оценка и анализ эксплуатационно-экономических характеристик и необходимого количества обменного фонда комплекса АРИА-200М для обеспечения регулярности полетов самолета БЕ-200ЧС», НИИАО, 2002 г., ОАО «НИИ авиационного оборудования», 2008 г.
7. Нормы летной годности самолетов транспортной категории (АП-25). Москва. 1993 г.
8. MIL-STD-2165 (военный стандарт), «Программа обеспечения контролепригодности электронных военных систем и оборудования.», Министерство обороны США, Вашингтон 1985 г.

9. Типовые требования к эксплуатационно-техническим характеристикам комплексов бортового оборудования гражданских магистральных самолетов, самолетов МВЛ и авиации общего назначения. Утверждена заместителем директора ГосНИИ «Аэронавигация В.Я.Кушельманом 10 мая 1994 г.
10. Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д.Соловьев “Математические методы в теории надежности.”, Москва, “Наука”, 1965 г.
11. Гарольд Крамер “Математические методы статистики”, под редакцией А.Н. Колмогорова, Москва, “Мир”, 1973 г.
12. Подобедов Д. В. «Интерфейс SpaceWire», СКБ КП ИКИ РАН, подготовлено по материалам ECSS-E-50-12 Space Engineering, SpaceWire: SERIAL POINT-TO-POINT LINKS DRAFT ISSUE C (г. Таруса)
13. АРИНК 429 «Система передачи цифровой информации. Тип 33», 1977г.
14. РТМ 1495 – 75 «Обмен информацией двухполярным кодом в оборудовании летательных аппаратов», 1985г.
15. Проект1 стандарта ARINC-825 «Общая аттестация протокола опроса шины локальной сети контроллеров бортового назначения», Корпорация AERONAUCAL RADIO, INC 2551 Riva Road, Annapolis, Maryland 21401-7435 USA, 2007 г.,
16. Интерфейс магистральный параллельный МПИ системы электронных модулей. Общие требования к совокупности правил обмена информацией. ГОСТ 26765.51-86. Москва, издательство стандартов, 1986 г.
17. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования. ГОСТ 26765.52-87. Москва, издательство стандартов, 1988 г.
18. МПК GOGF 11/00, 11/08, 11/18, 11/22 «Способ и вычислительная система отказоустойчивой обработки информации критических функций летательных аппаратов»

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И АНАЛИЗЕ КАЛИБРОВОК ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Аксенов С.А., *Кубина Т., Чумаченко Е.Н.
г. Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ; *Чехия, г. Острава, Технический университет города Остравы (VŠB-TUO)

В работе рассмотрена задача разработки калибровок прокатных валков для горячей прокатки круглого стального прутка на реверсивном прокатном стане. Применение инновационных информационных технологий при анализе разрабатываемых калибровок позволило на стадии проектирования технологического процесса оценить их эффективность. Полученные результаты позволили произвести обоснованный выбор наиболее приемлемого варианта.

Computer simulation at the development and analysis of roll pass progressions. Aksenov S.A., Kubina T., Chumachenko E.N.

In the paper a problem of roll pass design for hot rolling of steel bar on the reversing rolling mill is considered. The application of innovative information technologies to development and analysis of roll pass design allowed to evaluate their effectiveness at the planning stage of a technology design process. The results obtained allowed to make an informed choice of the most appropriate option.

Основной задачей калибровки прокатных станов является проектирование последовательности калибров, обеспечивающей получение продукции требуемых размеров и геометрии. Данная работа посвящена разработке калибровок для прокатки круглого прутка с применением двух симметричных калибров. Калибровки были разработаны по методике Эриксона [1], базирующейся на оптимизации поперечного сечения прокатываемого материала на каждом переходе. Способы вычисления поперечного сечения прутка при прокатке в системе «овал – круг» рассмотрены в работе [2], в которой результаты расчета сравниваются с результатами экспериментов на лабораторных станах горячей прокатки. Расчет сил и моментов прокатки был произведен на основе аналитических методик, предложенных в работе [3]. Обзор аналитических уравнений, используемых для определения сил и моментов прокатки, может быть найден в монографии [4].

Разработка калибровок проходила по следующему алгоритму. Сначала, с помощью аналитических уравнений были получены черновые варианты калибровок в системах «овал – круг» и «гладкая бочка – круг». Полученные формы калибров использовались при моделировании процесса прокатки в

программном комплексе SPLEN(Rolling) на базе метода конечных элементов. По результатам конечно-элементного моделирования была произведена корректировка зазоров между валками, предотвращающая переполнение или невыполнение калибров на последнем переходе и обеспечивающая, таким образом, требуемую геометрию конечного продукта.

Рассматриваемый процесс представляет собой прокатку прутка круглого сечения диаметром 20 мм из прутка диаметром 55 мм. Калибровки должны служить для прокатки широкого спектра материалов от низкоуглеродистых микролегированных до нержавеющей сталей, поэтому они разработаны с учетом пониженной пластичности некоторых сталей. Рассмотрено два варианта калибровок. Первый – классическая калибровка «овал – круг» с максимальными коэффициентами вытяжки 1.55 для овального и 1.35 для круглого калибра. Второй вариант представляет собой комбинацию прокатки на гладкой бочке и в круглых калибрах, коэффициенты вытяжки на каждом переходе аналогичны соответствующим коэффициентам первого варианта. Калибровки разрабатывались для реверсивного лабораторного стана, рабочий диаметр валков составлял 350 мм.

При проектировании черновых вариантов калибровок, уширение металла в калибре рассчитывалось по следующей формуле:

$$\Delta b = (0,58 \cdot 10^6 h_0^2 - 0,00178 h_0 + 0,2745)(h_0 - h_1),$$

где h_0 - высота полосы до прокатки, h_1 - высота полосы после прокатки.

Для расчета силовых и энергетических параметров прокатки использовались уравнения приведенные в [4, 5]. На рис. 1 приведены полученные последовательности калибров. При прокатке согласно схеме «овал – круг», подкат поворачивается на 90° после выхода из овального калибра на каждом переходе кроме первого. При прокатке по схеме «гладкая бочка – круг», поворот подката осуществляется каждый раз после прокатки на гладкой бочке.

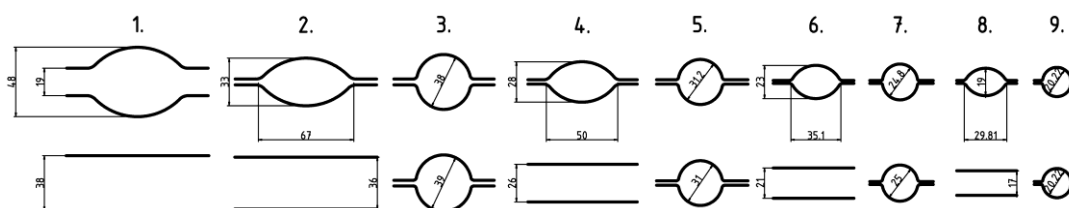


Рис. 1. Калибровки для прокатки прутка по схемам «овал – круг» и «гладкая бочка – круг»

Разработанные с помощью традиционных методик и эмпирико-аналитических уравнений калибровки анализировались и корректировались с применением компьютерного моделирования, которое позволяет получить более детальную информацию о поведении металла при прокатке. Для этого использовалась система имитационного моделирования SPLEN(Rollnig) разработанная на базе методики «2,5D». Применение данной методики позволяет введением ряда упрощений на порядки (по сравнению с 3D моделированием) снизить затраты времени и компьютерных ресурсов, необходимых для автоматизации расчетов [6, 7] и в тоже время получить более полную картину исследуемого процесса, чем при использовании аналитических уравнений.

Методика «2.5D» базируется на гипотезе: величина $\dot{\epsilon}_z$, характеризующая скорость деформации в направлении прокатки, в каждом поперечном сечении очага деформации считается постоянной. Это позволяет перейти к поиску скоростей перемещения частиц в виде: $v_x = v_x(x, y)$; $v_y = v_y(x, y)$; $v_z = C\bar{z}$; $\bar{z} \in [z, z + \Delta z]$.

Поле скоростей $\{v_x, v_y\}$ в сечении, перпендикулярном направлению прокатки, получается из конечно-элементного решения обобщенной плоской задачи. Компонента скорости v_z в направлении прокатки вычисляется на основе уравнения равновесия для элемента Δz :

$$\Phi_z = \Omega_i - \Omega_{i-1} + R_i = 0,$$

где: $\Omega_i = \int_{S_i} \sigma_z(x, y, z_i) dx dy$ – сила, действующая на сечение i в направлении прокатки;

$R_i = \int_{\Gamma_i} (\sigma_{nz} + \tau_z) dy$ – проекция на ось прокатки равнодействующей сил, приложенных к контактной поверхности Γ_i .

Здесь σ_{nz}, τ_z – проекции на ось O_z нормального σ_n и касательного τ напряжений, действующих на элемент боковой поверхности; S_i – фронтальная поверхность элемента Δz_i . Γ_i – контактная поверхность элемента Δz_i .

Причем в уравнении (2) $R_0 = 0$, а Ω_0 – заданное значение подпора (если прокатка осуществляется без подпора, $\Omega_0 = 0$).

Для построения пространственной модели напряженно деформированного состояния (НДС), очаг деформации делится поперечными сечениями на m частей толщиной $\Delta z = l_D / m$, где l_D – длина очага деформации. Расчет формоизменения материала при переходе от сечения z_i к сечению z_{i+1} осуществляется на основе решения обобщенной плоской задачи. При этом скорость деформации в направлении прокатки $\dot{\epsilon}_z$ считается на интервале (z_i, z_{i+1}) постоянной.

Экспериментальная апробация компьютерной системы SPLEN(Rolling) подтвердила адекватность построенных с её помощью математических моделей [7]. Данное программное обеспечение позволяет построить прогнозы формоизменения полосы в процессе многопереходной сортовой прокатки, получить распределения термомеханических характеристик деформирования по объему образца, оценить параметры эволюции микроструктуры обрабатываемого материала.

Для описания механических и микроструктурных свойств материала при горячей деформации были использованы математические модели, описанные в работах [8, 9].

Для достижения правильной круглой формы сечения прутка при выходе из калибров на последнем переходе, варьировалась величина зазора на предпоследнем переходе. Быстродействие использованного программного обеспечения позволило оперативно определить величину зазора между валками на предпоследнем переходе, обеспечивающую требуемую форму конечного продукта.

Кроме того, была изменена величина зазора между валками на первом переходе при прокатке по схеме «овал – круг». Было показано, что принятый в черновом варианте калибровки зазор в 19 мм приводит к тому, что усилие прокатки на втором переходе значительно превышает усилия на остальных переходах и достигает 530 кН. Уменьшение зазора на первом переходе до 14 мм позволило более чем на четверть уменьшить максимальное усилие прокатки (до значения 394 кН). На рис. 2 приведены графики распределения усилия прокатки по переходам для разных значений зазора на первом переходе s_1 , паузы между переходами составляют 5 секунд.

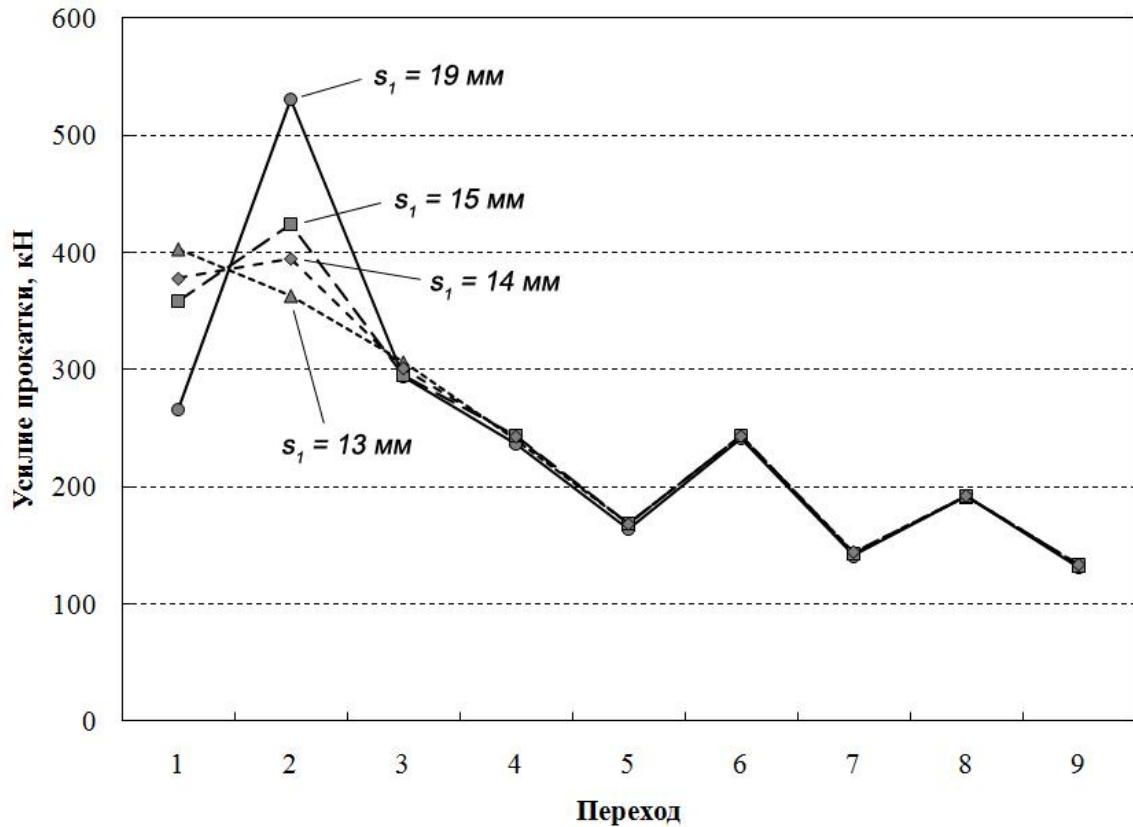


Рис. 2 Усилие прокатки при различных величинах зазора между валками на первом переходе

На рис. 3 приведены распределения температуры и среднего диаметра аустенитного зерна по сечению прутка после прокатки и паузы в 30 секунд, при использовании обеих калибровок. Данные распределения показывают, что температура прутка после прокатки по системе калибров «овал – круг» в среднем на 20 градусов ниже, чем при использовании второй калибровки. При этом, использование калибровки «овал – круг» позволяет добиться более равномерного распределения микроструктуры по сечению прутка, однако диапазоны среднего диаметра зерен отличаются незначительно при применении обеих калибровок.

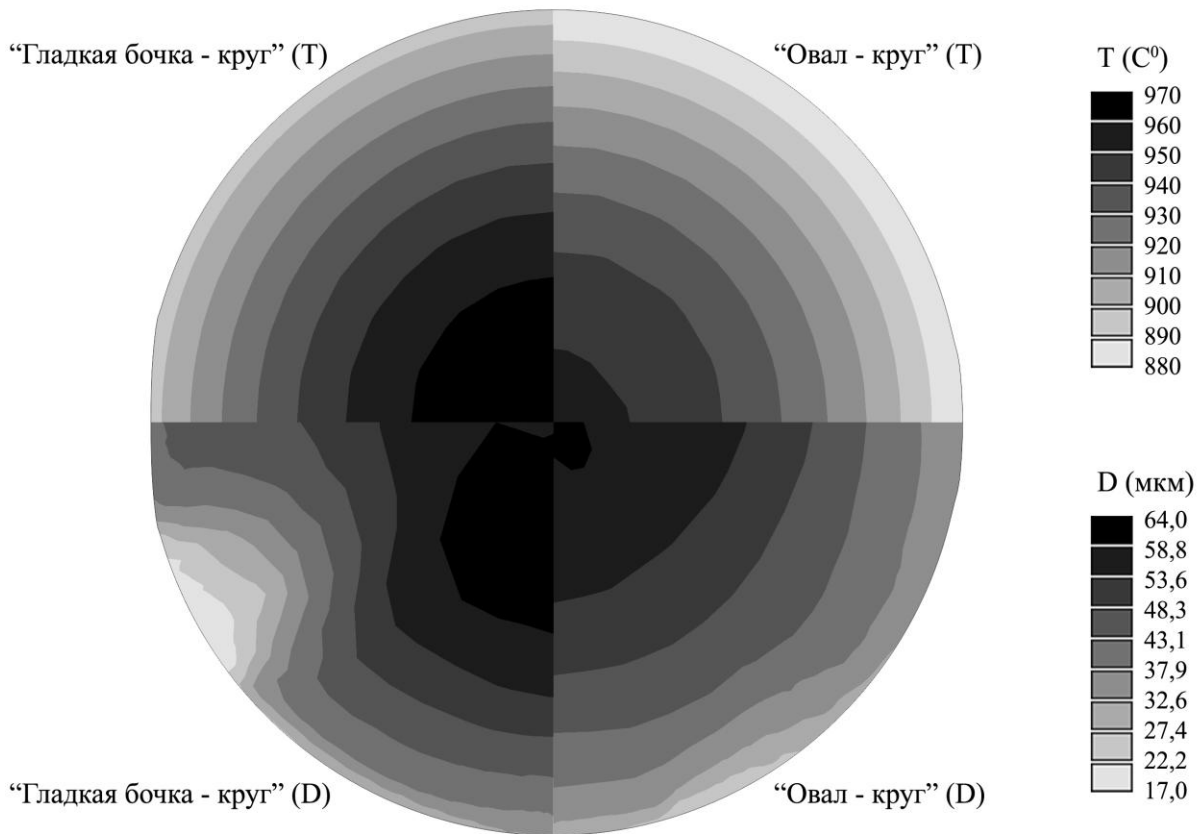


Рис. 3 Распределения температуры (Т) и среднего размера зерна (D) по сечению прутка после прокатки

На рис. 4 и 5 представлены графики распределения усилия прокатки и момента прокатки по переходам при использовании калибровок типа «овал – круг» и «гладкая бочка – круг». Анализ этих графиков показывает, что силовые и энергетические характеристики в целом несколько выше у калибровки «овал – круг», однако это различие незначительно, максимальные значения моментов и усилий прокатки при использовании обеих калибровок близки по абсолютным значениям. Таким образом, применение обеих калибровок ведет к сравнимым энергозатратам и нагрузке на оборудование.

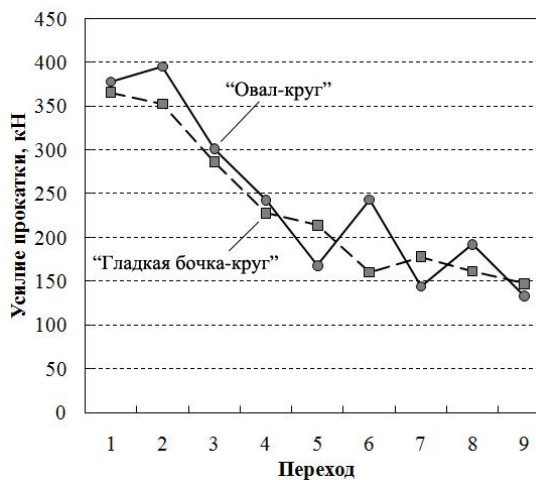


Рис. 4 Распределение усилия прокатки по переходам



Рис. 5 Распределение момента прокатки по переходам

Анализ обеих рассмотренных калибровок не выявил явного преимущества какой-то одной из них с точки зрения равномерности распределения температуры или среднего размера зерна по сечению прутка

после прокатки. Силовые и энергетические параметры прокатки по обоим калибровкам сопоставимы. Однако, применение варианта «гладкая бочка – круг» позволяет существенно укоротить рабочее тело валка, так как требует размещения на нем лишь 4-х калибров и гладкого участка, в то время, как для использования варианта «овал – круг», на валке должно быть размещено 8 калибров. Таким образом, вариант «гладкая бочка – круг» является более предпочтительным, так как его реализация требует меньших материальных затрат.

Литература

1. C. ERIKSSON, Working range for sequences and series of two-symmetrical grooves in wire rod rolling. Journal of Materials Processing Technology, 2006, Vol. 174, Nos. 1-3, p. 250-257.
2. V. SOLOD, R. KULAGIN, Y. BEYGELZIMER, A local approach to simulating bar forming in pass rolling. Journal of Materials Processing Technology, 2007, Vol. 190, No. 1-3, p. 23-25.
3. L. S. BAYOUMI, Y. LEE, Effect of interstand tension on roll load, torque and workpiece deformation in the rod rolling process. Journal of Materials Processing Technology, 2004, Vol. 145, No. 1, p. 7-13.
4. V. DANCHENKO, Technologia i modelowanie procesów walcowania w wykrojach. Wydawnictwo Politechniki Czenstochowskiej : Czenstochowa 2002.-508 p.
5. T. KUBINA, S. A. AKSENOV, Mathematical Simulation in Optimisation of Roll Pass Progression. Hutnicke listy, 2011, №4, p. 88-91.
6. S. AKSENOV, E. N. CHUMACHENKO, I. V. LOGASHINA, Roll Pass Design Development with SPLEN(Rolling) Computer Software // Hutnicke listy. 2010. №4. P. 110–113.
7. ЧУМАЧЕНКО Е.Н., АКСЕНОВ С.А., ЛОГАШИНА И.В. Математическое моделирование и энергосбережение при прокатке в калибрах // Металлург. 2010. № 8. С. 34–37.
8. J. KLIBER, S. A. AKSENOV, R. FABÍK, Numerical study of deformation characteristics in PSCT volume certified following microstructure. Metallurgy, 2009, Vol. 48, No. 4, pp. 257-262.
9. S. A. AKSENOV, E. N. CHUMACHENKO, J. KLIBER, R. FABÍK, Inverse analysis of a plane strain compression test results for the purpose of material mechanical and microstructural properties study. Hutnik, 2009, No. 8, pp. 555-557.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИИ ТИПА OFDM В СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ.

Андреевская Т.М., Чекунова Т.О.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Даны общие принципы использования сверхширокополосного сигнала (СШП) и сверхширокополосной системы связи для многочастотной высокоскоростной передачи данных с помощью метода мультиплексированного ортогонального частотного разделения (OFDM).

The application of OFDM multi-frequency modulation's technology in ultra wideband communication systems. Andreevskaja T.M, Chekunkova T.O.

A ultra wide band signal (UWB) and communication system for multi frequency high speed data transmission by orthogonal frequency division (OFDM) are defined.

В связи с расширением использования цифровых систем передачи в персональных компьютерах, бытовой электронике и в мобильных коммуникационных устройствах появилась необходимость в разработке беспроводных средств передачи информации для разных областей применения. Привлекательное решение этих проблем для большинства исследований сегодняшней беспроводной индустрии и приложений представляет сверхширокополосная связь (СШП связь). Эта технология связи принципиальным образом отличается от традиционных радиосистем не только аппаратной реализацией, но и самими принципами функционирования. За счет широкого радиочастотного диапазона технология СШП позволяет передавать по беспроводному каналу значительно большие объемы данных и за меньшее время, чем традиционные беспроводные технологии. В сочетании с малым энергопотреблением и импульсным характером передачи данных это позволяет достигать высокой скорости передачи данных. Движущая сила, подталкивающая исследования в области сверхширокополосной связи, очевидна - повышение пропускной способности канала связи.

К сверхширокополосным сигналам в соответствии с устоявшимися определениями относят радиосигналы в диапазоне частот 3-10 ГГц с полосой частот не менее 500 МГц и показателем широкополосности $\mu = \frac{f_B - f_H}{f_B + f_H} \geq 0.25$, где f_B и f_H – верхняя и нижняя границы полосы сигнала на уровне – (-10) дБ от максимума. В российской литературе принято считать сверхширокополосностью $\mu \approx 1$. В этом случае ширина полосы примерно равна средней частоте спектра сигнала.

Развитие СШП (UWB) технологий началось в конце 50-х годов и несколько притормозилось к 80-ым, что имело основной причиной недостаточное быстродействие микросхем. Первоначально исследовалось воздействие на очень короткие (доли наносекунд) импульсы для применений в радиолокации. Пионерами таких исследований были американцы Д.Росс и К.Роббинс. В СССР в это же время ученые также занимались вопросами использования СШП сигналов.

Последнее десятилетие вызвало достаточно бурный рост и прогресс в исследовании и применении СШП систем, что в первую очередь было связано с успехами в микросхемотехнике, позволившими работать в сверхвысокочастотном диапазоне. Кроме того, в настоящее время позволено без лицензии использовать выделенный диапазон для СШП устройств, поскольку широкополосный сигнал имеет малую среднюю мощность.

Применение СШП технологии беспроводной связи развивается (в том числе и с использованием OFDM модуляции), она имеет свои протоколы в стандартах IEEE802.11,a; 802.16, уже применяется в наземных системах цифрового телевидения DVB, в беспроводных системах связи стандарта LTE.

Основным достоинством СШП систем является возможность получения высокой помехозащищенности системы связи, что обусловлено так называемым расширением спектра. Отношение ширины полосы канала к ширине полосы информационного сигнала может оказаться значительным. При этом увеличивается и скорость передачи информации.

Приемопередатчики могут строиться на одной микросхеме без внешних фильтров. Прием может осуществляться по корреляционной схеме или по схеме синхронного детектора без промежуточного преобразования.

Современные методы цифровой обработки сигналов позволяют преобразовывать потоки битов из последовательных в параллельные, из одного пакета в несколько, добавлять спереди и сзади дополнительные символы или образцы из передаваемого пакета и др. операции. Это позволяет улучшить качество передачи и использование всего широкого диапазона СШП системы.

Разработчики систем телекоммуникаций сталкиваются с постоянной проблемой ограниченного ресурса среды передачи, будь то время, пространство, частота или код. Поэтому, при необходимости передачи нескольких потоков данных для одного пользователя или для нескольких приходится решать задачу множественного доступа к среде. В литературе данную проблему именуют и как мультиплексирование и как уплотнение и как множественный доступ. Это и методика временного уплотнения (TDM), и кодовая методика уплотнения (CDM), и методика частотного уплотнения (FDM). Частным случаем FDM является мультиплексированное ортогональное частотное разделение OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex).

Основным при использовании OFDM модуляции является преобразование исходного потока битов в несколько отдельных пакетов, каждый из которых затем модулирует свои поднесущие. Модулированные поднесущие мультиплексируются и передаются одновременно по одному каналу. Ортогональность несущих требует кратности их частот некоторой начальной частоте, как правило, определяемой частотой несущей первого пакета. Если частоту поднесущей первого пакета обозначить через $f1$, то частота любого n -го пакета должна быть равна $n \cdot f1$.

Одним из вариантов организации OFDM сигнала является преобразование последовательного пакета в параллельный, причем число несущих определяет число параллельных битов в каждый момент времени. Эти биты определяют так называемое кодовое слово канала. Можно задавать кодовое слово в виде последовательности битов, расположенных в исходной последовательности на расстоянии числа несущих. Если число несущих равно N , а исходная последовательность задана членами $X(k) = X(0), X(1), X(2), \dots, X(n), \dots, X(N), X(N+1), \dots$, то параллельные пакеты будут иметь вид

$f1$	$2*f1$	$3f1$...	$Nf1$
$X(0)$	$X(N)$	$X(2N)$...	$X(NN)$
$X(1)$	$X(N+1)$	$X(2N+1)$...	$X(NN+1)$
...	

Пакет, модулирующий несущую частоту $f1$, показан в первом столбце, а частоту $Nf1$ – в последнем. Символы сигнала в строках в каждый момент времени образуют последовательность

комплексных модулирующих символов U_n OFDM сигнала. Временная функция сигнала получается суммированием N гармоник поднесущих вида $(U_n * \cos(2\pi n f_1 t))$:

$$s(t) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \operatorname{Re}(U_n e^{j2\pi n f_1 t}).$$

В системе дискретного времени $t=kT$, где период дискретизации $T=T_s/N$, T_s -интервал ортогональности несущих, $k=0, 1, 2, 3 \dots N-1$, дискретная временная функция вычисляется с помощью обратного дискретного преобразования Фурье:

$$S_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \operatorname{Re}(U_n e^{j\frac{2\pi}{N} n k T}).$$

Как видно, в этом случае процессы формирования поднесущих и их модуляции в рамках OFDM совмещены.

В цифровом виде ОБПФ и БПФ являются взаимно обратимыми по времени и частоте, поэтому любую из этих операций можно использовать для получения спектра или дискретной функции времени.

Модуляция несущих может выполняться по выбранному закону, например, PSK, QPSK, 16QAM или 64QAM.

К достоинствам технологии OFDM можно отнести: высокую эффективность использования радиочастотного спектра, объясняемая почти прямоугольной формой огибающей спектра при большом количестве поднесущих; относительно простую аппаратную реализацию, так как базовые операции реализуются методами цифровой обработки; хорошее противостояние межсимвольным помехам и интерференции между поднесущими за счет использования сверточного кодирования, добавления циклического префикса, а также возможностью применения различных схем модуляции для каждой поднесущей, что позволяет адаптивно варьировать помехоустойчивость и скорость передачи информации.

Использование предварительного частотного уплотнения канала ортогональными поднесущими позволяет получить сигнал с полосой частот до 500 МГц при частоте дискретизации передаваемого сигнала, равной средней частоте этой полосы в выделенном диапазоне для СШП системы. Можно также суммой таких OFDM сигналов промодулировать основную несущую передатчика, создав многоканальную систему связи.

Для широкого внедрения СШП систем требуется провести много исследований, в том числе с целью исключения мешающего воздействия UWB сигналов на работающие в том же частотном диапазоне узкополосные радиосистемы.

Литература

1. Б.Скляр. Цифровая связь. -Пер.с англ. -М.,С.-П.,Киев, -2004.2000 с.
2. А.Голдсмит. Беспроводные коммуникации. М., пер. с англ., Техносфера .2011. 903 с.
3. И.Шахнович. Современные технологии беспроводной связи.М.,Техносфера. 2004.166 с.
4. А.С.Дмитриев, Ефремов Е.В. и др. Сверхширокополосная беспроводная связь и сенсорные сети.-Радиотехника и электроника, 2008, т.53. №10. С.1278-1289.
5. В.Дмитриев. Технология передачи информации с использованием сверхширокополосных сигналов (UWB). -Компоненты и технологии, №№6,9.2003; №1, 2004.
6. А.Крутов. Сверхширокополосная связь UWB.- Технологии и стандарты. №1.-2007.-с.6-9.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ В АСОНИКА-ТМ

Увайсов С.У., Беяков К.И.
Москва, МИЭМ; Москва, ОАО МКБ Компас

Рассмотрена актуальность модернизации подсистемы АСОНИКА-ТМ для повышения точности анализа механических и температурных воздействий на современную аппаратуру. Показан недостаток существующего метода моделирования печатных узлов и поднимается вопрос о модификации алгоритма обработки данных.

Providing opportunities modeling complex shape printed board assembly in ASONIKA-TM.
Uvaysov S. U., Belyakov K. I.

We consider the currency of upgrading the subsystem ASONIKA-TM to improve the accuracy of the analysis of mechanical and thermal influences on modern equipment. Shows the lack of an existing method of modeling of printed circuit assemblies and raised the question of modifying the algorithm of data processing.

Проблема моделирования тепловых процессов и механических воздействий актуальна практически для всех современных технических систем. Выход температуры или механических характеристик за пределы, установленные в технической документации, способен привести к отказу, как отдельных элементов, так и всей аппаратуры в целом. Проведение моделирования позволяет выявить участки аппаратуры, в которых имеют место экстремальные характеристики и при необходимости внести изменения в компоновку блока, расположение элементов на печатной плате или даже принципиальную схему.

При разработке изделия, инженерам приходится решать комплекс задач связанных с конструкцией, направленных на уменьшение габаритов, массы, а также повышение характеристик отвечающих за надежность аппаратуры. На кабельную систему также накладываются ограничения, направленные на улучшение электрических характеристик, такие как уменьшение длины и изгиба проводников. Печатные узлы, входящие в состав изделия, должны иметь габаритные размеры, вписывающиеся в общую компоновку блока с учетом вышеперечисленных ограничений. Таким образом, изделие может иметь в своем составе печатный узел сложной формы, имеющий вырезы для размещения других компонентов блока и протяжки кабельной системы.

Возможности подсистемы теплового моделирования печатных узлов АСОНИКА-ТМ имеют ограничение на форму тестируемых плат. При импорте в подсистему платы произвольной формы, она будет распознана как печатный узел, контур которого имеет прямоугольный вид. Габаритные размеры в этом случае ограничены крайними точками фигуры, являющейся очертанием платы. Таким образом, при проведении моделирования печатных узлов сложной формы не учитываются особенности, влияющие на конечный результат эксперимента. Как результат, будут получены неточные значения механических и тепловых характеристик элементов платы.

В связи с вышесказанным, стоит задача модификации алгоритма обработки импортируемых данных для обеспечения возможности моделирования печатных узлов сложной формы. Практическая значимость модифицированного алгоритма заключается в том, что с его помощью в расчете механических и тепловых параметров будут учтены конструктивные особенности конкретного изделия и, как результат, значительно повышена точность проводимого моделирования.

РОЛЬ ТЕНЕВОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Артюхова М.А.

Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрен вопрос повышения точности прогнозирования радиационной стойкости за счет учета неоднородности защиты бортовой аппаратуры по разным направлениям. Применение данного метода делает возможным использование электрорадиоизделий с уровнем качества ниже Space, что позволяет снизить затраты на комплектование бортовой аппаратуры.

The role of shadow protection for predicting of radiation resistance of spacecraft's board equipment. Artyukhova M. A.

The question of increasing is the accuracy of prediction of radiation resistance by taking into account the inhomogeneity of protection on-board equipment in different directions. This method makes it possible to use electronic components of quality level lower than Space, thus reducing the cost of acquisition of on-board equipment.

Прямая экономия средств при использовании коммерческих устройств в бортовой аппаратуре космических аппаратов (БА КА) основном теряется из-за увеличения качественных затрат в связи с отсутствием данных по надежности и стойкости коммерческих компонентов. Потенциальные выгоды от использования коммерческих компонентов в бортовой радиоэлектронной аппаратуре можно проиллюстрировать путем сравнения затрат и производительности RAD6000 (распространенный радиационно-стойкий процессор, используемый в космических аппаратах) и текущий Intel P4 (табл. 1).

Таблица 1

Процессор	Цена за микросхему	Тактовая частота	Количество транзисторов
RAD6000	>\$200,000	25 МГц	$\sim 1 \times 10^6$
Intel P4 (коммерческого исполнения)	\$500	>2 ГГц	$\sim 55 \times 10^6$

Однако, широкому применению коммерческих компонентов в бортовой радиоэлектронной аппаратуре препятствует их, зачастую, низкая стойкость к внешним воздействующим факторам, не предназначенность их для эксплуатации в экстремальных условиях. Тем не менее, между электрорадиоизделиями уровня качества Space и откровенно ширпотребом существует широкая прослойка компонентов, применение которых в бортовой радиоэлектронной аппаратуре космических аппаратов возможно при некоторых дополнительных мерах защиты, как то: экранирование (в том числе, локальное), кодирование информации, применение схем защиты.

Экранирование позволяет сильно ослабить величину дозовой нагрузки внутри контейнера БА. Однако, экранирование полностью всей аппаратуры сильно повышает массу, а это неприемлемо в современных КА. Новое веяние – локальное экранирование, когда дополнительно защищаются отдельные микросхемы или функциональные узлы. Чтобы более точно рассчитать положения локальных экранов будет полезно знать поле распределения уровней накопленной дозы на печатном узле (ПУ).

Для примера покажем, как выглядит поле распределения уровней накопленной дозы на ПУ при неоднородности защиты и какой вклад в поле распределения вносит «теневая» защита от пассивных элементов. ПУ помещен внутри прибора, который в свою очередь установлен внутри космического аппарата (модель защиты в виде «сферы»). На космический аппарат воздействует ионизирующее излучение космического пространства (ИИ КП) (модель воздействия сферическая).

В случае, когда величина массовой защиты одинакова со всех сторон величина накопленной дозы будет одинакова по всей плате.

Теперь рассмотрим, как влияют на поле распределения накопленной дозы установленные на ПУ DC-DC преобразователи. ПУ установлен в приборе с одинаковой величиной массовой защиты со всех сторон (рис. 1а), т.е. поле распределения накопленной дозы на нем при грубой оценке будет равномерно. DC-DC преобразователи помещены в металлические корпуса и в общем случае представляют из себя локальные экраны с величиной массовой защиты $\approx 0,54 \text{ г/см}^2$.

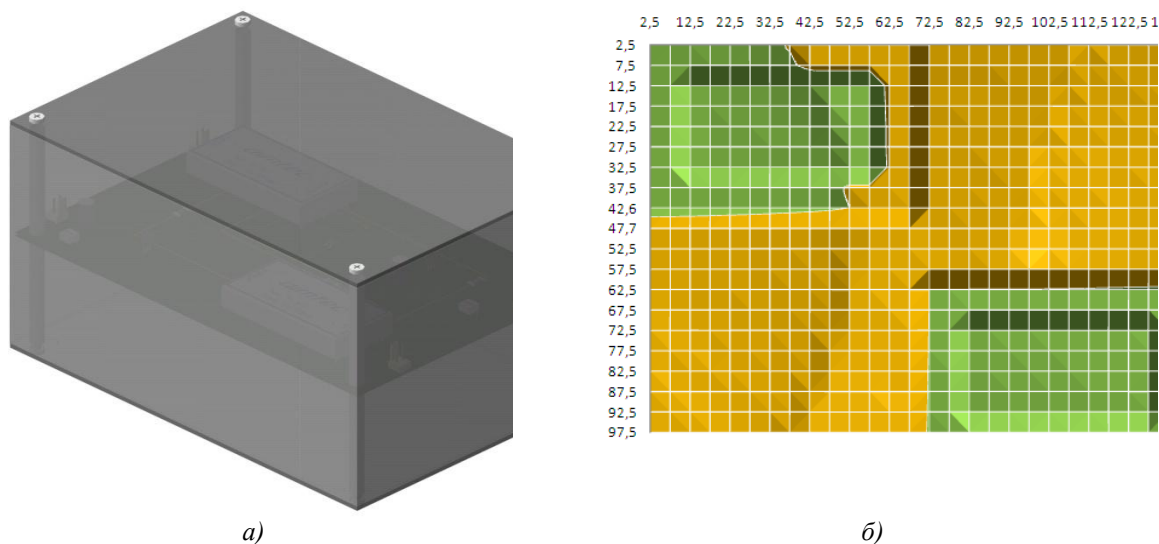


Рис. 2.12. а) 3D-модель ПУ находящегося внутри прибора; б) поле распределения накопленной дозы на ПУ с учетом «тени» от DC-DC преобразователей.

На рис. 1б хорошо видна создаваемая DC-DC преобразователями «тень» - зона, пригодная для установки критичных ЭРИ. Другими словами, в данном случае DC-DC преобразователи представляют из себя локальные экраны для элементов, устанавливаемых с другой стороны. В БРЭА применяются многослойные ПП, элементы, как правило, устанавливаются только с одной стороны. Специфика конструкции БРЭА подразумевает, что на металлическое основание платы-рамки (базовой единицы блока БРЭА) ПУ устанавливаются с *обеих сторон*. Таким образом, влияние этих «теней» может быть учтено при оценке дозовой нагрузки на элементах.

В итоге можно сказать, что:

1. Имея информацию о предполагаемом поле распределения накопленной дозы на ПУ (построенном с учетом будущей конструкции БРЭА, информации о расположении блока БРЭА в КА – то есть полной схемы радиационной защиты) проектировщик БРЭА имеет дополнительные граничные условия, позволяющие изначально расположить «ненадежные» с точки зрения стойкости элементы оптимально на плате.

2. Учитывая поле распределения накопленной дозы, проектировщик БРЭА КА имеет возможность, используя функцию оптимизации расположить/перерасположить на плате выявленные критичные элементы так, чтобы максимально возможное их количество попало в зоны с наименьшей накопленной дозой, что позволит повысить коэффициент запаса критичных элементов, таким образом повысится коэффициент запаса по дозе БРЭА КА в целом.

Проиллюстрируем высказанные положения с позиции изменения значений коэффициента запаса при грубой оценке уровня накопленной в БРЭА дозы и при учете неоднородности поля распределения накопленной дозы. Для примера, предположим, что на ПУ установлено 10 активных элементов. Грубая оценка подразумевает, что мы считаем уровень дозовой нагрузки на всех элементах одинаковым, в нашем случае он равен 5,5 Крад. В этом случае, как видно из рис. 2, три элемента из рассматриваемых 10, имеют коэффициент запаса меньше трех $K_3 < 3$: ОСМ 249 КП1, 1252 ЕР1Т, 2П769В92.

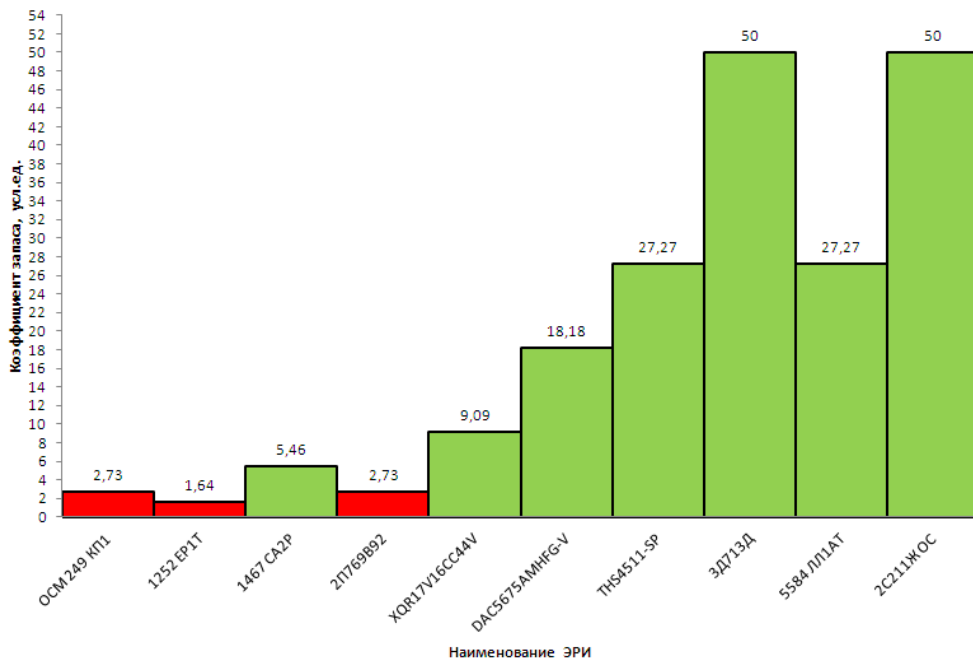


Рис. 2. Распределение значений коэффициента запаса при грубой оценке

Теперь оценим коэффициент запаса более точно. Предположим, что либо изначально, либо в результате проведения оптимизации компоновки элементов на плате, три критичных элемента оказались в «тени» (зонах, отмеченных зеленым на рис. 2.12б). Величина накопленной дозы в этих зонах 4,5 Крад. Как видно из рис. 2.14, внесение подобной коррекции изменяет результаты оценки коэффициента запаса в лучшую сторону. Тем не менее, остается одна микросхема ОСМ 249 КП1, чей коэффициент запаса, все равно меньше 3 - $K_3=2,73$. В такой ситуации у разработчика есть несколько путей:

- заменить микросхему на более радиационно-стойкую, аналогичную по всем характеристикам;
- применить локальную защиту на микросхему – в данном случае будет достаточно наклеить на корпус фольгу (тантал, вольфрам и т.д.).
- оставить все как есть, руководствуясь положением ГОСТ РВ 20.57.308 о том, что если экспериментально подтвержденный коэффициент запаса лежит в диапазоне $1,5 < K_3 < 3$, то БРЭА допускается к применению, то есть разработчику предлагается провести испытания БРЭА сначала до заданного в ТЗ уровня воздействия (подтвердить работоспособность аппаратуры), а потом (желательно, но необязательно) до отказа БРЭА (для установления предельной дозы).

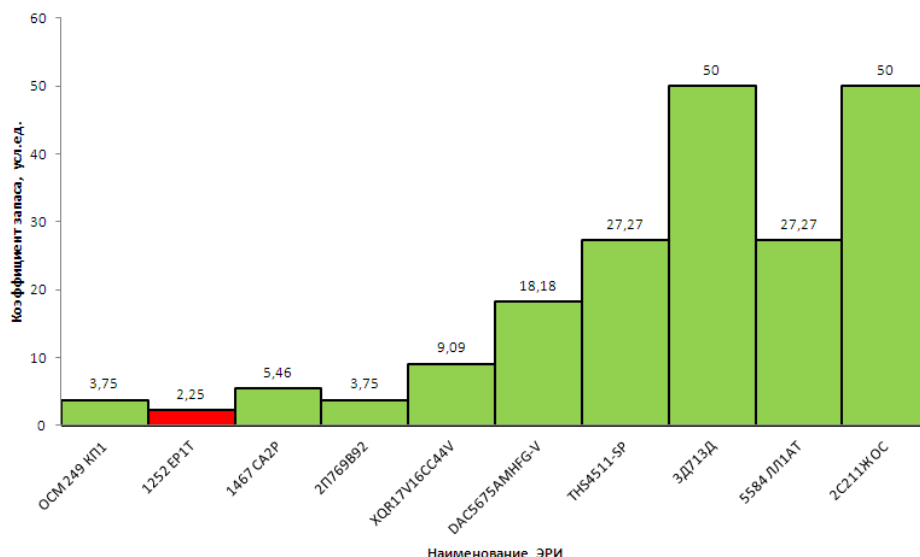


Рис. 2.14. Распределение значений коэффициента запаса при проведении более точной оценки

Таким образом, при учете неоднородности защиты ПУ в БРЭА, разработчик имеет возможность более точно оценить прогнозируемый коэффициент запаса и своевременно принять меры по его повышению.

Литература

1. (3) Л. С. Андрианов, С. Н. Герасимов, А. Г. Кадменский, Проблемы обеспечения радиационной стойкости и надежности электронной компонентной базы для бортовой аппаратуры. М.: Научно-технический сборник «Стойкость-2010», выпуск 13. – 2010, с. 57 – 59.
2. (XX) Peter C. Mehlitz, John Penix, Expecting the Unexpected - Radiation Hardened Software

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ АВТОЭМИССИОННЫХ И ТУННЕЛЬНЫХ МИКРОПРИБОРОВ

Балан Н.Н., Ивашов Е.Н.
Москва, ФГУП «ВО «Внештехника»,
МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрены конструкции и особенности технологии изготовления перспективных острых катодов туннельных и автоэмиссионных микроприборов, выполняемых по кремниевой технологии. Приведены основные характеристики и технологические режимы формирования электродных покрытий на основе силицида платины в качестве электродного слоя эмиттера.

Advanced materials for field emission and tunneling microdevices. Balan N.N., Ivashov E.N.

We consider the design and manufacturing of advanced field-emission cathodes (so-called «composite» emitters based on nanostructured carbon materials) and tunneling transducers. Considered microdevices are performed on conventional silicon planar technology except for some special operations. The process flow of device fabrication is presented and reasons to use platinum silicide as metallisation material are described.

Одним из перспективных направлений развития современной электроники является так называемая «вакуумная микроэлектроника» [1,2]. Этот термин используется для описания приборов или компонентов, имеющих микронные геометрические размеры (с нанометровыми допусками на эти размеры), принцип действия которых основан на явлении автоэлектронной эмиссии [2]. Главным преимуществом этих приборов является их высокая стойкость к воздействию температуры и радиации. Эта устойчивость обусловлена самой природой автоэлектронной эмиссии, лежащей в основе их работы. Кроме этого, для данных устройств ожидается сверхвысокое быстродействие, поскольку баллистический перенос электронов от катода к аноду обеспечивается за очень короткое время пролёта – менее одной пикосекунды.

На сегодняшний день создан ряд успешно функционирующих прототипов микроэлектронных приборов, использующих явление автоэлектронной эмиссии. Спектр подобных приборов достаточно широк – от средств визуального отображения информации [1-3] до миниатюрных СВЧ приборов [4] и генераторов излучения терагерцового диапазона [5]. Существуют также прототипы логических микроэлектронных устройств, использующих явление электронной эмиссии [1], тактильных сенсоров [6] и др.

Технология изготовления используемых в таких микроприборах эмиттеров в настоящее время стремится к совместимости со стандартными технологическими процессами, используемыми в производстве интегральных схем, что позволяет интегрировать массивы эмиттеров с управляющей электроникой и, таким образом, получать законченные миниатюрные электронные компоненты, предназначенные для функционирования в составе компактных автоэмиссионных дисплеев или вакуумных СВЧ приборов нового поколения.

При изготовлении чувствительных элементов туннельных преобразователей [7–12] возможно использование очень похожей технологии [11, 12]. В частности, процессы формирования электрода-«иглы» туннельного преобразователя и катодного узла автоэмиссионного микроприбора могут состоять фактически из одного и того же набора технологических операций.

В настоящем докладе рассмотрены некоторые конструктивные особенности острых эмиттеров туннельных и автоэмиссионных микроприборов и определены оптимальные технологические режимы формирования электродных элементов на основе силицида платины.

Известно, что плотность тока J автоэлектронной эмиссии с поверхности твердого тела под воздействием электрического поля напряженностью E подчиняется уравнению Фаулера–Нордгейма [13]:

$$J = aE^2 \exp\left(-\frac{b\phi^{3/2}}{E}\right),$$

где ϕ – работа выхода, параметры a и b зависят от геометрии и работы выхода. По причинам возрастания напряженности поля вблизи острых автоэлектронных эмиттеров изготавливаются, как правило, в виде поверхностей с большой кривизной.

Многоострый катодные матрицы

Для отбора относительно больших токов используют многоострые системы. В зависимости от размеров эмиттеров и расстояния до анода напряжение, обеспечивающее величину электрического поля, достаточную для возникновения автоэлектронной эмиссии, может составлять от сотен вольт до нескольких десятков киловольт.

В качестве примера многоострой матрицы можно рассмотреть «эмиттер Спиндта» [14] с сотовым управляющим электродом, вид которого приведен на рис. 1.

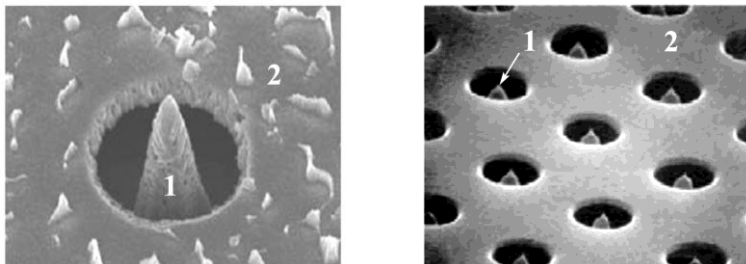


Рис. 1. Электронно-микроскопическая фотография а) одиночного автоэлектронного эмиттера Спиндта и б) матрицы эмиттеров – 1 с сотовым управляющим электродом – 2

Такой автоэлектронный эмиттер был создан в 70-х гг. XX в. в Стенфордском университете. Это был один из первых автоэмиссионных приборов, изготавливаемых по групповой технологии. Разработанная технология давала возможность создавать решетки автокатодов с молибденовыми остриями, содержавшие до 5000 острий с радиусом скругления $\sim 500 \text{ \AA}$ и плотностью упаковки $\sim 6,4 \cdot 10^5 \text{ см}^{-2}$.

В настоящее время технология изготовления подобных матриц, как правило, (за исключением некоторых специальных процессов) сведена к стандартным операциям маршрута КМОП-технологии, при этом сами острия исполняются методом локального термического окисления заготовки, созданной в объемном кремнии посредством высокоаспектного реактивно-ионного травления [15]. Отработанный режим травления и локального окисления позволяет получать хорошо воспроизводимую геометрию эмиттера с радиусом скругления 5...10 нм. При формировании управляющих и фокусирующих электродов используются наноструктурированные углеродные пленки, а также тонкие пленки металлов и поликристаллического кремния, разделенные диэлектрическими слоями оксида и нитрида кремния.

Вскрытие самосовмещенных эмиттерных отверстий осуществляется методом химико-механической планаризации (в отличие от «классической» технологии изготовления «эмиттера Спиндта», где сначала в металлической пленке, нанесенной на слой диэлектрика, вытравливались отверстия, после чего через эти отверстия травились полости в диэлектрике и, только после этого, путем напыления молибдена через отверстия, частично «зарощенные» алюминием, создавались катоды).

В работе [3] рассматривается автоэмиссионный катодный блок, изготовленный по «наномеханотронной» технологии. Работа над подобными устройствами этой группы в России ведется в последние годы в НИИФП им. Лукина [16]. Технология изготовления такого микроприбора содержит большей частью операции, принятые в стандартном КМОП процессе, с характерными размерами литографируемых элементов 1,5...0,8 мкм или даже больше. Упомянутая выше «наномеханотронная» технологическая операция позволяет проводить «заострение» полевого эмиттера-иглы до радиуса закругления 5...10 нм путем локального термического окисления кремния. Массив кремниевых ультраострых эмиттеров с сотовым управляющим электродом, созданный по такой технологии, изображен на рис. 2.

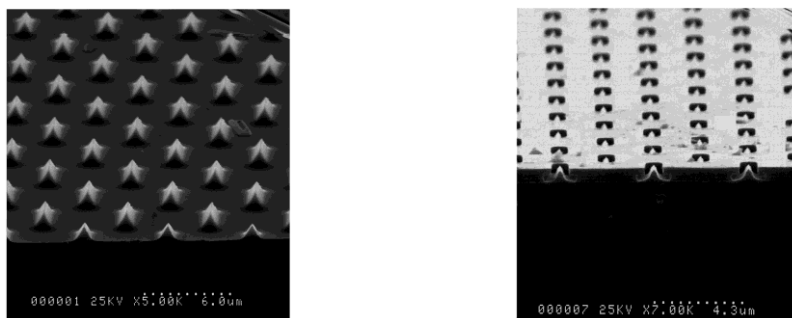


Рис. 2. Формирование матрицы кремниевых ультраострых эмиттеров с сотовым управляющим электродом: а) стадия формирования микроострий; б) стадия формирования поликремниевого сотового управляющего электрода с последующим вскрытием эмиттерных полостей посредством химико-механической планаризации

Как правило, острия из традиционных металлов или кремния распыляются под действием ионной бомбардировки и/или химически деградируют, что приводит к снижению их эмиссионных свойств. Повышение стабильности автоэлектронной эмиссии достигается улучшением вакуума, очисткой эмиттера, использованием импульсного напряжения (для ослабления миграции атомов в электрическом поле и саморазогрева эмиттера), умеренным подогревом эмиттера (для защиты от адсорбции и для «заглаживания» дефектов в местах удара ионов). Альтернативный подход – использование тонких пленок на основе углерода – уже привел к снижению требуемой напряженности электрического поля до 10^5 В/см (10 В/мкм).

Результаты исследований показали [17], что для повышения стабильности электронной эмиссии целесообразно нанесение на поверхность катода наноструктурированных пленок из тугоплавких материалов. Нанесение таких пленок позволяет во многом решить проблему нестабильности эмиссионного процесса, термического и электромиграционного разрушения катода и открывает путь к массовому прикладному использованию эффекта полевой эмиссии в перечисленных выше видах электронных приборов. Это также создает предпосылки для коммерциализации разработанной технологии с последующим серийным выпуском подобных монолитных автоэмиссионных катодных блоков.

Перспективные материалы автоэмиссионных катодных матриц

Многочисленные теоретические и экспериментальные исследования [18–20] показывают, что некоторые виды наноструктурированных углеродных покрытий, являются весьма перспективным эмиссионным материалом по причине высокой электро- и теплопроводности, химической и термической устойчивости. Плотность тока эмиссии J из эмиттеров, покрытых такими материалами, может достигать больших величин ~ 1 А/см² при достаточно низком значении управляющего напряжения (менее 10 В), тем более, если эмиттер сам по себе «заострен» до нанометровых радиусов кривизны.

Перспективность использования углеродных материалов в эмиттерах электронов обусловлена устойчивостью углерода к бомбардировке ионами остаточных газов, имеющих место в приборах, работающих в условиях технического вакуума и высоковольтного напряжения, а также возможностью снижения работы выхода электронов при определенных структурных модификациях, характерных для

алмазного типа гибридизации связей валентных электронов атомов углерода или углеродных нанотрубок с графитовым типом структуры (рис. 3) [21].

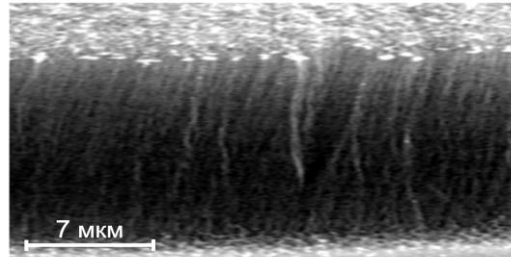


Рис. 3. РЭМ-изображение скола слоя высокоориентированных углеродных нанотрубок, осажденных из газовой фазы, на кремниевой подложке

Пороговая напряженность поля начала автоэмиссии катодов с нанотрубками составляет $0,5 \dots 1$ МВ/м при плотности тока $J \sim 0,5$ А/см² в постоянном режиме, а в импульсном ~ 2 А/см² и более. Однако недостаточная адгезия нанотрубок к подложке и подверженность к перенапылению углерода на анод создают ряд проблем для их широкого практического применения.

Наиболее эффективными материалами для получения долговечных высокостабильных автоэмиссионных катодов являются алмазные пленки. Достоинства таких катодов заключаются в сочетании высокой дрейфовой скорости носителей тока и электрической прочности алмазных кристаллов с высокой теплопроводностью пленки (~ 2000 Вт/м·К, что в 5 раз превышает теплопроводность меди). Практически это выражается в том, что для автоэмиссии можно использовать сильные электрические поля без опасения, что материал катода разрушится под влиянием импульса тока или джоулева тепла. Перспективны также его уникальные электронно-эмиссионные свойства, связанные с отрицательным электронным сродством, которое присуще широкозонным полупроводниковым материалам.

Недостатками автокатодов на основе алмазных материалов являются низкие плотности токов и высокие пороговые напряжения автоэлектронной эмиссии, составляющие $22 \dots 72$ МВ/м и более.

Особые надежды в устранении этих недостатков возлагаются на получение композитных наноалмазных эмиттеров, в которых, кроме уже названных традиционных свойств алмаза, присущих массивному кристаллическому состоянию, будут присутствовать квантовые эффекты, характерные для низкоразмерных систем. Сущность этих эффектов подробно изложена в работе [22]. Здесь при очень большой степени развитости поверхности, присущей нанокристаллическим материалам, влияние поверхностных уровней на электрические свойства полупроводников усиливается вплоть до изменения типа электропроводности.

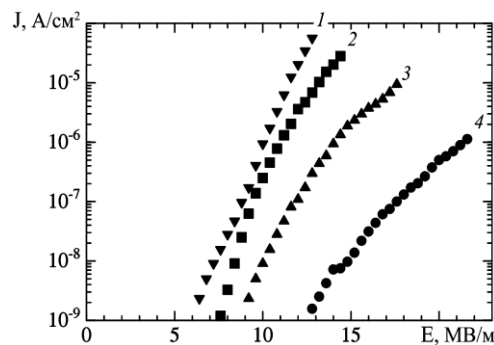


Рис. 4. Зависимость плотности эмиссионного тока J от напряженности электрического поля E для образцов эмиттеров, изготовленных при различных температурных режимах формирования промежуточного силицидного слоя [23]: 1 – а-С/Pt/Si, отжиг при 600°C ; 2 – а-С/Pt/Si, отжиг при 400°C ; 3 – а-С/Pt/Si, без отжига; 4 – а-С/Si

С таким заключением хорошо согласуются результаты исследования эмиссионных свойств алмазоподобных пленок, нанесенных на полупроводниковую подложку [23]. В качестве промежуточного слоя используется силицид платины. Этот материал образуется в результате твердофазной реакции «вжигания» пленки металлической платины в монокристаллический или поликристаллический кремний [24] и обычно применяется в таких изделиях твердотельной электроники, как силовые диоды Шоттки или ИК-фотоприемники [25].

На рис. 4 приведены характерные зависимости плотности эмиссионного тока J от напряженности электрического поля E для образцов композитных эмиттеров, изготовленных при различных температурных режимах формирования промежуточного силицидного слоя [23]: 1 – a -C/Pt/Si, отжиг при 600°C ; 2 – a -C/Pt/Si, отжиг при 400°C ; 3 – a -C/Pt/Si, без отжига; 4 – a -C/Si. Наблюдаемый эффект увеличения тока эмиссии J при использовании силицида платины как промежуточного слоя обусловлен высокой развитостью его поверхности.

В рамках настоящей работы силицид платины использовался в качестве электродного материала чувствительного элемента туннельного преобразователя. Этот материал обладает высокой электрической проводимостью и существенно облегчает формирование топологического рисунка электродов микроприбора, поскольку используемый в технологии процесс взрывной литографии металлической платины не технологичен из-за создаваемых им загрязнений. В этой связи его можно заменить обычной литографией по поликремнию с последующим вжиганием поликремния в платину и травливанием непрореагировавшего благородного металла в смеси кислот – «царской водке».

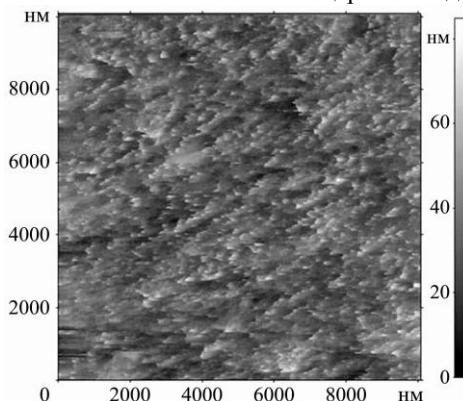


Рис. 6. СТМ-изображение поверхности силицида платины до термообработки

На рис. 6 приведен вид СТМ-изображения поверхности силицида платины до термообработки при $U = +0,3$ В и $I_t = 25$ пА.

Использовался туннельный зонд из платино-иридиевого сплава, полученного методом механического заострения. Исследования показали наличие характерной ярко выраженной экспоненциальной зависимости для туннельного тока «ток–высота», вид которой представлен на рис. 7.

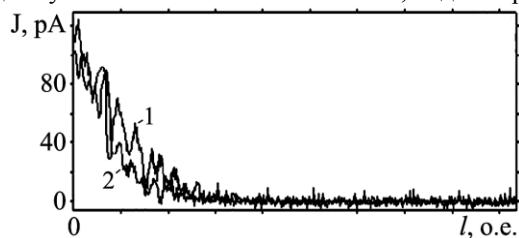


Рис. 7. Характерная зависимость туннельного тока J от расстояния l до поверхности пленки силицида платины, полученной без термообработки: 1 – прямой и 2 – обратный ход туннельного зонда

Результаты исследования подтверждают приемлемость туннельных характеристик силицида платины для его использования в качестве электродного материала чувствительного элемента преобразователя. Развитая поверхность электрода силицида платины (рис. 6) позволяет её использовать в качестве промежуточных слоев острейшего эмиттера в автоэмиссионных микроэлектронных приборах.

С целью определения структурных и электрофизических свойств силицидных пленок были проведены исследования рельефа и электрофизических характеристик поверхности до и после её температурного отжига при температурах до 850°C (температура плавления ФСС).

Для исследования локального электрического тока через поверхность силицида платины использовалась методика атомно-силовой микроскопии с проводящим кантилевером. Измерения проводились в контактном режиме. В этой схеме проводящий зонд находится в контакте с поверхностью исследуемого образца. К зонду прикладывалось электрическое напряжение смещения $U_{см} = +3,5$ В. Величина измеряемого тока обратно пропорциональна локальному электрическому сопротивлению поверхностного слоя исследуемого образца.

Исследование рельефа поверхности полученных образцов силицида платины методом АСМ в полуконтактном режиме показало, что технологический термический отжиг полученных слоев силицида платины при температурах до $820...830^\circ\text{C}$ обеспечивает высокую электрическую проводимость слоя.

Однако картина протекания локального электрического тока показывает некоторую неоднородность по току из-за наличия мелких диэлектрических островков по поверхности слоя (конгломераты размером ~ 10...20 нм, рис. 10, а).

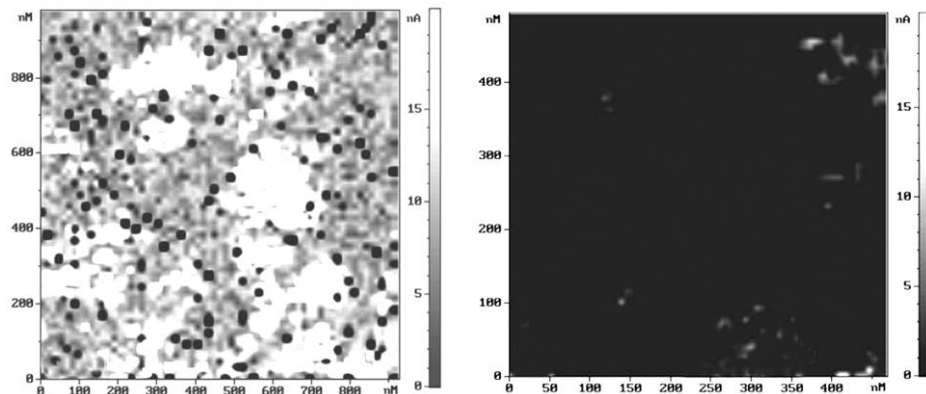


Рис. 10. Картина протекания локального электрического тока через пленку силицида платины после термообработки при температуре: а) 830 °С и б) 850 °С

Возможное объяснение их возникновения – выход на поверхность частиц кремния с последующим его окислением. Латеральные поверхностные конгломераты высокой электрической проводимости достигают диаметра ~ 200...300 нм на площади 1000×1000 нм².

Выводы. Показана перспективность использования силицида платины в качестве материала проводящих слоев чувствительного элемента туннельного преобразователя. Температура термообработок в процессе изготовления прибора не должна превышать 820...830 °С, так как при этом происходит резкое увеличение площади плохо проводящих участков поверхности.

Развитая поверхность силицида платины позволяет использовать данный материал в качестве промежуточного слоя для острейного эмиттера в автоэмиссионных микроэлектронных приборах.

Литература

1. Zhu W. Vacuum Microelectronics. – Wiley-Interscience, 2001. – 396 p.
2. Трубецков Д.И. Вакуумная микроэлектроника. Соросовский образовательный журнал, 1997, №4, с. 58-64.
3. Дюжев Н.А., Махиборода М.А., Скворцов В.Э. Электроннолучевой микродисплей высокого разрешения на базе кремниевого автоэмиссионного нанокатода // Первый международный Форум по нанотехнологиям, 3–5 декабря 2008 г., Москва – URL: [http://rusnanotech08.rusnanoforum.ru/sadm_files/disk/Docs/2/6/6%20\(11\).pdf](http://rusnanotech08.rusnanoforum.ru/sadm_files/disk/Docs/2/6/6%20(11).pdf) (дата обращения 13.04.2012)
4. Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. – М.: Физматлит, 2003. – 496 с.
5. Srivastava V. THz Vacuum microelectronic devices // Journal of Physics: Conference Series. – 2008. – V. 114. – №1. – P. 1–11.
6. Zhiyu Wen, Ying Wu, Zhcngyuan Zhang, Shilu Xu, Shanglian Huang, Youli Li. Development of an integrated vacuum microelectronic tactile sensor array // Sensors and Actuators A. – 2003. – V. 103. – P. 301–306.
7. Kenny T.W., Kaiser W.J., Waltman S.B., Reynolds J.K. Novel Infrared Detector Based on a Tunneling Displacement Transducer // Applied Physics Letters. – 1991. – V. 59(15) – P. 7.
8. DiLella D., Whitman L.J., Colton R.J., Kenny T.W., Kaiser W.J., Vote E.C., Podosek J.A., Miller L.M. A Micromachined Magnetic-Field Sensor Based on an Electron Tunneling Displacement Transducer // Sensors and Actuators. – 2000. – V. 86. – P. 8–20.
9. Liu C.H., Kenny T.A. High-Precision, Wide-Bandwidth Micromachined Tunneling Accelerometer // Journal of microelectromechanical systems. – 2001. – V. 10. – № 3. – P. 425-433
10. Шашкин В.И., Востоков Н.В., Вopilкин Н.А., Климов А.Ю., Волгунов Д.Г., Рогов В.В., Лазарев С.Г. О возможных конструкциях датчиков туннельно-эмиссионных акселерометров // Микросистемная техника. – 2003. – № 5. – С. 3–6.
11. Alexenko A.G., Ananyan M.A., Dshkhunyan V.L., Kolomeitzev V.F., Luskovich P.N., Nevsky A.B., Orlov O.A. Tunnel effect nanodetector of mechanical vibrations and method for preparation thereof // United States Patent. US 6,829,941 B2. Dec. 14. – 2004. – 7 p.

12. Балан Н.Н. Разработка и оптимизация конструктивных и технологических решений туннельных нанопреобразователей: автореф. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – М., МИЭМ, 2010. – 26 с.
13. Добрецов Л.Н., Гомоюнова М.В. Эмиссионная электроника. – М.: Наука, 1966. – 564с.
14. Spindt C.A. et al. Physical properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones // *Journal of Applied Physics*. – 1976. – V. 47. – № 12. – P. 5248–5263.
15. Agache V., Ringot R., Bigotte P., Senez V., Legrand B., Buchailot L., Collard D. Modeling and experimental validation of sharpening mechanism based on thermal oxidation for fabrication of ultra-sharp silicon nanotips // *IEEE Trans. on Nanotechnology*. – 2005. – V. 4. – № 5. – P. 548–554.
16. Djuzhev N.A., Beliaev S.N., Vlasenko V.A., Gogin A.A., Gontar V.M., Deniskin V.V., Mazaev A.A., Nevsky A.B., Tishin Y.I., Shokin A.N. A Silicon Gated Field Edge Cathode // *The 16th International Vacuum Microelectronics Conference*. 2003. Senri Life Science Center. Osaka. Japan. – 2003. – P. 177-178.
17. Дюжев Н.А., Махиборода М.А., Федирко В.Л. Исследование различных режимов автоэлектронной эмиссии кремниевого кантилевера // *Вакуумная наука и техника: Материалы XIV научно-техн. конф. (под ред. В. А. Быкова)*. – М.: МИЭМ, 2007. – С. 248–251.
18. Раков Э.Г. Химия и применение углеродных нанотрубок // *Успехи химии*. – 2001. – Т. 70. – С. 934.
19. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки и их эмиссионные свойства // *Успехи физических наук*. – 2002. – Т. 172. – С. 401.
20. Bonard J.M., Kind H., Stockli T., Nilsson L.O. Field emission from carbon nanotubes: the first five years // *Solid-State Electronics*. – 2001. – V. 45. – P. 893.
21. Образцов А.Н., Павловский И.Ю., Волков А.П. Автоэлектронная эмиссия в графитоподобных пленках // *ЖТФ*. – 2001. – Т. 71. – № 11. – С. 89–95.
22. Покровский Я.Е. Влияние поверхностных уровней на электрические свойства мелкозернистых пленок // *ЖТФ*. – 1954. – Т. 24. – № 7. – С. 1229.
23. Takashi Ikuno, Yuichi Kawano, Yang-Gyu Baek, Jeong-Tak Ryu, Mitsuhiro Katayama, Kenjiro Oura 炭素系薄膜の電界電子放出における界面金属の影響 Influence of Interface Metal on Field Emission from Carbon Film // *表面科学. Surface science* – 2000. – V. 21. – P. 502–506.
24. Мьюрарка Ш. Силициды для СБИС. – М.: Мир, 1986. – 200 с.
25. Досталко Л.П., Баранов В.В., Шаталов В.В. Пленочные токопроводящие системы СБИС. – Минск, 1989. – 238 с.

WEB-ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

Белоусов А. В., Глаголев С. Н., Кошлич Ю. А., Быстров А. Б.

г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

В статье рассмотрен принцип построения веб интерфейса системы мониторинга энергопотребления. В качестве примера системы диспетчеризации распределенных объектов электропотребления с веб интерфейсом представлен электронный ресурс <http://ntk.intbel.ru/energo> внедренной на базе демонстрационной зоны по энергосбережению БГТУ им. В. Г. Шухова системы мониторинга и оперативной визуализации распределенными объектами энергопотребления и жизнеобеспечения.

Web interface of dispatch system of distributed energy facilities. Belousov A., Glagolev S., Koshlich Y., Bystrov A.

This article describes the principle of building a web interface for monitoring system of distributed objects. As an example of dispatching system of distributed objects from a Web interface presented to an electronic resource <http://ntk.intbel.ru/energo>. Implemented monitoring system of distributed object on the basis of energy efficiency demonstration zone BSTU.

Среди существующих тенденций в области построения систем мониторинга выделяется переход к интенсивному внедрению веб-технологий, связанный с их всё более широким проникновением во все сферы управления и автоматизации инженерных систем энергоснабжения и энергораспределения зданий и сооружений. Данный подход представляет собой логическое развитие идеи использования тонких клиентов на стороне оператора.

Для веб-базируемого доступа к технологической информации был разработан подход на основе реверсивного AJAX [1]. В простейшем виде схема требуемого клиент-серверного взаимодействия может быть описана следующим образом. После загрузки статической информации с веб-сервера (сама страница, изображения, клиентские сценарии и т.д.) клиент посылает асинхронный HTTP-запрос с информацией, определяющей его текущее состояние. Веб-сервер фиксирует это состояние, оставляя HTTP-соединения открытым - таким образом происходит регистрация конкретного клиента на следующее обновление. Серверное приложение, осуществляющее опрос датчиков объекта, уведомляет веб-сервер об очередном изменении состояния. Информация о данном изменении отсылается веб-сервером клиенту, после чего клиент закрывает HTTP-соединение.

В рамках распределенной демонстрационной зоны по энергосбережению БГТУ им. В. Г. Шухова внедрена системы диспетчеризации распределенных объектов электропотребления. Электронный ресурс расположен по адресу <http://ntk.intbel.ru/enrego>.

Веб-интерфейс системы условно можно разделить на две компоненты: серверную и клиентскую. Серверная компонента в случае веб-интерфейса представляет из себя веб-сервер, выбор или разработка которого оказывает значительное влияние на возможность и скорость работы интерфейса. Клиентская компонента представляет из себя веб-страницы и те приложения или сценарии, которые исполняются в браузере пользователя и обеспечивают интерактивность интерфейса.

Связь с ОРС-сервером или иным источником технологической информации осуществляется в отдельном потоке, чтобы избежать ситуации, когда большое число зарегистрированных заявок препятствует своевременной экстракции экспортируемых значений переменных. Разработанные программные решения исполняются веб-сервером как обработчики, а потому не имеют полного контроля над самим процессом обслуживания запросов. Отвечающая за обработку процедура может быть вызвана сервером в любой заранее неопределённый момент времени, число одновременно исполняемых одним процессом веб-сервера экземпляров этой процедуры может быть любым.

Взаимодействие с веб-сервером осуществляется согласно спецификациям WSGI (Web Server Gateway Interface). В качестве веб-сервера при этом может выступать любой распространённый HTTP-сервер, наделённый поддержкой спецификаций WSGI, например, Apache 2.2 с модулем `mod_wsgi`. Возможны и более сложные варианты организации с разделением на "front-end" сервер, обслуживающий статические запросы и выступающий в качестве прокси-сервера, отправляющего запросы динамического содержимого на обработку "back-end" серверу. Такая функциональность может быть достигнута связкой из `nginx` и Apache соответственно.

Клиентская компонента разработанной системы опирается на концепцию RIA (Rich Internet Applications), согласно которой веб-браузер выступает в качестве "тонкого клиента" [2]. Особенностью системы является отказ от применения плагинов, обеспечивающих поддержку специализированных браузерных технологий (таких как Adobe Flash и Microsoft SilverLight), которые являются распространённым решением в области веб-визуализации [3, 4]. За счёт этого обеспечивается независимость решения от аппаратной платформы клиента.

Логика работы клиентской части веб-интерфейса демонстрационной зоны электропотребления университета реализована на языке JavaScript и использует библиотеку JQuery.

Запросы к серверу как оперативной, так и архивной информации происходят асинхронно, то есть независимо друг от друга и «не мешая» работе пользователя с интерфейсом системы.

Отображение информации в виде графиков реализовано посредством свободно распространяемой библиотеки `flot`. На графиках мгновенной потребляемой мощности наглядно обозначены временные интервалы экономии и перерасхода в сравнении с показателями прошлого года. Внешний вид графиков представлен на рисунке 1

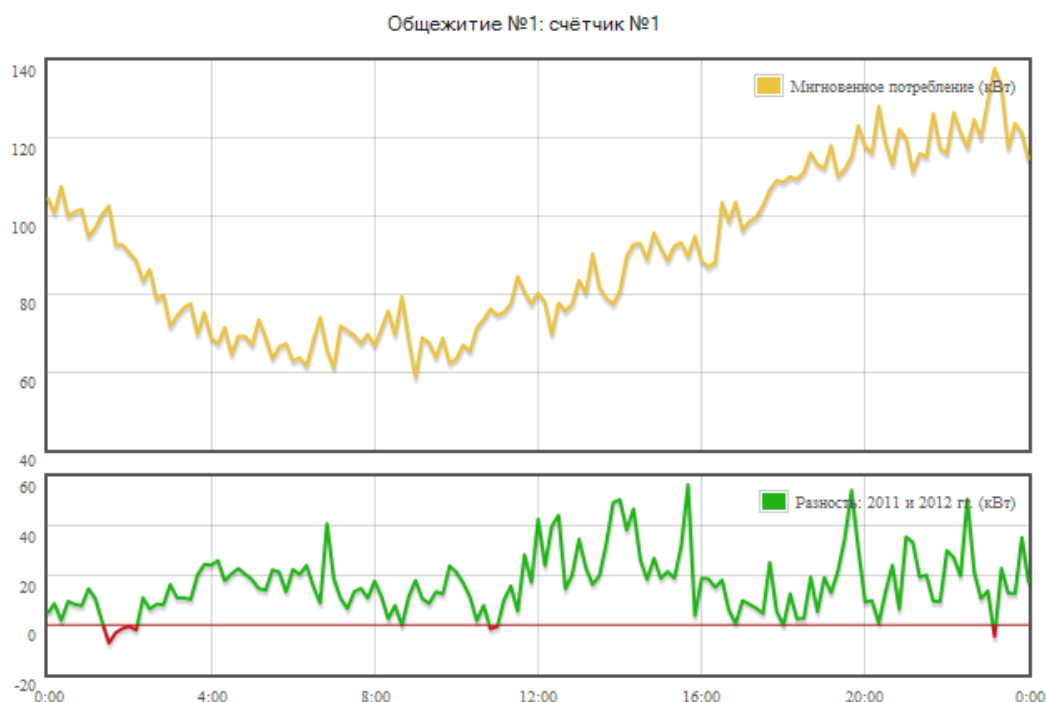


Рисунок 1 - График энергопотребления общежития №1.

Отчёты по потреблению энергии за указанный период формируется в виде статических html-таблиц или файлов в формате «csv». Фрагмент отчёта, возвращаемого пользователю в формате html-страницы, представлен на рисунке 2. Доступ к отчету может получить любой пользователь сети интернет выбрав пункт меню «Отчет по энергопотреблению» электронного ресурса <http://ntk.intbel.ru/energo>

Наименование и адрес объекта	Идентификатор	№ счётчика	Трансф. гока	Показания счётчика		Фактический расход, кВт*ч	Тариф с НДС	Сумма к оплате с НДС, руб
				Предыдущие	На момент святия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 Столовая, ул.Костюкова, д.46		00563341	400 / 5	9848838	9989972	11290.7		
		00564245	400 / 5	12432296	12620133	15027		
1 Восстановительный центр, ул.Костюкова, д.46		00362903	200 / 5	Нет данных	Нет данных	Нет данных		
2 Общежитие №1, ул.Костюкова, д.44 (газовые плиты)		00565044	200 / 5	53734046	54303031	22759.4		
		01829605	400 / 5	29076675	29537054	36830.3		
3 Общежитие №2, ул.Костюкова, д.44 (электрические плиты)		00331541	300 / 5	63413340	64067191	39231.1		
		00331575	200 / 5	35307687	35691191	15340.2		
		00331525	300 / 5	36551348	37043613	29535.9		

Рисунок 2. Фрагмент отчёта по электропотреблению за май 2012 года.

Значительные усилия были затрачены на сокращение объёмов передаваемого по сети трафика: динамически генерируемые ответы кэшируются сервером, используются корректные заголовки управления клиентским КЭШем, такие как Expires, Last-Modified, E-Tag, If-Modified-Since и If-None-Match

Все страницы, передаваемые веб-клиенту в результате работы системы визуализации, соответствуют стандарту языка разметки HTML 5 и рекомендациям комитета W3C. Описание стилей оформления страниц выделены в отдельные файлы и соответствуют спецификации CSS 3.

Внешний вид пользовательского интерфейса демонстрационной зоны системы учёта электропотребления университета приведён на рисунке 3.

Важно, что серверная структура построена в соответствии с принципами концепции REST - подход к архитектуре сетевых протоколов, обеспечивающих доступ к информационным ресурсам. Это снижает трудоёмкость организации её взаимодействия с любым веб-интерфейсом пользователя, построенным на иных технологиях, в случае необходимости.

Электропотребление в режиме реального времени

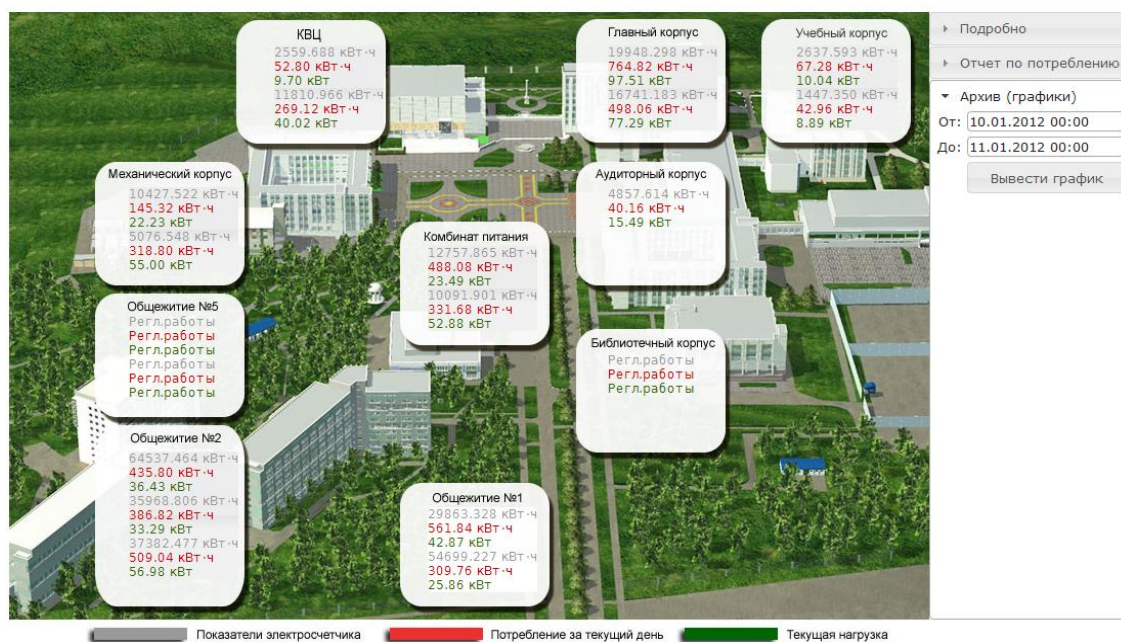


Рисунок 3 - Внешний вид веб-интерфейса системы мониторинга энергопотребления в составе демонстрационной зоны по энергосбережению БГТУ им. В. Г. Шухова.

Разработанная концепция позволяет использовать веб-приложение с широкого ряда мобильных устройств, таких как смартфоны и планшеты. Пользователь системы имеет возможность наблюдать изменения параметров системы, за которой ведётся наблюдение, и анализировать сложившуюся ситуацию в любых условиях.

Литература

1. Белоусов, А. В. Web-базируемый доступ к технологическим параметрам распределенных объектов энергоснабжения и энергораспределения зданий / А. В. Белоусов, Ю. А. Кошлич, А. Б. Быстров // Инновационные материалы и технологии: сб. докл. Междунар. науч. – практ. конф., Белгород, 11-12 окт. 2011 г. / Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – Ч. 1. – С. 45-51.
2. Accessible Rich Internet Applications. W3C Candidate Recommendation 18 January 2011. / 2011 г. - URL: <http://www.w3.org/TR/wai-aria> (дата обращения: 25.3.2012).
3. What CSWorks is. [Электронный ресурс]: CSWorks. Scalable automation solutions for the web URL:<http://www.controlsystemworks.com/ProductWhat.aspx> (дата обращения: 25.12.2011).
4. User Guide - Ecava IntegraXor 3.71. [Электронный ресурс]: IntegraXor. URL: <http://www.integraxor.com/doc/ug/index.html> (дата обращения: 29.5.2012)

УДК 681.586.57

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОСАДКА БЕСПИЛОТНОГО САМОЛЕТА

Бондарев В.Г.

Ставрополь, Ставропольский технологический институт сервиса

Предложены алгоритмы измерения угловых и линейных координат летательного аппарата относительно траектории, обеспечивающей точную и мягкую посадку, а также компенсации движения цифровых фотокамер во время фотоэкспозиции.

Automatic landing drones. Bondarev V.

The algorithms of measurement of angular and linear coordinates of the aircraft relative to the trajectory, providing accurate and a soft landing, as well as digital cameras, motion compensation during the photo exhibition.

Посадка самолета является сложным режимом полета, который сопровождается большим количеством катастроф и требует уникальной подготовки летного состава, до 40 % катастроф происходит при посадке самолета. Если считать, что продолжительность захода на посадку и посадки составляет в среднем 2–5 % всего времени полёта, то аварийность на этих этапах оказывается в 10 – 15 раз больше, чем средняя аварийность в течение полёта [1].

Посадка беспилотного летательного аппарата (БЛА) представляет собой еще более сложную задачу, что обусловлено недостаточным уровнем развития систем обеспечивающих посадку.

Посадка БЛА может осуществляться несколькими известными способами:

- парашютно-амортизирующим способом;
- способом подхвата посадочной сетью;
- по самолетному на взлетно-посадочную полосу (ВПП);
- подхватом в воздухе вертолетом или самолетом.

Беспилотные автономно управляемые самолеты обладают значительными скоростными характеристиками: чаще всего используются турбореактивные двигатели, что определяет относительно большие массы БЛА. Большие скорости и относительно высокие массы определяют сложность подхвата БЛА сетью. Основным препятствием, стоящим на пути автоматизации посадки по самолетному, является неточное отслеживание заданной траектории полета. В конечном итоге парашютный способ посадки, несмотря на все свои недостатки, оказался наиболее реализуемым для БЛА. К недостаткам парашютного способа посадки следует отнести необходимость подготовки площадки посадки значительных размеров (до 5 x 5) км и более), на которых должны быть убраны деревья, крупные скальные глыбы и так далее. Кроме этого, к основным недостаткам данного способа посадки следует отнести низкую оперативность повторного применения БЛА. Это связано с необходимостью поиска БЛА и доставки в район старта [2]. “Грубость” такого способа посадки приводит к малому количеству гарантированных (до 5 ÷ 10) пусков и большому проценту потерь БЛА (до 20%) в процессе их применения, что лишний раз подтверждает необходимость разработки автоматической посадки самолета.

Применяемые в настоящее время радиотехнические системы посадки не всегда могут быть использованы на БЛА из-за больших габаритов и веса. Использование спутниковой навигации для обеспечения полета по маршруту и посадки также имеет существенные недостатки, такие как, слабая помехоустойчивость, а также возможность внедрения в контур управления БЛА через информационный канал СНС [3].

Поскольку актуальность автоматической посадки беспилотных самолетов необычайно велика, то весьма целесообразной является разработка новых подходов, основанных на применении не стандартных инструментальных средств.

Решение этой проблемы видится в использовании системы посадки основанной на использовании совокупности трех лазерных полупроводниковых инфракрасных маяков, обеспечивающих излучение в частотном диапазоне, совпадающем с одним из окон прозрачности влажного воздуха атмосферы, в достаточно широком секторе, включающем посадочную траекторию. Измерительным органом этой системы является бортовая система технического зрения (СТЗ), включающая две разнесенные цифровые телекамеры и вычислитель. Траектория посадки формируется аналитически, а также вычисляется отклонение БЛА от желаемой траектории посадки.

Измерение положения БЛА относительно ВПП

Пусть на БЛА, выполняющем посадку на ВПП, установлена СТЗ с двумя разнесенными цифровыми телекамерами (рисунок 1), в поле зрения которых находится ВПП, оснащенная тремя лазерными маяками. Рассмотрим геометрические соотношения, описывающие процесс измерения положения самолета относительно ВПП. Полагаем, что обработка изображений цифровых камер, выполняется с целью нахождения изображений трех маяков и их координат на фоточувствительных матрицах. Прямоугольная система координат $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$ связана с ВПП. Система координат $OXYZ$ связана с БЛА, где ось OX направлена параллельно его продольной оси и оптическим осям фотообъективов O_1X_1 и O_2X_2 , оси OZ , O_1Z_1 и O_2Z_2 параллельны поперечной оси и совпадают с линией соединяющей центры фоточувствительных матриц $ФМ_1$ и $ФМ_2$, OY перпендикулярна осям OX и OZ , добавляя их до правой системы координат. Координаты маяков $M_i(X_i^{(1)}, Y_i^{(1)}, Z_i^{(1)})$ в системе координат $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$ считаем известными.

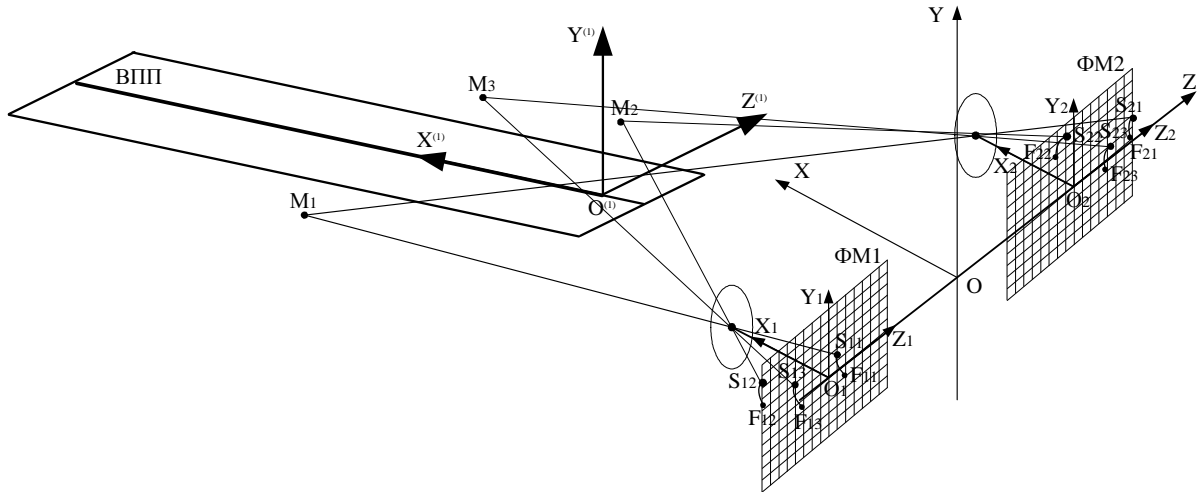


Рисунок 1 – Оптическая схема измерения положения БЛА

Расстояние между центрами фоточувствительных матриц обозначим B , а фокусные расстояния фотообъективов – $F_1 = F_2 = F$. Функционирование бортовой СТЗ сводится к измерению координат точек M_i в системе координат $OXYZ$. Эти координаты вычисляются следующим образом

$$X_i = F \left(\frac{B}{Z_{2i} - Z_{1i}} + 1 \right), \quad Y_i = B \frac{Y_{1i}}{Z_{1i} - Z_{2i}}, \quad Z_i = \frac{B Z_{1i} + Z_{2i}}{2 Z_{1i} - Z_{2i}}, \quad (1)$$

где $Y_{1i}, Z_{1i}, Y_{2i}, Z_{2i}$ – координаты изображений точек M_i на фоточувствительных матрицах, первый индекс обозначает номер фоточувствительной матрицы, второй индекс $i = \overline{1, 3}$ – номер точки.

Вывод соотношений (1) осуществлялся методами аналитической геометрии на основе положений геометрической оптики. Тогда, координаты БЛА $X_0^{(1)}, Y_0^{(1)}, Z_0^{(1)}$ в системе $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$ определяются посредством следующего соотношения

$$\begin{pmatrix} X_0^{(1)} & Y_0^{(1)} & Z_0^{(1)} \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} X_i^{(1)} & Y_i^{(1)} & Z_i^{(1)} \end{pmatrix}^T - (A)^T \begin{pmatrix} X_i & Y_i & Z_i \end{pmatrix}^T, \quad (2)$$

где матрица направляющих косинусов A имеет вид

$$(A) = \begin{pmatrix} \cos \beta \cos \vartheta & \sin \vartheta & -\sin \beta \cos \vartheta \\ \sin \beta \sin \alpha - \sin \vartheta \cos \beta \cos \alpha & \cos \alpha \cos \vartheta & \cos \beta \sin \alpha + \sin \beta \sin \vartheta \cos \alpha \\ \sin \beta \cos \alpha + \cos \beta \sin \vartheta \sin \alpha & -\cos \vartheta \sin \alpha & \cos \beta \cos \alpha - \sin \beta \sin \vartheta \sin \alpha \end{pmatrix}$$

здесь α, β, ϑ – неизвестные углы взаимной ориентации БЛА относительно ВПП.

Векторы $\begin{pmatrix} X_i & Y_i & Z_i \end{pmatrix}^T$ координат маяков, имеющие начало в точке O в системе координат $OXYZ$ непосредственно измеряется с помощью СТЗ, поэтому соотношение (2) можно использовать для вычисления координат самолета относительно ВПП.

Матричное уравнение (2) в скалярном виде представляет собой систему девяти уравнений относительно шести неизвестных $X_0^{(1)}, Y_0^{(1)}, Z_0^{(1)}, \alpha, \beta, \vartheta$, при этом маяки M_i необходимо разместить в вершинах треугольника не нулевой площади.

Решение этой задачи достигается применением следующего матричного выражения для матрицы (A)

$$(A) = \begin{pmatrix} X_2^{(1)} - X_1^{(1)} & X_3^{(1)} - X_2^{(1)} & (Y_2^{(1)} - Y_1^{(1)})(Z_3^{(1)} - Z_2^{(1)}) - \\ & & -(Y_3^{(1)} - Y_2^{(1)})(Z_2^{(1)} - Z_1^{(1)}) \\ Y_2^{(1)} - Y_1^{(1)} & Y_3^{(1)} - Y_2^{(1)} & (X_3^{(1)} - X_2^{(1)})(Z_2^{(1)} - Z_1^{(1)}) - \\ & & -(X_2^{(1)} - X_1^{(1)})(Z_3^{(1)} - Z_2^{(1)}) \\ Z_2^{(1)} - Z_1^{(1)} & Z_3^{(1)} - Z_2^{(1)} & (X_2^{(1)} - X_1^{(1)})(Y_3^{(1)} - Y_2^{(1)}) - \\ & & -(X_3^{(1)} - X_2^{(1)})(Y_2^{(1)} - Y_1^{(1)}) \end{pmatrix} \times$$

$$\times \begin{pmatrix} X_2 - X_1 & X_3 - X_2 & (Y_2 - Y_1)(Z_3 - Z_2) - \\ & & -(Y_3 - Y_2)(Z_2 - Z_1) \\ Y_2 - Y_1 & Y_3 - Y_2 & (X_3 - X_2)(Z_2 - Z_1) - \\ & & -(X_2 - X_1)(Z_3 - Z_2) - \\ Z_2 - Z_1 & Z_3 - Z_2 & (X_2 - X_1)(Y_3 - Y_2) - \\ & & -(X_3 - X_2)(Y_2 - Y_1) \end{pmatrix}^{-1}. \quad (3)$$

При выводе выражения для матрицы (A) используется три соотношения, описывающих преобразование координат двух векторов - сторон треугольника $M_1M_2M_3$ и их векторного произведения. Из трех векторов-столбцов в системах координат $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$ и $OXYZ$ составляются блочные матрицы размерностью 3×3 , входящие в соотношение (9), связанные посредством матрицы (A) . Полученное таким образом матричное соотношение позволяет выразить искомую матрицу (A) .

Когда матрица (A) вычислена, углы положения самолета выражаются

$$\alpha = -\arctg(a_{32}/a_{22}), \quad (4)$$

$$\beta = -\arctg(a_{13}/a_{11}), \quad (5)$$

$$\vartheta = \arcsin a_{12}, \quad (6)$$

где a_{nm} - коэффициенты матрицы (A) , а $n, m = \overline{1,3}$ номера ее строк и столбцов.

Таким образом, последовательное применение соотношений (1), (3) (4), (5), (6) и (2) позволяет вычислить искомые координаты положения самолета $X_0^{(1)}, Y_0^{(1)}, Z_0^{(1)}, \alpha, \beta, \vartheta$, относительно ВПП.

Определение отклонения БЛА от траектории посадки

Рассмотрим возможность измерения отклонения положения БЛА (точка Л) от прямой линии ТП (рисунок 2), проходящей через желаемую точку посадки $\Pi(X_{\Pi}^{(1)}, Y_{\Pi}^{(1)}, Z_{\Pi}^{(1)})$ и удовлетворяющую условию:

$$\alpha_o = \arcsin \frac{V_{yo}}{V},$$

где α_o - угол наклона траектории.

Запишем вектор $\overline{ЛП}$ в системе координат $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$

$$\overline{ЛП} = \overline{e}_X^{(1)}(X_{\Pi}^{(1)} - X_O^{(1)}) + \overline{e}_Y^{(1)}(Y_{\Pi}^{(1)} - Y_O^{(1)}) + \overline{e}_Z^{(1)}(Z_{\Pi}^{(1)} - Z_O^{(1)}),$$

где $\overline{e}_X^{(1)}, \overline{e}_Y^{(1)}, \overline{e}_Z^{(1)}$ - единичные орты системы координат $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$.

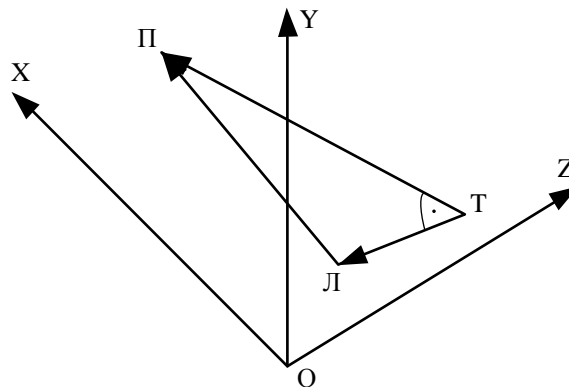


Рисунок 2 - Измерение положения БЛА относительно посадочной траектории

Проекция этого вектора на траекторию посадки прямую ТП определяется как скалярное произведение

$$\left| \overline{T\Pi} \right| = \overline{L\Pi} \cdot \overline{e_{T\Pi}} = \cos \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)}) + \sin \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)}), \quad (7)$$

где единичный вектор $\overline{e_{T\Pi}}(\cos \alpha_o, \sin \alpha_o, 0)$ параллелен вектору $\overline{T\Pi}$.

Тогда вектор $\overline{T\Pi}$ выразим следующим образом

$$\overline{T\Pi} = \left| \overline{T\Pi} \right| \cdot \overline{e_{T\Pi}} = [\cos \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)}) + \sin \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)})] \cdot (\overline{e_x^{(1)}} \cos \alpha_o + \overline{e_y^{(1)}} \sin \alpha_o).$$

Отклонение ЛА от линии $T\Pi$ найдем в виде вектора $\overline{T\overline{L}}$, который выразим как разность векторов $\overline{T\Pi}$ и $\overline{L\Pi}$

$$\begin{aligned} \overline{T\overline{L}} &= \overline{T\Pi} - \overline{L\Pi} = \overline{e_x^{(1)}} \sin \alpha_o [\cos \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)}) - \sin \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)})] + \\ &+ \overline{e_y^{(1)}} \cos \alpha_o [\sin \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)}) - \cos \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)})] - \overline{e_z^{(1)}} (Z_{\Pi}^{(1)} - Z_o^{(1)}) \end{aligned}$$

Выразим вектор $\overline{T\overline{L}}$ в проекциях на оси системы координат $OXYZ$ связанной с ЛА, для этого воспользуемся матрицей преобразования координат (A)

$$\begin{pmatrix} X_{T\overline{L}} \\ Y_{T\overline{L}} \\ Z_{T\overline{L}} \end{pmatrix} = (A) \begin{pmatrix} X_{T\overline{L}}^{(1)} \\ Y_{T\overline{L}}^{(1)} \\ Z_{T\overline{L}}^{(1)} \end{pmatrix} = (A) \cdot \begin{pmatrix} \sin \alpha_o [\cos \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)}) - \sin \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)})] \\ \cos \alpha_o [\sin \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)}) - \cos \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)})] \\ -(Z_{\Pi}^{(1)} - Z_o^{(1)}) \end{pmatrix}.$$

Если компоненты $Y_{T\overline{L}}^{(3)}$ и $Z_{T\overline{L}}^{(3)}$ вектора $\overline{L\Pi}$ использовать для формирования сигналов управления в продольном и боковом каналах САУ, то САУ обеспечит посадку по траектории близкой к прямой ПР.

$$\begin{aligned} Y_{T\overline{L}} &= a_{21} \sin \alpha_o [\cos \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)}) - \sin \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)})] + \\ &+ a_{22} \cos \alpha_o [\sin \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)}) - \cos \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)})] - a_{23} (Z_{\Pi}^{(1)} - Z_o^{(1)}), \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} Z_{T\overline{L}} &= a_{31} \sin \alpha_o [\cos \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)}) - \sin \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)})] + \\ &+ a_{32} \cos \alpha_o [\sin \alpha_o (X_{\Pi}^{(1)} - X_o^{(1)}) - \cos \alpha_o (Y_{\Pi}^{(1)} - Y_o^{(1)})] - a_{33} (Z_{\Pi}^{(1)} - Z_o^{(1)}). \end{aligned} \quad (9)$$

Поскольку такая посадка выполняется в точке П, с боковой скоростью $V_z = 0$, вертикальной скоростью $V_y = V_{y_o}$, то можно утверждать, что полученные соотношения (1), (3) (4), (5), (6), (2), (8) и (9) формируют алгоритм мягкой и точной, автоматической посадки на ВПП.

Аналитическая компенсация движения во время фотоэкспозиции

Энергичные эволюции БЛА на этапе посадки создают определенные препятствия качественной работе цифровых фотокамер, что связано с перемещением изображений ВПП по фоточувствительным матрицам за время фотоэкспозиции. Известный способ устранения последствий этого нежелательного явления называется электронной стабилизацией изображений, однако он предполагает использование фотокамер более сложной конструкции, поэтому алгоритмические способы борьбы с последствиями смазывания изображений могут быть актуальны.

Рассмотрим изображения маяков, полученные при экспозиции во время совершения достаточно энергичных эволюций БЛА. Точечные изображения маяков, получаемые на неподвижных фотокамерах, преобразуются в изображения в виде отрезков кривых $S_{11}F_{11}$, $S_{12}F_{12}$ $S_{13}F_{13}$. Решение задачи сведем к определению приращений угловых и линейных координат местоположения БЛА за время экспозиции. Будем считать, что при обработке изображений определены координаты начальных $Y_{1i}(S), Z_{1i}(S), Y_{2i}(S), Z_{2i}(S)$ и конечных $Y_{1i}(F), Z_{1i}(F), Y_{2i}(F), Z_{2i}(F)$ точек этих отрезков на фоточувствительных матрицах ФМ1 и ФМ2. Поскольку определение начала и конца отрезков кривых является процедурой не вполне однозначной, рассмотрим ее более подробно. Для идентификации начальных и конечных точек на изображениях маяков воспользуемся тем, что координаты маяков в системе координат $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$ известны, поэтому расстояния между маяками являются известными величинами. Чтобы воспользоваться этими соображениями, вычислим координаты маяков в системе координат $OXYZ$ в моменты, соответствующие началу и концу фотоэкспозиции

$$\begin{aligned} X_i(S) &= F \left(\frac{B}{Z_{2i}(S) - Z_{1i}(S)} + 1 \right), \quad Y_i(S) = B \frac{Y_{1i}(S)}{Z_{1i}(S) - Z_{2i}(S)}, \quad Z_i(S) = \frac{B}{2} \frac{Z_{1i}(S) + Z_{2i}(S)}{Z_{1i}(S) - Z_{2i}(S)}, \\ X_i(F) &= F \left(\frac{B}{Z_{2i}(F) - Z_{1i}(F)} + 1 \right), \quad Y_i(F) = B \frac{Y_{1i}(F)}{Z_{1i}(F) - Z_{2i}(F)}, \quad Z_i(F) = \frac{B}{2} \frac{Z_{1i}(F) + Z_{2i}(F)}{Z_{1i}(F) - Z_{2i}(F)}. \end{aligned}$$

Выразим расстояния между маяками, используя результаты измерений координат маяков

$$\left. \begin{aligned} & \sqrt{(X_1(S) - X_2(S))^2 + (Y_1(S) - Y_2(S))^2 + (Z_1(S) - Z_2(S))^2} = \\ & = \sqrt{(X_1(F) - X_2(F))^2 + (Y_1(F) - Y_2(F))^2 + (Z_1(F) - Z_2(F))^2} = \\ & = \sqrt{(X_1^{(1)} - X_2^{(1)})^2 + (Y_1^{(1)} - Y_2^{(1)})^2 + (Z_1^{(1)} - Z_2^{(1)})^2} = R_{12} \\ & \sqrt{(X_1(S) - X_3(S))^2 + (Y_1(S) - Y_3(S))^2 + (Z_1(S) - Z_3(S))^2} = \\ & = \sqrt{(X_1(F) - X_3(F))^2 + (Y_1(F) - Y_3(F))^2 + (Z_1(F) - Z_3(F))^2} = \\ & = \sqrt{(X_1^{(1)} - X_3^{(1)})^2 + (Y_1^{(1)} - Y_3^{(1)})^2 + (Z_1^{(1)} - Z_3^{(1)})^2} = R_{13} \\ & \sqrt{(X_3(S) - X_2(S))^2 + (Y_3(S) - Y_2(S))^2 + (Z_3(S) - Z_2(S))^2} = \\ & = \sqrt{(X_3(F) - X_2(F))^2 + (Y_3(F) - Y_2(F))^2 + (Z_3(F) - Z_2(F))^2} = \\ & = \sqrt{(X_3^{(1)} - X_2^{(1)})^2 + (Y_3^{(1)} - Y_2^{(1)})^2 + (Z_3^{(1)} - Z_2^{(1)})^2} = R_{32} \end{aligned} \right\}, \quad (17)$$

где R_{12} , R_{13} , R_{32} - известные из условия задачи расстояния между маяками.

Вычислив расстояния между различными возможными парами точек S_1F_2 , S_1F_3 , S_2F_3 , S_1S_2 , S_1S_3 , S_2S_3 , F_1S_2 , F_1S_3 , F_2S_3 , F_1F_2 , F_1F_3 , F_2F_3 , выберем из них те, расстояние между которыми удовлетворяет условиям (17). Кроме этого, необходимо определить какие из точек принадлежат началу, а какие концу изображений отрезков, это можно сделать по знаку разности

$$\begin{aligned} X_1(S) - X_1(F) &> 0, \\ X_2(S) - X_2(F) &> 0, \\ X_3(S) - X_3(F) &> 0. \end{aligned}$$

Когда процедура отбора точек выполнена, найдем координаты БЛА, соответствующие началу $X_o^{(1)}(S)$, $Y_o^{(1)}(S)$, $Z_o^{(1)}(S)$, $\alpha(S)$, $\beta(S)$, $\vartheta(S)$, и концу $X_o^{(1)}(F)$, $Y_o^{(1)}(F)$, $Z_o^{(1)}(F)$, $\alpha(F)$, $\beta(F)$, $\vartheta(F)$, экспозиции, используя для этого соотношения (1), (3) (4), (5), (6) и (2).

По разности этих координат и времени экспозиции определим составляющие линейной и угловой скорости БЛА

$$\begin{aligned} V_x &= \frac{X_o^{(1)}(F) - X_o^{(1)}(S)}{\Delta t}, & V_y &= \frac{Y_o^{(1)}(F) - Y_o^{(1)}(S)}{\Delta t}, & V_z &= \frac{Z_o^{(1)}(F) - Z_o^{(1)}(S)}{\Delta t}, \\ \omega_x &= \frac{\alpha(F) - \alpha(S)}{\Delta t}, & \omega_y &= \frac{\beta(F) - \beta(S)}{\Delta t}, & \omega_z &= \frac{\vartheta(F) - \vartheta(S)}{\Delta t}. \end{aligned}$$

Выводы:

Измерительная система, обеспечивающая автоматическую посадку на ВПП, состоит из трех лазерных маяков, установленных на полосах безопасности, а также СТЗ летательного аппарата.

Предложенная траектория посадки обеспечивает заданные значения составляющих относительной скорости касания и положение точки касания на ВПП.

Алгоритм компенсации движения во время фотоэкспозиции позволяет дополнительно определить угловую и линейную скорость БЛА, что может использоваться для целей его управления.

Литература

1. Белгородский, С. Л. Автоматизация управления посадкой самолета [Текст]: монография / С. Л. Белгородский – М.: «Транспорт», 1972. – 352 с.
2. Красильщиков, М.Н. Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий. Красильщиков М.Н., Серебряков Г.Г. М.: Физматлит, 2005, 280 с.
3. Киви, Б. О дроне в угоне [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/offsyanka/>.

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММ В УСЛОВИЯХ СБОЕВ И ВОССТАНОВЛЕНИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В.
Москва, МЭСИ

Время выполнения программ напрямую влияет на оценку оперативности выполнения запрошенных функций, например, при он-лайн банкинге или биллинговых проводках и, как следствие, определяет удобство и качество оказываемых услуг. Таким образом, задача оценки длительности выполнения программ в реальной вычислительной среде является актуальной при проектировании и эксплуатации информационных систем реального времени. В работе рассматривается полумарковская модель оценки времени выполнения программ в условиях возникновения сбоев и последующих восстановлений вычислительного процесса.

Evaluation of time performance programs in the failure and recovery calculation process. Berketov G.A., Mikryukov A.A., Fedoseev S.V.

Execution time of programs directly affect the assessment of efficiency of execution requested features such as online banking or billing postings and, consequently, determines the ease and quality of services provided. Thus, the problem of estimating the duration of the program implementation in a real computing environment is relevant for the design and operation of information systems, real-time. In this paper we consider the semi-Markov model estimates execution time of programs in terms of failures and subsequent recoveries of the computational process.

Неизбежность ошибок в сложных программных средствах, а также аппаратные сбои и возможные искажения данных приводят к необходимости регулярной проверки правильности исполнения программ и корректности получаемых результатов [1].

Рассматривается следующая схема организации оперативного контроля вычислительного процесса. Программа разбивается на k блоков (модулей). Перед выполнением каждого блока организуется запоминание исходных данных для повторного просчета этого блока при возникновении сбоя (процедура записи контрольной точки). Длительность выполнения программы подготовки данных для записи контрольной точки обозначим τ . При обнаружении сбоя и восстановлении вычислительного процесса происходит возврат к последней контрольной точке и повторное выполнение программного блока.

При отсутствии сбоя общее время решения задачи с учетом работы подпрограммы подготовки исходных данных для записи контрольной точки составит величину $T+kt$, где T -- номинальная длительность выполнения программы, τ – время записи контрольной точки. При воздействии на вычислительный процесс потока сбоев длительность выполнения программы в общем случае возрастает и становится случайной величиной. Процесс выполнения программного блока (рис.1) описывается переменными: \bar{t}_k – момент возникновения сбоя; τ_1 – время записи контрольной точки; \underline{t}_k – момент начала выполнения программного блока или его повторения после возникновения сбоя; θ_i – общее время выполнения i -го программного блока.

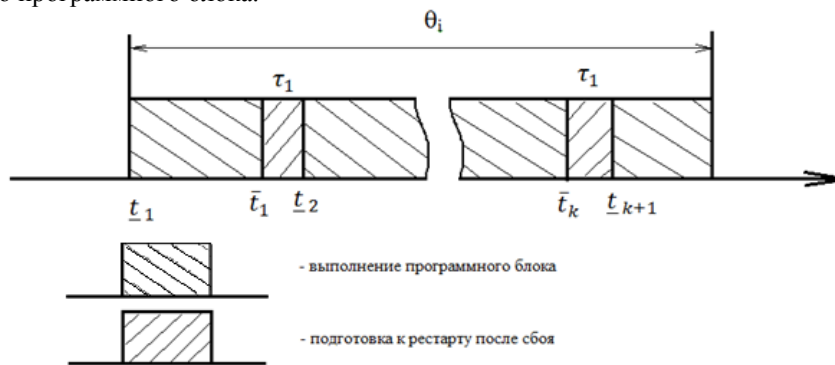


Рис. 1. Процесс выполнения программного блока

Для оценки времени выполнения программного блока θ_i построим полумарковскую модель вычислительного процесса. Граф переходов полумарковской модели (рис. 2) включает следующие состояния: состояние 1 – первичная обработка программного блока; состояние 2 – подготовка к рестарту после возникновения сбоя; состояние 3 – повторная обработка программного блока; состояние 4 – окончание вычислений. Состояние 4 является поглощающим.

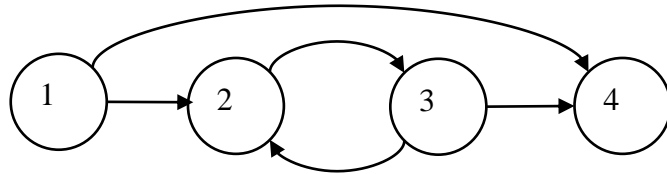


Рис. 2. Граф переходов полумарковской модели вычислительного процесса

В общем случае полумарковский процесс определяется матрицей переходных вероятностей $P = (P_{ij})_{m \times m}$, $i, j = 1, m$, где m – число состояний полумарковского процесса, и набором $F_{ij}(t)$ условных функций распределения длительности пребывания процесса в состоянии i при условии, что следующий переход будет осуществлен в состояние j . Функция распределения безусловного времени пребывания процесса в каждом из m состояний определяется по формуле

$$F_i(t) = \sum_{j=1}^m P_{ij} F_{ij}(t), \quad (1)$$

а безусловное математическое ожидание времени пребывания в этих состояниях – по формуле

$$\mu_i = \int_0^{\infty} t dF_i(t) \quad (2)$$

Если полумарковский процесс включает $(m - k)$ транзитивных состояний и k поглощающих состояний, то путем соответствующей перенумерации состояний матрицу переходных вероятностей P можно представить в следующем виде (1):

$$P = \begin{pmatrix} Q & R \\ 0 & I \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где Q – подматрица матрицы P порядка $(m-k) \times (m-k)$; I – единичная матрица соответствующей размерности.

Матрица $N = (I - Q)^{-1}$ является фундаментальной матрицей исследуемого процесса. Элемент n_{ij} матрицы N представляет собой среднее число попаданий в состояние j из начального состояния i до попадания в поглощающее состояние. Среднее время для поглощения, если исходным является состояние i , $i < m-k$, определится по формуле

$$\theta_{cp} = \sum_{j=1}^{m-k} n_{ij} \mu_j. \quad (4)$$

Пусть в результате анализа накопленной статистической информации по сбоям в вычислительном комплексе нам известны следующие характеристики: $F(t)$ – функция распределения длительности интервала между сбоями. Обозначим t_{cb} – наработок после устранения последнего сбоя, а через ξ – остаточное время до очередного сбоя. Функция распределения случайной величины ξ может быть представлена в виде

$$F_{ocp}(x) = \frac{F(t_{cb}+x) - F(t_{cb})}{1 - F(t_{cb})}. \quad (5)$$

Распределение $F_{ocp}(x)$ получается в результате левого усечения, распределения $F(t)$ и перехода от переменной t к переменной $t_{cb} + x$.

Положим $T_1 + \tau_1 = T^*$ и введем следующие обозначения:

$q_1 = F_{ocp}(T^*)$ – вероятность сбоя при первичной обработке программного блока; $q_2 = F(T^*)$ – вероятность сбоя при повторных обработках программного блока.

В этом случае ненулевые вероятности условных переходов для рассматриваемого полумарковского процесса определяется следующим образом:

$$p_{12} = q_1; p_{14} = 1 - q_1; p_{14} = 1; p_{32} = q_2; p_{34} = 1 - q_2;$$

Следовательно, матрица переходных вероятностей P имеет вид:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & q_1 & 0 & 1 - q_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & q_2 & 0 & 1 - q_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Из выражения (6), выполнив соответствующие вычисления, получим фундаментальную матрицу

$$N = (I - Q)^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{q_1}{1 - q_2} & \frac{q_1}{1 - q_2} \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & \frac{q_2}{1 - q_2} & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Вместо распределений $F_{ocp}(t)$ и $F(t)$ введем правые усеченные распределения $F_1^*(t)$ и $F_2^*(t)$:

$$F_1^*(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ \frac{1}{q_2} F_{ocp}(t) & \text{при } 0 \leq t < T^*; \\ 1 & \text{при } t \geq T^*; \end{cases} \quad (8)$$

$$F_2^*(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ \frac{1}{q_2} F_{осм}(t) & \text{при } 0 \leq t < T^*; \\ 1 & \text{при } t \geq T^*. \end{cases} \quad (9)$$

Элементы $F_{ij}(t)$ матрицы $F(t)$ для рассматриваемого процесса и значения вероятностей условных переходов полумарковского процесса обработки программного блока могут быть представлены в виде табл. 1

Функция распределения безусловного времени пребывания в каждом транзитивном состоянии $F_i(t)$, $i=1, m-1$ определяется в соответствии с формулой

$$F_i(t) = \sum_{j=1}^m P_{ij} F_{ij}(t). \quad (10)$$

Таблица 1.

Таблица переходов полумарковского процесса обработки программного блока.

i, j	$F_{ij}(t)$	P_{ij}
1,2	$F_1^*(t)$	q_1
1,4	$\begin{cases} 0 & \text{при } t < T^* \\ 1 & \text{при } t \geq T^* \end{cases}$	$1-q_1$
2,3	$\begin{cases} 0 & \text{при } t < \tau_1 \\ 1 & \text{при } t \geq \tau_1 \end{cases}$	1
3,2	$F_2^*(t)$	q_2
3,4	$\begin{cases} 0 & \text{при } t < T^* \\ 1 & \text{при } t \geq T^* \end{cases}$	$1-q_1$

Значения функций $F_i(t)$ определяются следующим образом. Рассмотрим процесс получения выражения для $F_1(t)$. В соответствии с формулой (10) имеем

$$F_1(t) = P_{11}F_{11}(t) + P_{12}F_{12}(t) + P_{13}F_{13}(t) + P_{14}F_{14}(t) \quad (11)$$

При $0 \leq t < T^*$ равенство (11) будет иметь вид:

$$F_1(t) = q_1 F_1^*(t) + (1-q_1) \cdot 0 = q_1 F_1^*(t) = F_{осм}(t)$$

При $t \geq T^*$ получим $q_1 F_1^*(t) + (1-q_1) \cdot 1$. Поскольку $F_1^*(t)=1$ при $t \geq T^*$, то $F_1(t) = q_1 + 1 - q_1 = 1$. С учетом того, что $F_1^*(t)=0$ при $t < 0$, окончательно имеем

$$F_1(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ F_{осм}(t) & \text{при } 0 \leq t < T^*; \\ 1 & \text{при } t \geq T^*; \end{cases} \quad (12)$$

Выполнив аналогичные вычисления для $F_2(t)$, $F_3(t)$, получим

$$F_2(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < \tau_1 \\ 1 & \text{при } t \geq \tau_1 \end{cases} \quad F_3(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ F(t) & \text{при } 0 \leq t < T^*; \\ 1 & \text{при } t \geq T^*; \end{cases}$$

Безусловное математическое ожидание времени пребывания процесса в i -м состоянии по формуле

$$\mu_i = \int_0^{\infty} t dF_i(t) \quad (13)$$

Для рассматриваемого процесса в состоянии 1

$$\mu_1 = \int_0^{T^*} t dF_{осм}(t) \quad (14)$$

Интегрируя выражение (14) по частям, получим более удобную для расчетов формулу (2)

$$\mu_1 = \int_0^{T^*} (1 - F_{осм}(t)) dt$$

Аналогично для состояний 2 и 3 получим

$$\mu_2 = \tau_1; \quad \mu_3 = \int_0^{T^*} (1 - F(t)) dt$$

Выражение для математического ожидания μ_2 получено с учетом того, что плотность соответствующего распределения представляет собой δ -функцию.

Сведем полученные выражения для $F_i(t)$ и $\mu_i(t)$ в табл.2.

Таблица 2.

Таблица условных функций распределения длительности пребывания процесса в i-ом состоянии.

i	$F_i(t)$	μ_i
1	$\begin{cases} 0 \text{ при } t < 0; \\ F_{ocm}(t) \text{ при } 0 \leq t < T^*; \\ 1 \text{ при } t \geq T^*; \end{cases}$	$\int_0^{T^*} (1 - F_{ocm}(t)) dt$
2	$\begin{cases} 0 \text{ при } t < \tau_1 \\ 1 \text{ при } t \geq \tau_1 \end{cases}$	τ_1
3	$\begin{cases} 0 \text{ при } t < 0; \\ F(t) \text{ при } 0 \leq t < T^*; \\ 1 \text{ при } t \geq T^*; \end{cases}$	$\int_0^{T^*} (1 - F(t)) dt$

Так как процесс обработки программного блока всегда начинается из состояния 1, среднее время до поглощения в соответствии с выражением (4) будет равно:

$$\theta = \mu_1 + \frac{q_1}{1-q_2} \mu_2 + \frac{q_1}{1-q_2} \mu_3 = \mu_1 + \frac{q_1}{1-q_2} (\mu_2 + \mu_3) = \int_0^{T^*} (1 - F_{ocm}(t)) dt + \frac{F_{ocm}(T^*)}{1-F(T^*)} \left\{ \tau_1 + \int_0^{T^*} (1 - F(t)) dt \right\} \quad (15)$$

Общий метод вычисления среднего времени обработки программного блока проиллюстрируем на следующем примере. Пусть функция распределения между сбоями имеет экспоненциальный характер, т.е. $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$, где λ – интенсивность сбоев.

Поскольку экспоненциальное распределение характеризуется отсутствием последствий, случайная величина ξ_1 (остаточное время до сбоя) будет распределена по тому же закону, т.е. $F_{ocm}(t) = F(t)$. В таком случае получим

$$\mu_1 = \mu_3 = \int_0^{T^*} (1 - e^{-\lambda t}) dt = \frac{1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda T^*});$$

$$\frac{q_1}{1-q_2} = \frac{1 - e^{-\lambda T^*}}{e^{-\lambda T^*}}; \mu_2 = \tau_1.$$

Отсюда следует, что

$$\theta = \frac{1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda T^*}) + \frac{1 - e^{-\lambda T^*}}{e^{-\lambda T^*}} \left\{ \tau_1 + \frac{1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda T^*}) \right\} = \frac{1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda T^*}) * \frac{1}{e^{-\lambda T^*}} + \tau_1 \frac{1 - e^{-\lambda T^*}}{e^{-\lambda T^*}} =$$

$$= \frac{1}{\lambda} (e^{-\lambda T^*} - 1) + \tau_1 (e^{-\lambda T^*} - 1) = \left(\frac{1}{\lambda} + \tau_1 \right) (e^{-\lambda T^*} - 1) \quad (16)$$

Поскольку $\lambda = \bar{\xi}^{-1}$, где $\bar{\xi}$ – средняя наработка на отказ, то формулу (16) можно переписать в виде

$$\theta = (\bar{\xi} + \tau_1) * (e^{-\lambda T^*} - 1) \quad (17)$$

Формула (17) дает среднее время обработки программного блока с учетом надежностных характеристик вычислительного комплекса.

Среднее время выполнения программы определяется по формуле $T_{cp} = \sum_{i=1}^k \theta_i$, где θ_i определяется по формуле (17).

Для пуассоновского потока сбоев T_{cp} определяется по формуле

$T_{cp} = \sum_{i=1}^k (\bar{\xi} + \tau_1) (e^{-\lambda T^*} - 1) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (\bar{\xi} + \tau_1) (e^{-T^* + \tau_1 / \bar{\xi}} - 1)$, где τ_1 – время работы программы записи контрольной точки.

Таким образом, в результате проведенного исследования разработана полумарковская модель функционирования системы в условиях возможности возникновения сбоев и восстановлений вычислительного процесса, что позволяет более четко определять временные пороги работоспособности ПО.

Литература

1. Липаев В.В., Функциональная безопасность программных средств. М.: СИНТЕГ, 2004, 308 с.
2. Беркетов Г.А., Блаженков В.В. и др. Современные математические методы анализа и синтеза сложных систем. М. : МО СССР, 1984. 399 с.

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГАЗОПРОВОДОВ

Бушмелев П.Е., *Увайсов С.У., Бушмелева К.И.,
Плюснин И.И., Назаров Е.В.
*Сургут, СурГУ; *Москва, МИЭМ НИУ ИШЭ*

Рассмотрены этапы аналитической оценки выбора качественных технических средств используемых при разработке модулей по обнаружению утечек метана беспроводной системы мониторинга магистральных газопроводов.

The algorithm of choice of means for the wireless monitoring system of gas pipelines. Bushmelev P., Uvaysov S., Bushmeleva K., Plyusnin I., Nazarov E.

The stages of the analytical evaluation of the choice of high-quality technical equipment used in the development of modules for the detection of methane leaks wireless monitoring system of gas mains.

Важнейшей частью топливно-энергетического комплекса России является магистральный трубопроводный транспорт. Длительная эксплуатация магистральных газопроводов (МГ) предъявляет повышенные требования безопасности к их техническому состоянию, а периодический контроль и освидетельствование дают возможность продлевать ресурс их эксплуатации. Мониторинг газотранспортной системы (ГТС) – сложная задача, т.к. ее объекты, обладают огромной протяженностью и разветвленностью, проходят по территориям со сложными рельефно-ландшафтными условиями, подвержены неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

Реализация системы беспроводного мониторинга (СБМ) утечек газа на объектах ГТС в режиме реального времени позволяет операторам/диспетчерам отслеживать и регистрировать наличие утечек газа, обнаруживать места несанкционированного доступа и повреждений, принимать управленческие решения о техническом состоянии газопроводов [1]. Интерес к применению беспроводных сетей для сбора и передачи показаний с распределенных датчиков по обнаружению утечек газа при диагностике МГ, в последнее время постоянно возрастает. Поскольку такой подход позволяет дистанционно осуществлять непрерывный мониторинг в режиме реального времени с протяженных объектов, значительно сокращая затраты времени и средств на монтаж и последующее техническое сопровождение недорогих низкопотребляющих системы. СБМ построена на основе совокупности различных программно-аппаратных средств и, представляет собой беспроводную сенсорную сеть на основе платформы MeshLogic, состоящую из множества распределенных в пространстве беспроводных модулей (БМ), а также шлюза, сервера и Web сайта клиента, обеспечивающих связь БМ с базой данных и клиентскими приложениями.

БМ представляет собой устройство, работающее от автономного источника питания и обладающее набором основных компонентов детектора утечек метана (ДУМ), управляемое операционной системой реального времени TinyOS. БМ устанавливаются вблизи трубы (около 5-10м) вдоль МГ, через определенное расстояние (около 100м), на основе учета розы ветров и анализа информации по распространению газового облака, соединяются между собой посредством беспроводной радиосвязи [2], образуя последовательную сенсорную сеть приемопередающих беспроводных устройств, которые в свою очередь передают информацию от точки к точке посредством ретрансляции.

ДУМ используемый в качестве чувствительного элемента определяющего наличие утечек газа из объектов ГТС, который в свою очередь состоит из: микроконтроллера; высокочувствительного датчика обнаружения утечек газа - метана; радиопередающего устройства с функцией ретрансляции; блока автономного питания на базе аккумулятора, солнечной батареи и ветряной установки; памяти.

При разработке ДУМ необходимо выбрать технические средства (ТС) и комплектующие устройства (например, датчики обнаружения концентрации метана и др.), которые позволят значительно повысить достоверность получаемых данных и эффективность работы по обнаружению утечек газа, при этом обладающие улучшенными эксплуатационными возможностями и техническими характеристиками.

На сегодняшний день существует множество различных способов и алгоритмов расчета показателей качества технических средств (КТС) используемых для мониторинга и определения утечек газа из МГ, спектр продукции, предлагаемой для этих целей также широк и разнообразен. В работе приведен алгоритм [3] и выбор выше перечисленных устройств, оценка которых будет осуществляться, на основе анализа параметров технических средств, которые в свою очередь сравнивались по четырем основным группам критериев: технические характеристики; информационные свойства; программное обеспечение; эксплуатационные характеристики.

Чтобы сравнительная оценка различных технических средств была корректной, для каждого критерия сравнения устанавливаются параметры, которые в одинаковой мере характерны для всех

сравниваемых устройств. Алгоритм относительной аналитической оценки КТС использует для расчетов табличный процессор (М. Excel) состоит из пяти основных этапов и базируется на оценке числовых X и функциональных Y параметров - большее значение соответствует лучшему ТС. Оценка осуществляется в реальном масштабе времени, т.е. непосредственно после ввода любого из параметров или коэффициентов, табличный процессор осуществляет вычисления и формирует результат. Оперативность вычислительных операций позволит корректировать требования к ТС и тем самым добиваться лучшего конечного результата.

В результате работы алгоритма функциональным параметрам технических средств присваиваются числовые экспертные коэффициенты. Данные из исходной табл. 1 преобразуются и переносятся в таблицу Excel, в которой табличный процессор производит расчеты относительной оценки КТС. Результаты расчета представляются в виде нормированных коэффициентов, которые в свою очередь позволяют судить о том, во сколько раз КТС отличаются друг от друга.

Рассмотрим работу алгоритма на примере выбора сенсорных датчиков определения метана. Этап первый - формирование исходной таблицы. Технические данные выбранных устройств, обобщаются и вносятся в таблицу 1. Распределение данных производится по двум основным группам – критериям, технические и эксплуатационные характеристики. Каждый параметр конкретного ТС имеет 2 ячейки, в первой его название, размерность (для числового параметра), во второй - его значение (числовое или функциональное).

На втором этапе происходит формирование таблицы Excel, при этом учитывается, что числовой параметр b_j , максимальное значение которого соответствует лучшему качеству, заносится без изменений; параметр, минимальное значение которого соответствует лучшему качеству, определяется по формуле $b_j = 1/X$; параметр, состоящий из нескольких значений, пересчитывается путем перемножения (например, габариты в объем), либо сложения.

Функциональным параметрам присваиваются экспертные коэффициенты b_1, b_2, b_3 (в зависимости от количества привлекаемых экспертов) для соответствующих ТС по условию $\sum_{j=j_{\min}}^{j_{\max}} b_j = 1$

(1).

Параметры, влияние которых на качество ТС не существенно или характеризующее только конкретное ТС в таблицу не вводятся. Критерии n оцениваются экспертными коэффициентами k_n по условию $\sum_{n=1}^4 k_n = 1$. Числовые параметры α_j оцениваются экспертными коэффициентами по условию $\sum_{j=j_{\min}}^{j_{\max}} \alpha_j = 1$.

На третьем этапе производится нормирование параметров. Все параметры X и Y преобразуются в единую оценочную форму в виде коэффициентов от 0 до 1. Усреднение экспертных коэффициентов осуществляется на основе $b_j=(b_1+b_2+b_3)/3$. Далее производится нормирование b_j каждого параметра α_j по формуле

$$b_{jf}^H = \frac{b_{jf}}{\sum_{f=1}^6 b_{jf}}$$

значения b_j^H .

Четвертый этап отвечает за оценку ТС по выбранным критериям, с целью выявления КТС. Результат оценки, в виде нормируемого коэффициента, заносится в соответствующую строку таблицы

Excel j_n , для каждого критерия. Вычисление весов производится по формуле $g_n = \sum_{f=1}^6 \sum_{j=j_{\min}}^{j_{\max}} \alpha_j \cdot b_{jf}^H$, с

учетом веса параметра α_j и нормированного значения b_j^H для всех f - устройств. Далее осуществляется нормирование g_n по каждому критерию, в результате чего находим

$$g_n^H = \frac{b_{jf}^H}{\sum_{f=1}^6 b_{jf}^H}$$

выполняться условие $\sum_{f=1}^6 g_{nf}^H = 1$. Результаты заносятся в ячейки столбцов b_j^H и строк j_n , таблицы Excel

для каждого критерия.

Завершающим этапом оценки является получение ряда относительных коэффициентов (1) для всех f при условии

$$G_n^H = \frac{G_{nf}}{\sum_{f=1}^6 G_{nf}}$$

вычисляется вес $G_n = \sum_{f=1}^6 \sum_{n=1}^4 k_n \cdot g_{nf}^H$ с учетом веса критерия k_n и нормированного значения (2) для

всех f . Далее производится нормирование G_n . по каждому критерию, после чего находят $G_n^H = \frac{G_{nf}}{\sum_{f=1}^6 G_{nf}}$,

в результате должно выполняться условие $\sum_{f=1}^6 G_{nf}^H = 1$.

Сравнительный анализ качества 6-ти различных устройств, проведенный с помощью выше описанного алгоритма, представлен графически (рис. 1), позволил выбрать наилучший сенсорный датчик утечки газа СН-А3 Alrasense, который имеет наиболее высокие качественные показатели ($G_n^H=0,26$), что в несколько раз лучше, по сравнению с ближайшими устройствами аналогами.

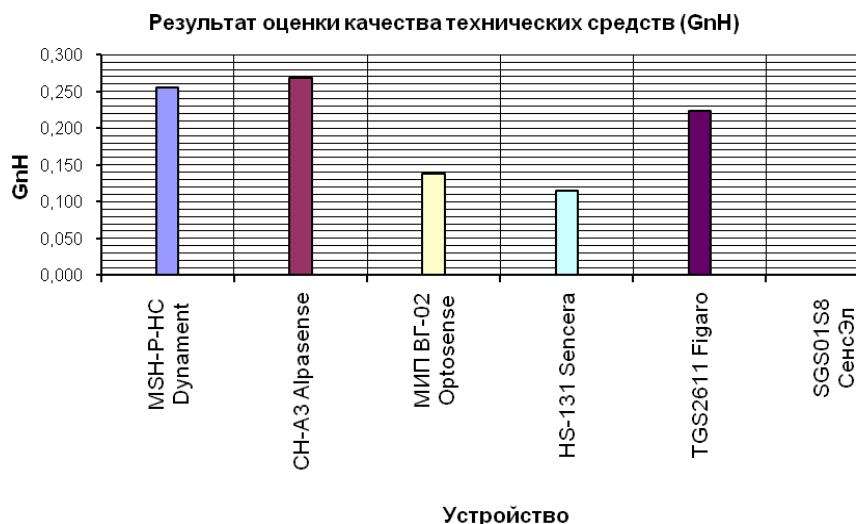


Рис.1. Обобщенный результат оценки качества технических средств

Подводя итог можно отметить, что данный алгоритм универсален и может использоваться для сравнительной оценки любых ТС из-за возможности использования оценки посредством экспертных коэффициентов.

Литература

1. Бушмелев П.Е., Увайсов С.У., Плюснин И.И., Бушмелева К.И. Беспроводная сенсорная сеть обнаружения утечек газа на магистральных газопроводах //Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. – Прага, апрель 2012. – С. 377 – 380.
2. Пролетарский, А.В. Основы информационных технологий. Беспроводные сети Wi-Fi / А.В. Пролетарский. – М.: Бинوم – Лаборатория знаний, 2007. – 216 с.
3. Плюснин И.И., Бушмелева К.И., Увайсов С.У., Бушмелев П.Е., Назаров Е.В. Аналитическая оценка качества технических средств лазерно-информационной системы мониторинга объектов газотранспортной сети //Надежность и качество: Труды международного симпозиума. – Пенза, май 2011. – Т.1. – С. 69 - 74.

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

Васильчук А.Н., Бушмелева К.И.
Сургут, Сургутский государственный университет

В статье рассмотрена актуальность и практическая значимость применения онтологического подхода в геоинформационных системах. Приведены теоретически понятия. Представлена информация о преимуществах использования онтологического подхода.

The use of ontological approach in geoinformation systems for monitoring technical state oil-trunk pipeline. Vasilchuk A., Bushmeleva K.

The urgency and the practical importance of application of an ontological approach in geoinformation systems is considered in the article. The main theoretical concepts are given. Information about advantage of an ontological approach use is presented.

Конкурентоспособный бизнес сегодня немыслим без компьютерных систем, умеющих гораздо лучше людей хранить и обрабатывать информацию об объектах и процессах бизнеса. Правильно построенная информационная система может быть для предприятия не менее ценна, чем капитальные составляющие производственной инфраструктуры. Геоинформационные системы (ГИС) – одно из направлений информационной технологии, ориентированное на работу с пространственно-привязанной информацией. Хотя этой технологии уже не один десяток лет, но именно в последние годы наблюдается

взрывообразный рост ее внедрения во многих отраслях. Этому способствуют качественный рост производительности компьютеров и снижение стоимости хранения данных, что важно для работы с пространственной информацией, а ТВ акже появление популярных картографических интернет-сервисов типа Google Maps, персональных навигационных систем и простота определения координат с помощью глобальных спутниковых систем типа GPS [1].

В настоящее время использование ГИС в Web является одним из наиболее активно и быстро развивающихся направлений информационных технологий. Web – идеальная платформа для ГИС. Данная технология позволяет размещать ГИС-приложения на сервере и использовать стандартный Web-браузер в качестве интерфейса для взаимодействия с пользователем. Прелесть такого подхода в том, что на компьютеры пользователей не нужно устанавливать никакого программного обеспечения ГИС (достаточно операционной системы и браузера), а доступ к ней возможен из любой точки, где есть Интернет (интранет).

Преимущества использования ГИС в Web очевидны:

- значительно упрощается администрирование системы в целом (все обновления делаются на сервере, и администраторам не нужно ходить или ездить по отделам, филиалам и т.п.);
- расширяется круг пользователей (главным образом за счет менеджеров и других специалистов, не являющихся профессиональными пользователями ГИС);
- руководство компании получает легкое в использовании средство наглядного картографического представления текущей ситуации и результатов деятельности предприятий прямо на своем компьютере.

Современные геоинформационные системы используют геореляционную модель данных. При использовании Web-ориентированной ГИС возникает необходимость в новых способах организации данных, что является актуальной задачей.

Определение нефтепровода. Классификация нефтепроводов

Нефтепроводом принято называть трубопровод, предназначенный для перекачки нефти и нефтепродуктов (при перекачке нефтепродукта иногда употребляют термин нефтепродуктопровод). В зависимости от вида перекачиваемого нефтепродукта трубопровод называют также бензино-, керосин-, мазутопроводом и т.д. [2].

По своему назначению нефтепроводы подразделяются на следующие группы [3, с. 62]:

- внутренние (технологические) – предназначенные для соединения различных объектов и установок на промыслах, нефтескладах и нефтеперекачивающих станциях (НПС);
- местные – соединяющие промыслы с головными сооружениями магистрального нефтепровода, нефтеперерабатывающие заводы с пунктами налива в железнодорожные цистерны или водный транспорт;
- магистральные (МН) – предназначенные для транспортировки товарной нефти и нефтепродуктов (в том числе стабильного конденсата и бензина) из районов их добычи (от промыслов) производства или хранения до мест потребления (нефтебаз, перевалочных баз, пунктов налива в цистерны, нефтеналивных терминалов, отдельных промышленных предприятий и нефтеперерабатывающих заводов).

Состав сооружений магистральных нефтепроводов

В состав магистрального нефтепровода входят следующие комплексы сооружений (рис. 1) [3, с. 63]:

- подводящие трубопроводы;
- головная нефтеперекачивающая станция (ГНПС);
- промежуточная нефтеперекачивающая станция (НПС);
- конечный пункт (КП);
- линейные сооружения.

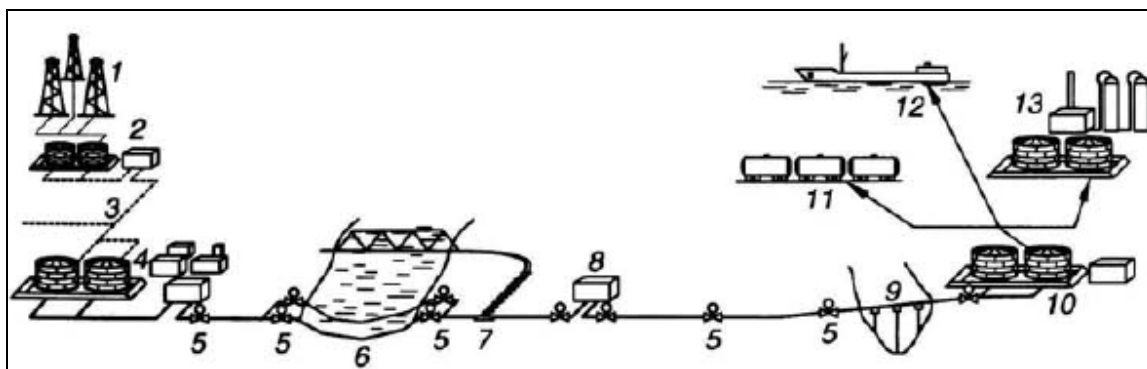


Рис. 1. Схема сооружений магистрального нефтепровода: 1 – промыслы; 2 – нефтесборный пункт; 3 – подводящие трубопроводы; 4 – ГНПС; 5 – линейная задвижка; 6 – подводный переход; 7 –

переход под железной дорогой; 8 – НПС; 9 – надземный переход через овраг (ручей); 10 – конечный пункт нефтепровода (нефтебаза); 11 – пункт налива нефти в железнодорожные цистерны; 12 – перевалка на водный транспорт; 13 – пункт сдачи нефти на нефтеперерабатывающем заводе.

В базе данных ГИС мониторинга технического состояния магистральных нефтепроводов хранится информация о выше представленных сооружениях, а также данные дистанционного зондирования (ДЗ) – аэрокосмические снимки, внутритрубной диагностики, наземных обследований нефтепроводов, аварийности, данные об окружающей природной среде и т.д.

Понятие онтологии. Элементы онтологии

Онтология – это попытка всеобъемлющей и детальной формализации некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Обычно такая схема состоит из структуры данных, содержащей все релевантные классы объектов, их связи и правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области.

Онтологии используются в процессе программирования как форма представления знаний о реальном мире или его части. Основные сферы применения — моделирование бизнес-процессов, семантическая паутина (Semantic Web), искусственный интеллект [4].

В большинстве своем, онтологии строятся независимо от языка написания. Но в общем виде любую онтологию можно представить следующей совокупностью:

$$O = \{C, R, A\},$$

где O – онтология, C – совокупность классов (категорий, понятий) этой онтологии, R – совокупность отношений между классами, A – набор аксиом – правил, которые связывают классы и отношения.

Экземпляры (индивиды) являются основными компонентами нижнего уровня онтологии и могут быть как физическими объектами, так и абстрактными. Онтология группирует такие объекты в *классы (понятия)* – абстрактные группы объектов, объединенные на основании наличия общих свойств. Они могут включать в себя экземпляры, другие классы, а так же их сочетания. Классы являются общими категориями, которые могут быть упорядочены иерархически.

Атрибуты (свойства) характеризуют объекты онтологии. Они используются для хранения информации об объекте. Каждый атрибут в обязательном порядке имеет уникальное имя (в пределах одного объекта), а также связанное с ним значение – количественную или качественную характеристику атрибута.

Важная роль атрибутов заключается в том, чтобы определять *отношения (зависимости)* между объектами онтологии. Обычно отношением является атрибут, значением которого является другой объект. Важную роль имеет понятие «отношение наследования», которое определяет один объект, как наследник другого. При наследовании сохраняются свойства наследуемого объекта, а так же добавляются новые качества и характеристики, не присущие такому объекту. Отдельным видом отношений являются функции, которые через n элементов однозначно определяют элемент $n+1$. Отношения связывают воедино классы и описывают их. Самым распространенным типом отношений во всех онтологиях является отношение категоризации, т. е. отнесение к определенной категории (так же называется таксономическим, родовым отношением).

Понятия и отношения связываются между собой аксиомами. На основе аксиом выводятся другие утверждения в онтологии. Аксиомы позволяют выразить ту информацию, которая не может быть отражена в онтологии посредством построения иерархии понятий и установки различных отношений между понятиями. Они могут снабжать исследователей информацией о правилах, позволяющих автоматически добавлять информацию [5].

Применение онтологического подхода

Использование онтологического подхода при разработке ГИС имеет следующие преимущества [6]:

- Позволяет представить естественно-языковой текст в таком виде, что он становится пригодным для автоматической обработки. Потребность в онтологиях связана с некачественной автоматической обработкой естественно-языковых текстов существующими средствами. Поэтому необходимо иметь детальное описание проблемной области с множеством логических связей, которые показывают отношения между терминами.

- Накопление ценной информации о функционировании сложных систем. Такой анализ начинается с составления словаря терминов, а также создания системы точных определений этих терминов. Документируются основные логические взаимосвязи между соответствующими терминами и понятиями. Результатом этого анализа является словарь терминов и их точные определения, взаимосвязи между ними.

- Формирование целостного взгляда на предметную область, возможность восстановить недостающие логические связи во всей их полноте. Материал, представленный в единой форме, гораздо лучше воспринимается и воспроизводится.

Вывод

ГИС – это географическая база данных (БД), которая связывает позиционную (координаты и форма объекта) и семантическую (характеристика объекта) информацию об объектах.

Недостатком геореляционной модели данных (интегрирующей ГИС и реляционную СУБД) является неприспособленность реляционных таблиц для семантического анализа и полнотекстового поиска в распределённых атрибутивных БД ГИС. Для решения данных задач необходимо использовать новые способы организации данных.

Необходимо разработать онтологии географического пространства, т.е. представить системное описание структуры географических сущностей, их свойств и связей между ними – онтологическая модель географического пространства.

Литература

1. Российские нефтегазовые технологии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rogtcmagazine.com/>.
2. Нефть, газ и фондовый рынок [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ngfr.ru/>.
3. Коршак А.А. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. – СПб.: Недра, 2008. – 488 с.
4. Электронная энциклопедия Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org>.
5. Митрофанова О.А., Константинова Н.С. Онтологии как системы хранения знаний / Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы», 2008. – 54 с.
6. Гладун А.Я., Рогушина Ю.В. Онтологии в корпоративных системах Часть 1 [Электронный ресурс]: <http://sergeiseleznev.blogspot.com/2010/07/1.html>.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Гольдин В.В, Талыгин Е.А.
Москва, ФГУП «МКБ Электрон»

Рассматривается подход к построению математических моделей различных этапов жизненного цикла технической документации на основе статистических данных, отражающих накопленный опыт.

Mathematic models of technical documentation lifecycle phases. Goldin V.V, Talygin E.A.

An approach to constructing mathematical models of various stages of the life cycle of technical documentation on the basis of statistical data reflecting the experience.

Одним из самых массовых видов наукоемкой продукции должна быть признана техническая документация. Для разрабатывающих предприятий (НИИ и КБ) техническая документация является основным результатом их деятельности. Очевидно, что к ней применяется понятие жизненного цикла и его этапов.

К основным этапам жизненного цикла технической документации можно отнести:

- выпуск;
- согласование;
- утверждение;
- архивный учет;
- хранение;
- аннулирование;

Каждый этап жизненного цикла конкретного документа характеризуется рядом параметров (временной интервал, содержание документа, учетные реквизиты и т.д.). Значения этих параметров, собранных в базе данных, отражают опыт предприятия, накопленный в предыдущих работах.

Принципиально важным для деятельности промышленного предприятия является прогнозирование сроков реализации новых проектов, основанное на накопленном опыте. Для обеспечения оперативности и достоверности таких прогнозов предлагается использовать средства математического моделирования.

Рассмотрим стандартный процесс подписания. Пусть $x(p_1(t), \dots, p_n(t))$ – электронный документ, где $p_i(t)$ – функция, значение которой в каждый момент времени является реквизитом учетной карточки документа.

Представим процесс изменения электронного документа на предприятии следующим образом:
 $x(t) \rightarrow F(f_1(x), \dots, f_m(x)) \rightarrow y(t)$,

Где $y(t)$ -функция, отражающая состояние документа, погруженного в архив.

По сути, мы получаем некую систему, в которой входное воздействие подвергается применению нескольких функций и в результате мы получаем некую функцию на выходе.

Пусть

$$f_i(x) = f_i(p_1(t), \dots, p_n(t))$$

Очевидно, что в результате $f_i(p_1(t), \dots, p_n(t))$ получится некий набор параметров, полностью характеризующий некий этап жизненного цикла изделия.

Исходя из вышесказанного, удобно представить документооборот на предприятии следующим образом:

$$x(t) \rightarrow f_1(x) \rightarrow \dots \rightarrow f_m(x) \rightarrow y(t)$$

Каждое действие над электронным документом представляет собой функцию $f_i(x)$

Теперь необходимо разобраться с ситуацией, когда необходимо многократное применение, например, функции согласования от разных участников документооборота. Для этого удобно разделить функции на группы, внутри которых содержатся функции с одинаковыми свойствами. Далее эти функции применяются последовательно к электронному документу. Ситуация будет выглядеть следующим образом:

$$x(t) \rightarrow f_{11}(x) \rightarrow \dots \rightarrow f_{1j}(x) \rightarrow f_{21}(x) \rightarrow \dots \rightarrow f_{2k}(x) \rightarrow \dots \rightarrow f_{m1}(x) \rightarrow \dots \rightarrow f_{mi}(x)$$

Введя обозначение

$$\varphi_i(t) = f_{i1}(x) \rightarrow \dots \rightarrow f_{ij}(x),$$

Получаем

$$x(t) \rightarrow \varphi_1(t) \rightarrow \dots \rightarrow \varphi_m(t) \rightarrow y(t).$$

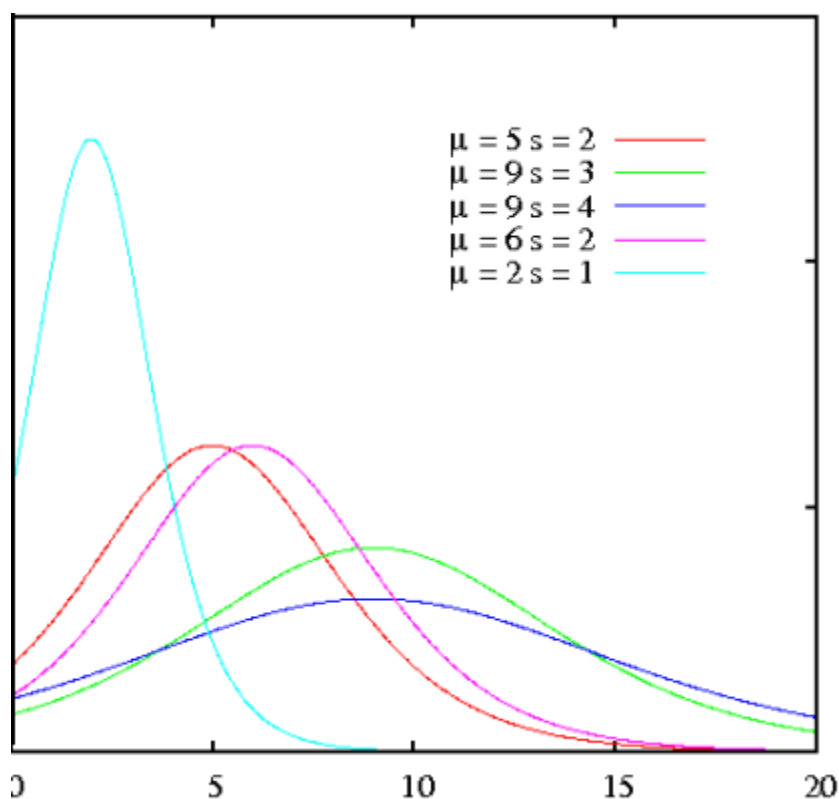
В качестве $\varphi_i(t)$ удобно взять некую статистическую функцию, параметры которой определяются для каждого конкретного предприятия.

Статистические функции определяются путем применения экспертной системы к данным из базы знаний, в которой содержатся параметры функционирования предприятия, накопленные за какой-то промежуток времени. То есть вид функций определяется из полученных в прошлом опытных результатов.

Основной особенностью построенной математической модели является то, что вид функций в ней определяется, исходя из данных, содержащихся в базе знаний, то есть используется апостериорный опыт.

Для примера предлагаемой математической модели найдем аналитический вид плотности вероятностей для операции согласования

$$f(t) = \frac{e^{-\frac{(t-\mu)}{s}}}{s \left(1 + e^{-\frac{(t-\mu)}{s}}\right)^2}$$



Параметр μ показывает момент времени, в который событие согласования наиболее вероятно. Подобный вид распределения, в отличие от нормального распределения, обладает большим коэффициентом эксцесса, что более согласовывается с опытными данными. Кроме того, вероятность согласования в определенный день тем больше, чем более момент времени близок к μ .

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Зубрилов В.Г., Лисицын С.В., Дюдюн Д.Е., Валухов Д.П.
Северо-Кавказского федерального университета

Приведена структура универсального аппаратно-программного комплекса для электронной спектроскопии и блок-схема программы управления и регистрации спектров. Результат работы комплекса, рассмотрен на примере анализа структуры $A^{III}B^V$.

Universal hardware and software package for electronic spectroscopy. Zubrilov V.G., Lisitsin S.V., Dyudyun D.E., Valyukhov D.P.

The structure of a universal hardware-software complex for electronic spectroscopy and the block diagram of the program of management and registration of ranges is given. The result of work of a complex, is considered on an example of the analysis of structure of $A^{III}B^V$.

В настоящее время при создании современных компонентов электроники на основе полупроводниковых структур все большую роль приобретают свойства твердого тела, обусловленные поверхностью и приповерхностными областями. Очевидной становится необходимость использования методов исследования, чувствительных к составу и структуре внешней поверхности твердых тел.

Решая поставленную задачу по исследованию поверхности, исследователи склоняются к тому или иному методу исследований (рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, Оже-спектроскопия, масс-спектрометрия), так как возможности методов различны. Наиболее полную картину можно получить, используя несколько методов в совокупности.

Недостатком промышленных исследовательских комплексов, наряду с высокой ценой, является их «монолитность». Произвести улучшение или модификацию таких комплексов самостоятельно либо достаточно сложно, либо невозможно. Построение «гибких» систем позволяет произвести модернизацию с

наименьшими затратами, так как улучшению подвергаются в основном блоки управления и предварительной обработки получаемых спектров, что обойдется значительно дешевле, чем полная замена оборудования, однако подобные исследовательские системы на рынке отсутствуют.

АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНОГО СУДНА

Горшков П.С., *Алексашин А.А., **Сухомлинов Д.В., *Урсу В.Е.
*Монино, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия»,
*ФГУП НИИ Стандартизации и Унификации,
**Москва, НПО «Мобильные информационные системы»*

В докладе предложена архитектура программного комплекса для анализа и проектирования электрической энергетической системы воздушного судна (ПК ЭЭС ВС). Рассмотрены концептуальное, функциональное и компонентное представление архитектуры ПК ЭЭС ВС. Представлен макет ПК реализованный на предлагаемой архитектуре.

Architecture of the program complex for the analysis and design of the aircraft electric power system. Gorshkov P., Alexashin A., Suhomlinov D., Ursu V.

In the report the architecture of a program complex for the analysis and design of an aircraft electric power system (PC AEPS) is offered. Are considered conceptual, functional and componential representation of architecture of the PC AEPS. Realized model of PC AEPS is presented.

Архитектура программного комплекса базируется на модели процессов проектирования электрической энергетической системы воздушного судна [1], основу которой составляют теоретические положения и практические навыки в проектировании ЭЭС ВС.

Для методологической поддержки построения архитектуры ПК ЭЭС ВС и описания предлагаемых приведенных к стандарту интерфейсов [2] рассматривается базовая эталонная модель взаимосвязи открытых систем OSE/RM [3].

Архитектура ПК ЭЭС ВС в рамках данной статьи рассматривается как совокупность следующих трех представлений:

- концептуальная архитектура;
- функциональная архитектура;
- компонентная архитектура.

Данные представления учитывают все разнообразие действующих подсистем ПК ЭЭС ВС по исполнению, функциональному наполнению и составу компонентов, предназначенных для выполнения взаимосвязанного комплекса задач, связанных едиными правилами взаимодействия.

Концептуальная архитектура ПК ЭЭС ВС включает три уровня:

- интерфейсный уровень представляют web-сервисы, обеспечивающие решение задач по организации ввода исходных данных и вывода результатов пользователям ПК;
- операционный уровень представляют web-сервисы, обеспечивающие задание, выбор и реализацию алгоритмов расчётов задач проектирования электрической энергетической системы воздушного судна;
- расчётный уровень представляют web-сервисы, обеспечивающие реализацию математических методов необходимых для выполнения алгоритмов расчетов.

Функциональная архитектура включает группы общесистемных и прикладных сервисов. Первоначальный состав общесистемных сервисов реализует следующий перечень функций:

- ведение справочника единиц измерения;
- ведение справочника характеристик элементов;
- ведение классификатора элементов;
- ведение классификатора задач метода проектирования;
- ведение справочника типовых схем ЭЭС ВС;
- ведение справочника проектных решений;
- ведение справочника ограничений для задач метода проектирования;
- ведение электронных баз знаний учебных, научно-технических и учебно-методических материалов;

- ведение реестра нормативно-справочной информации;
- ведение каталога пользователей;
- регламентация доступа пользователей к web-сервисам;
- управление защитой web-сервисов и данных;
- обеспечение коллективной работы пользователей.

Первоначальный состав прикладных сервисов разнесен на два класса:

- сервисы разработки проектных решений;
- сервисы виртуальных испытаний системы электроснабжения, ее узлов и агрегатов.

Сервисы разработки проектных решений реализуют следующий перечень функций:

- занесение исходных данных технического задания;
- формирование первичных структур ЭЭС ВС;
- расчет основных показателей технологичности проектного решения ЭЭС ВС;
- расчет показателей стандартизации и унификации проектного решения ЭЭС ВС;
- расчеты подтверждающие работоспособность проектного решения ЭЭС ВС;
- расчет характеристик показателей качества проектного решения ЭЭС ВС;
- получение оптимального варианта проектного решения по заданному критерию

оптимизации;

– выполнение сравнительной оценки основных характеристик проектного решения ЭЭС ВС требованиям руководящих документов и технического задания;

– формирование электрических схем, схем соединений по заданным требованиям в соответствии с нормативно-технической документацией;

– синтез законов управления и проведение оценки полученных решений.

Сервисы виртуальных испытаний системы электроснабжения, ее узлов и агрегатов реализуют следующий перечень функций:

- расчет установившегося режима;
- расчет потерь в электрической сети;
- расчет токов короткого замыкания и неполнофазных режимов;
- моделирование работы систем регулирования напряжения и частоты;
- моделирование работы устройств защиты и управления в различных режимах;
- исследование устойчивости системы на всех режимах.

Компонентная архитектура определяет первоначальный состав обязательных компонентов ПК, предназначенных для выполнения взаимоувязанного комплекса функциональных задач, связанных едиными правилами взаимодействия. К числу необходимых компонентов ПК ЭЭС ВС относятся следующие:

- автоматизированная порталная система;
- автоматизированное хранилище данных;
- автоматизированная система проектирования ЭЭС ВС;
- автоматизированная система виртуальных испытаний ЭЭС ВС, ее узлов и агрегатов.

Автоматизированная порталная система представляет собой совокупность web-сервисов интерфейсного уровня, объединенных общей логикой информационного взаимодействия, управления и администрирования. Портальная система формируется, как единая система и представляет собой совокупность собственных сервисов и шлюзов к web-сервисам расчетного уровня. Интерфейс реализации порталной системы ПК ЭЭС ВС представлен на рисунке 1.

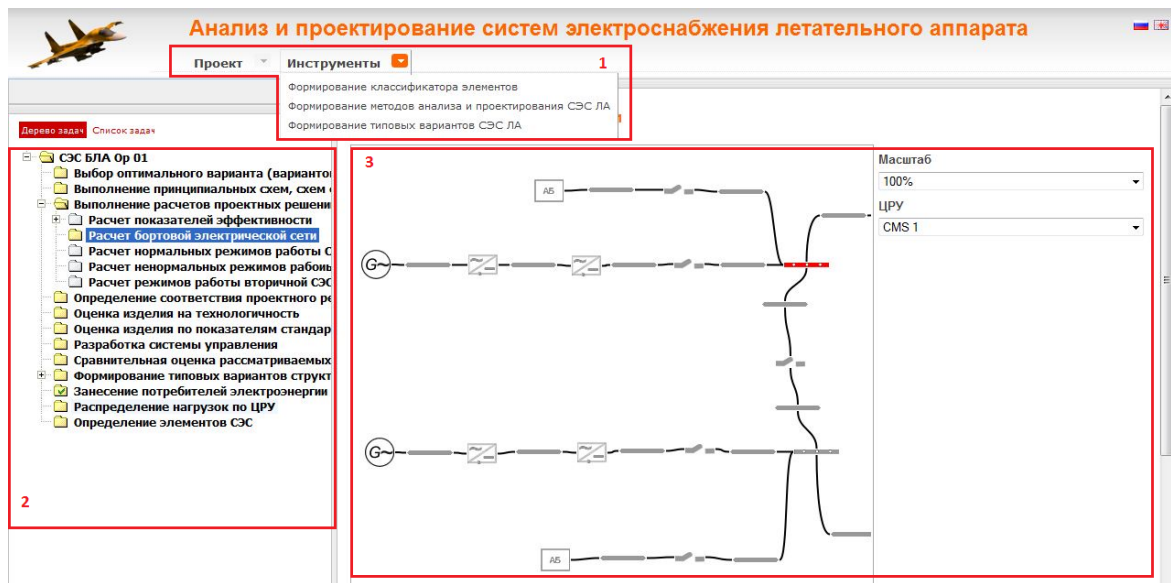


Рисунок 1 Интерфейс портала ПК ЭЭС ВС

Структурно интерфейс портала разбит на 3 части:

- 1 - вызов интерфейсов общесистемных управляющих web-сервисов;
- 2 - вызов интерфейсов web-сервисов операционного уровня, реализующих функциональные задачи ПК;
- 3 - отображение интерфейсов общесистемных управляющих web-сервисов и сервисов операционного уровня.

Фундаментальным сервисом порталной системы является распределение прав доступа к вызовам интерфейсов общесистемных web-сервисов, а также сервисов операционного уровня.

Автоматизированное хранилище данных представляет собой совокупность автоматизированных информационных ресурсов и сервисов, обеспечивающих унифицированный доступ к этим ресурсам, а также поддержку единства классификации и кодирования информации.

В числе основных функциональных компонентов автоматизированного хранилища данных рассматриваются:

- средства ведения единой модели данных;
- средства ведения и администрирования единой системы классификации;
- средства ведения и администрирования системы ограничений информационных ресурсов ПК, для применения ресурсно-ограничительного подхода (РОП) в решении задач при проектировании ЭЭС ВС [4].

Автоматизированное хранилище обеспечивает данными сервисы всех уровней.

Автоматизированная система проектирования ЭЭС ВС обеспечивает реализацию методики проектирования ЭЭС ВС, за счет вызова соответствующих web-сервисов выполняющих задачи, определенные методической последовательностью. Формирование методической последовательности выполняется на основе РОП [4], что позволит проводить модернизацию процесса проектирования ЭЭС ВС на этапе эксплуатации ПК.

Базовым программным модулем системы проектирования ЭЭС ВС является приложение формирования методики проектирования ЭЭС ВС. Интерфейс приложения представлен на рисунке 2.

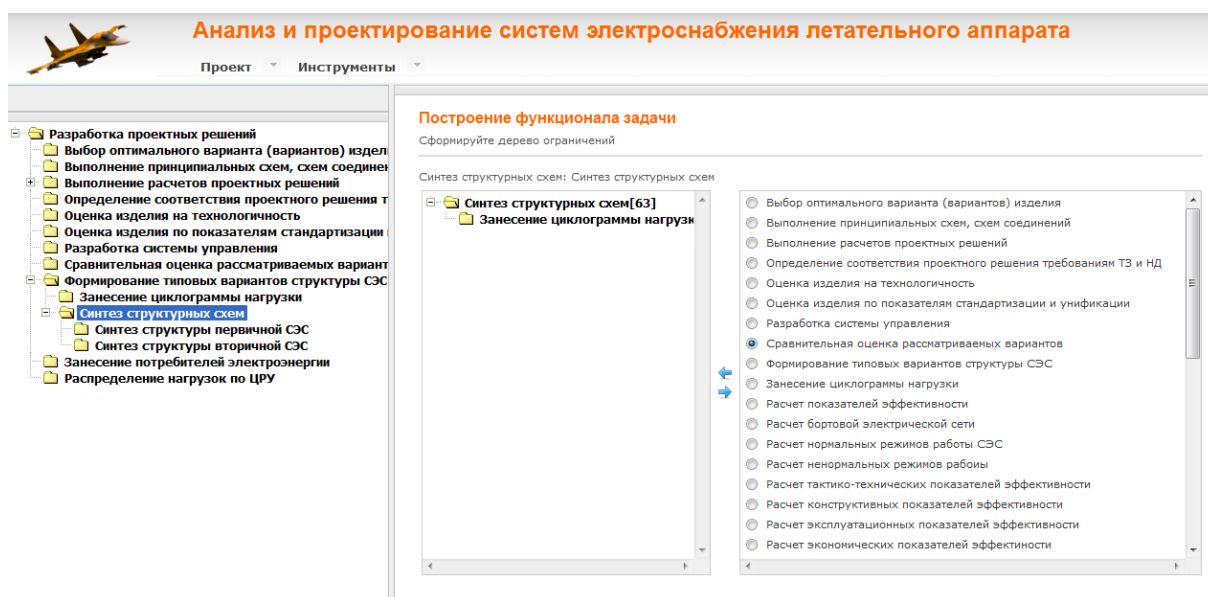


Рисунок 2 Интерфейс формирования методики проектирования ЭЭС ВС

Автоматизированная система виртуальных испытаний ЭЭС ВС, ее узлов и агрегатов осуществляет комплексный мониторинг проводимых исследований, с последующей генерацией отчетной документации.

Внедрение такой системы позволяет реализовать процедуры независимой оценки различных ЭЭС воздушных судов.

На основании предложенной архитектуры был создан макет ПК ЭЭС ВС реализующий следующий перечень задач:

- расчет нормальных режимов работы ЭЭС ВС (РНРР);
- расчет ненормальных режимов работы ЭЭС ВС (РНенРР);
- расчет режимов работы вторичной ЭЭС ВС (РРРВ);
- расчет показателей эффективности ЭЭС ВС (РПЭ);
- синтез структуры первичных источников ЭЭС ВС (ССПИ);
- расчет бортовой электрической цепи ЭЭС ВС (РБЭЦ).

Схематично архитектура макета ПК ЭЭС ВС представлена на рисунке 3.

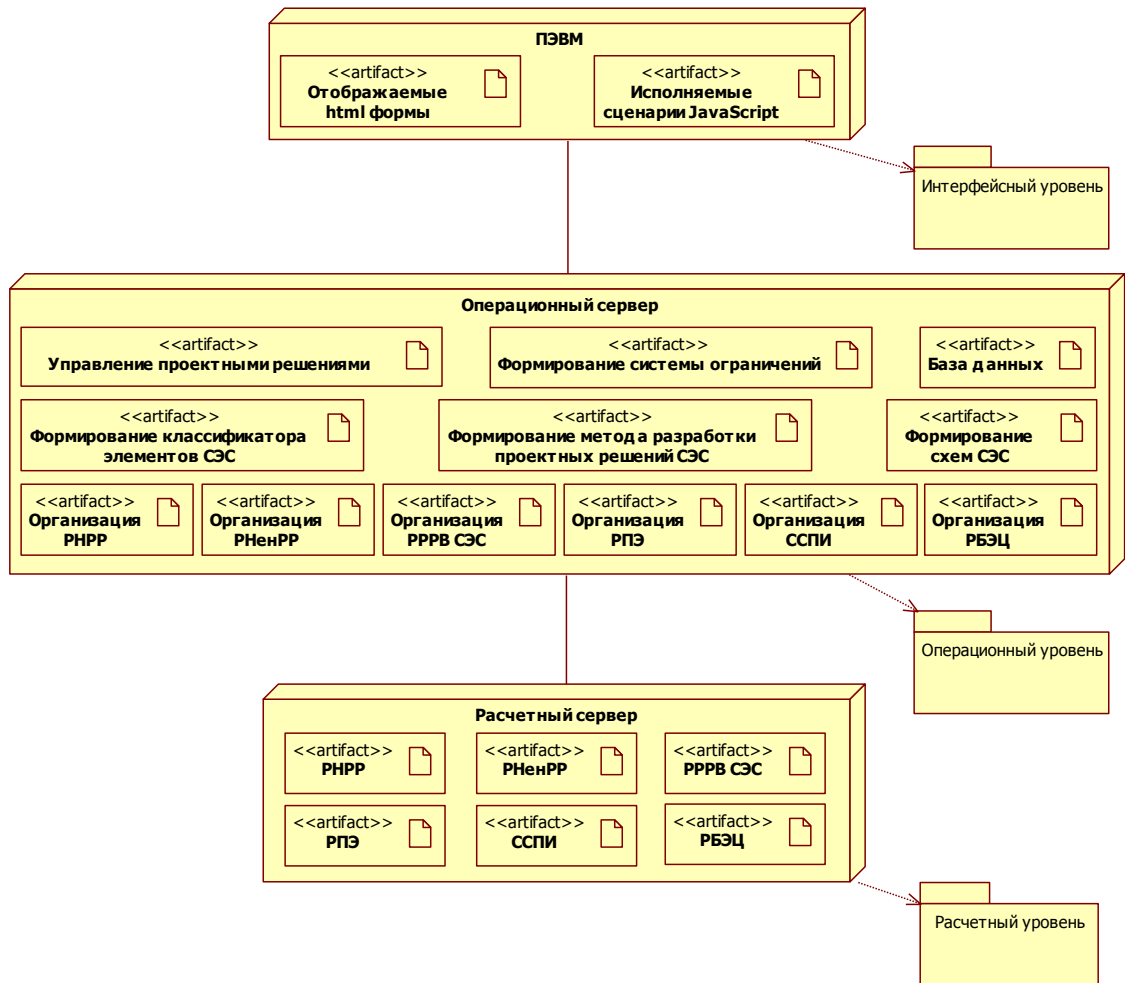


Рисунок 3 Архитектура макета ПК ЭЭС ВС

Апробация предложенной архитектуры в рамках научно-исследовательской работы [1] позволила сделать следующие выводы: предлагаемая архитектура обеспечит интероперабельность, масштабируемость и переносимость ПК ЭЭС ВС, что позволит развивать комплекс под новые функциональные требования для реализации задач анализа и проектирования электрической энергетической системы воздушного судна без его перепроектирования.

Литература

1. Составная часть научно-исследовательской работы «Исследования и создание программного комплекса для анализа и проектирования электрической энергетической системы воздушного судна». ЗАО НПО «Мобильные Информационные Системы», 2012 г.
2. Горшков П.С., Халютин С.П., Омельченко В.П., Подлеских А.А. «Открытая информационная система поддержки расчетов в электроэнергетических системах». г. Сочи: Сборник материалов международной научно-практической конференции «КБД Инфо-2011», 2011 г.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99 Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель.
4. Потемкин А.В., Горшков П.С., Жмуров Б.В. «Синтез методики проектирования системы электроснабжения воздушного судна на основе ресурсно-ограничительного подхода». г. Пенза: Материалы международного симпозиума «Надежность и качество 2012», 2012 г.
5. Халютин, С.П. Моделирование сложных электроэнергетических систем летательных аппаратов / С.П. Халютин, М.Л. Тюляев, Б.В. Жмуров, И.Е. Старостин. – М.: Издание ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», 2010. – 188 с.

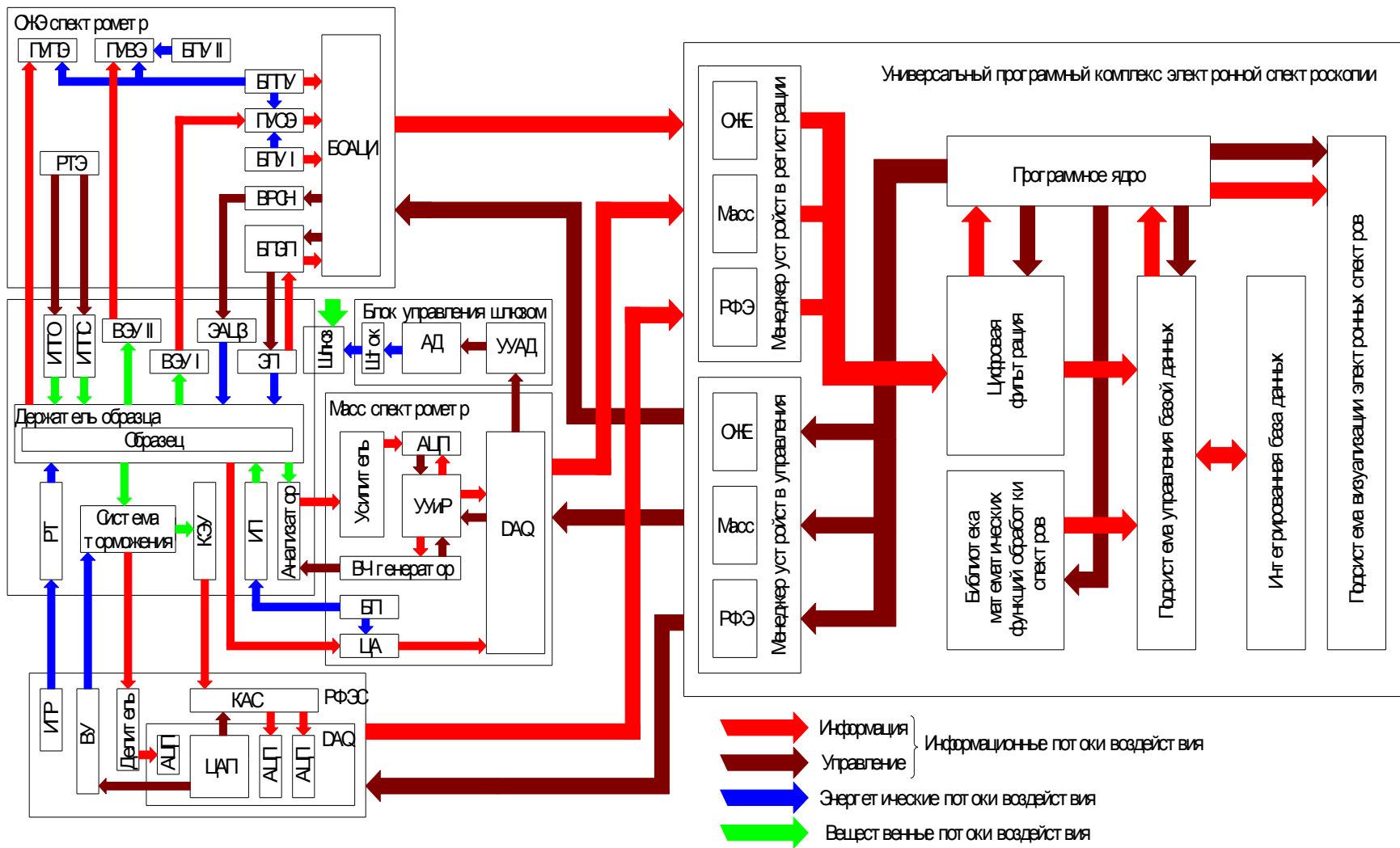


Рисунок 1 – Информационно-энергетическая структура исследовательского комплекса

Для решения задачи проведения комплексного исследования было принято решение произвести разработку аппаратно-программного комплекса, использующего идеологию «гибких» систем, в отличие от ранее созданных для аналогичных задач [1, 2]. Были модернизированы рентгеновский фотоэлектронный спектрометр (РФЭС), электронный оже-спектрометр (ЭОС) и масс-спектрометр. В качестве модифицированного блока управления и предварительной обработки используется персональный компьютер с платами сбора и обработки данных (DAQ – Data Acquisition) фирмы National Instruments М-серии (6229 и 6259). Информационно-энергетическая структура универсального аппаратно-программного комплекса представлена на рис. 1.

Комплекс, с точки зрения целевого применения, поддерживает следующие операции:

- 1) управление электронным спектрометром, регистрация и математическая обработка электронного спектра;
- 2) сопряжение с устройствами, регистрирующими вспомогательную информацию (манометр, вольтметр, амперметр);
- 3) отображение на экране и печать электронного спектра с частотами дискретизации до 100 кГц и разрядностью 16 бит;
- 4) поддержка настраиваемых функций предварительной обработки электронного спектра реального времени для подавления внешних и инструментальных помех электронного спектра и артефактов;
- 5) возможность подключения новых компонент, реализующих дополнительные функции обработки, анализа и визуализации данных;
- 6) поддержка режима записи, обработки и визуализации длительных электронных спектров, объём данных ограничивается свободным пространством, выделенном на жёстком диске;
- 7) повышенная надёжность системы в режиме записи электронного спектра за счёт реализации механизма непосредственного сохранения записанной информации на жёсткий диск в реальном времени.

Работа комплекса апробирована на рентгеновском фотоэлектронном спектрометре СЭР-1, Оже-электронном спектрометре ЭСО-3 и масс-спектрометре Micromass РС-100.

Программным ядром комплекса выступает подсистема цифровой обработки сигналов, от эффективности работы которой и зависит общая производительность системы, ее надежность и потребительские свойства комплекса в целом, в то время как качество информации в значительной мере определяется реализацией аналого-цифрового преобразования и схемотехникой аналоговых входных схем.

Программа создана при помощи языка графического программирования «G» в программной среде LabVIEW. Комплекс, построен на базе ПК под управлением ОС Windows, Linux или MacOS, может быть интегрирован с любым электронным спектрометром, посредством плат сопряжения М-серии фирмы National Instruments или аналогичных плат других фирм.

Блок-схема программной части управления электронными спектрометрами и регистрации спектров показана на рисунке 2.

Можно выделить следующие основные этапы:

- 1) диагностика и калибровка оборудования;
- 2) установка параметров сканирования;
- 3) сканирование;
- 4) сохранение данных.

На первом этапе осуществляется калибровка DAQ-плат, оборудования и диагностика их

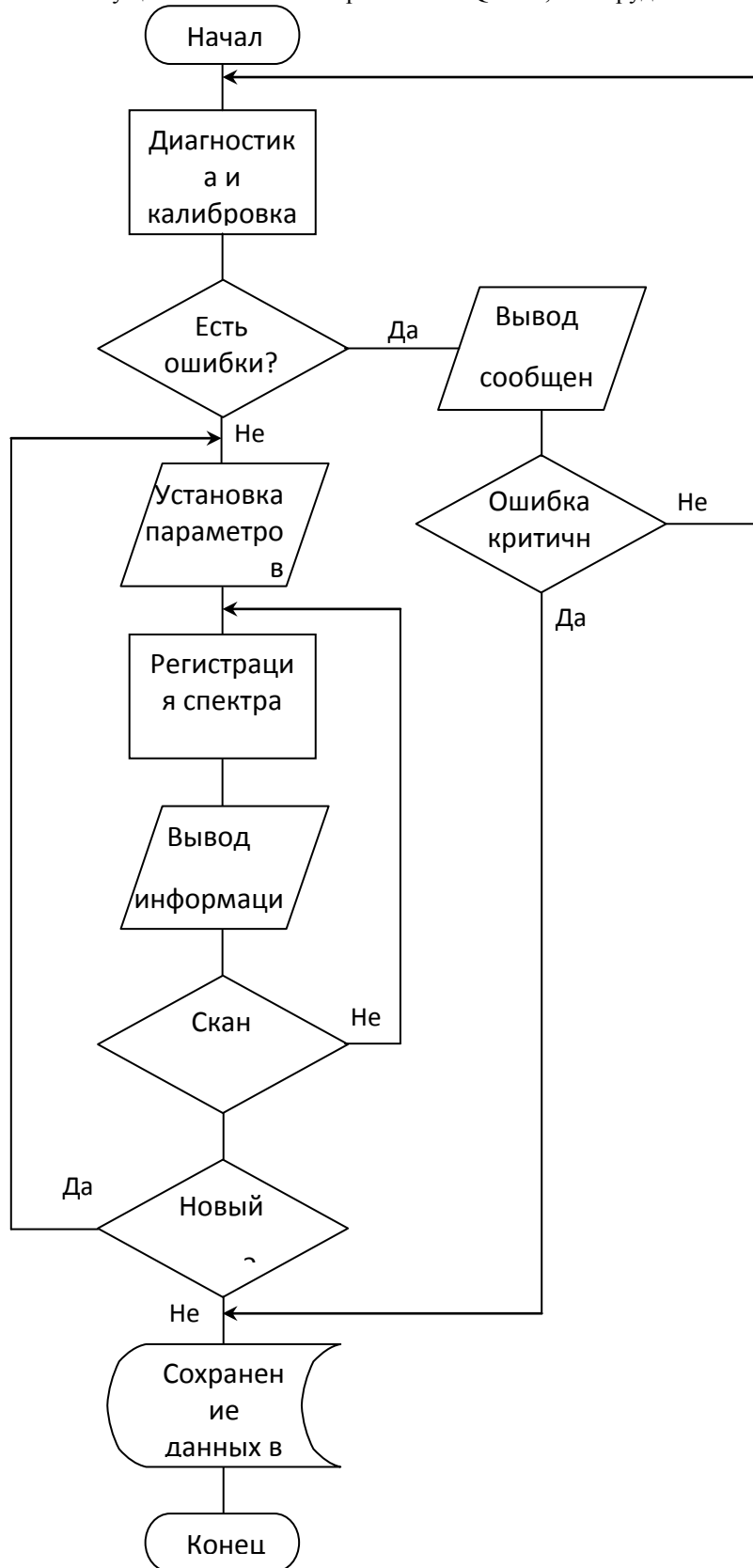


Рисунок 2 – Блок-схема программы управления и регистрации спектра

работоспособности и параметров. Во время калибровки DAQ платы устанавливаются точные значения нулевых уровней напряжений для данного температурного режима на входах АЦП и выходах ЦАП. Далее осуществляются контрольные измерения электрических параметров системы, что позволяет произвести

самодиагностику как отдельных блоков, так и всей системы в целом. В случае обнаружения неполадок программа осведомит оператора сообщением об ошибке и возможных способах ее устранения, если ошибка не является критической и не требует более глубокого вмешательства. Блоки программы, отвечающие за процессы тестирования спектрометров различных типов, имеют несколько отличную друг от друга структуру, что обусловлено различиями в принципах работы спектрометров. Если неисправности не обнаружены, то оператор сможет приступить ко второму этапу – установке параметров сканирования. На этом этапе выбираются элементы, содержание которых необходимо определить во время сканирования, задаются условия сканирования. Диапазоны сканирования определяются автоматически по заданным элементам из базы элементов, а количество повторных измерений (сканов) либо задается вручную, либо определяется автоматически во время сканирования. Неоднократные измерения обусловлены необходимостью накопления статистики измерения для увеличения отношения «сигнал/шум» и уменьшения погрешностей.

На третьем этапе проводится сканирование элементов. Во время сканирования меняются управляющие сигналы системы в соответствии с заданными параметрами и режимами сканирования.

На заключительном этапе при накоплении необходимой статистики полученные данные сохраняются, также возможно проведение дополнительных измерений, которые дополнят набранную статистику.

Обработка электронных спектров реализована в виде подпрограммы управления и регистрации электронных спектров. Каждый из этапов обработки является независимым и может выполняться на любой стадии обработки электронного спектра.

Экспериментатор по внешнему виду электронного спектра (построенного по данным, предварительно сохраненными в файле, либо только что полученными в процессе эксперимента) принимает решение о необходимости той или иной стадии обработки спектра, осуществляет выбор режима работы подпрограммы. Доступны следующие режимы:

- 1) сглаживание спектра;
- 2) вычитание фона;
- 3) дифференцирование спектра;
- 4) разделение РФЭ-спектров;
- 5) сохранение результатов.

На стадии сглаживания программа осуществляет обработку спектра выбранным аппроксимирующим методом. При необходимости сглаживание можно повторить необходимое количество раз, но при этом следует учитывать, что погрешность обработки спектра также возрастет. Многократная аппроксимация позволяет правильно определить местоположение электронных пиков из данных с плохой статистикой, полученных из спектра в течение короткого промежутка времени, т.е. быстро произвести качественный анализ.

Фаза вычитания фона сопровождается выводом линии фона на спектр и, если это необходимо, то уровень фона может быть скорректирован экспериментатором. Данный этап имеет смысл проводить однократно.

Дифференцирование спектра можно проводить как однократно (нормальный Оже-спектр), так и дважды (РФЭ-спектр). Многократное дифференцирование возможно, но оно не несет никакой смысловой нагрузки.

Созданный аппаратно-программный комплекс позволил провести разносторонние экспериментальные исследования на образцах различных материалов: пятикомпонентных твердых растворов на основе соединений $A^{III}B^V$ различных структур, газочувствительных анализаторов на основе диоксида олова SnO_2 [3-5].

Впервые удалось обнаружить значительные градиенты концентраций элементов в тройных гетероструктурах (рис. 3), влияющие на качество получаемых изделий. Предложенные рекомендации по совершенствованию технологии роста позволили улучшить характеристики структур.

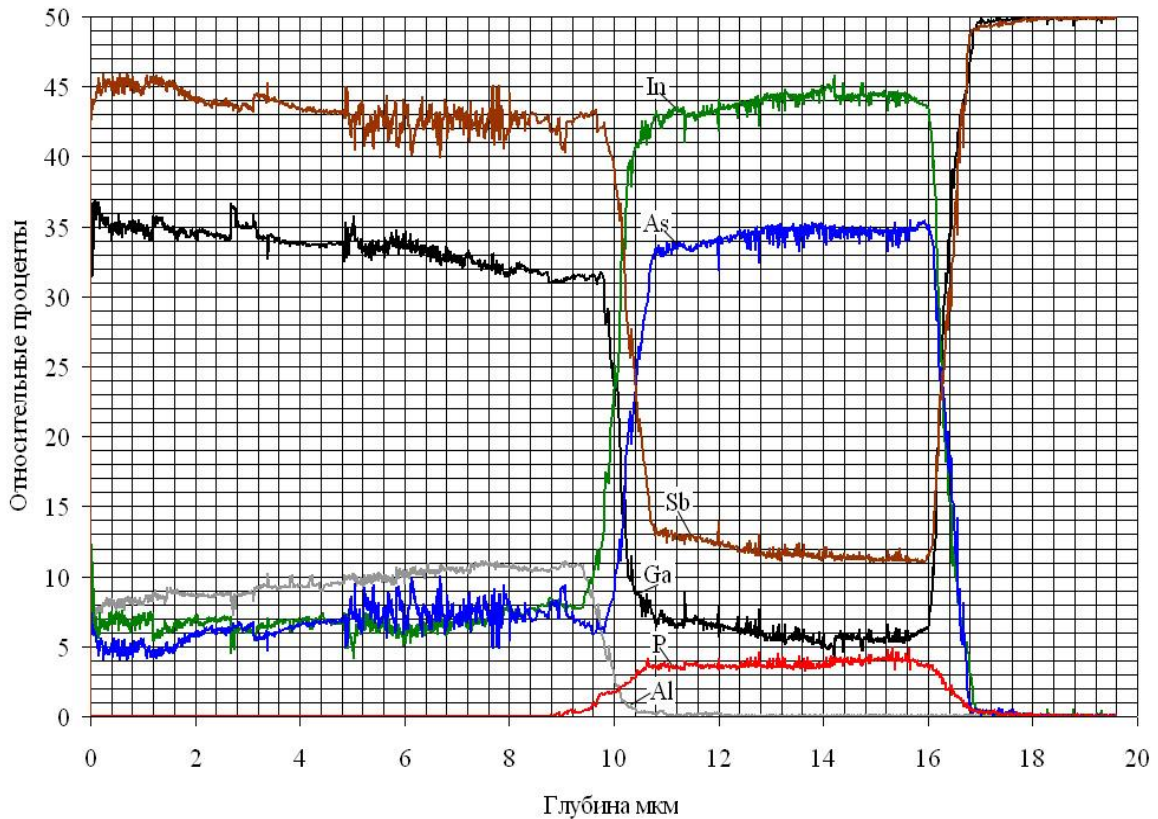


Рисунок 3 – Профиль распределения элементов по глубине в тройной структуре AlGaInAsSb/GaInPAsSb/GaSb

Литература

1. Валюхов Д.П., Звекон В.Ю., Хабибулин И.М. Рентгеноэлектронный спектрометр, управляемый цифроаналоговым комплексом на базе IBM PC/AT. ПТЭ – 1998, № 2. – с. 162 – 163.
2. И.М. Хабибулин, А.Э. Зорькин, В.Г. Зубрилов, Д.П. Валюхов. Аппаратно-программный комплекс для управления оже-электронным спектрометром. ПТЭ – 2007, №5 – с. 149 – 150.
3. Валюхов Д.П., Зубрилов В.Г., Лисицын С.В., Пигулев Р.В., Хабибулин И.М. Элементный анализ пятикомпонентных гетероструктур AlGaInPAs на GaP // Химия твёрдого тела и современные микро- и нанотехнологии : материалы V Междунар. науч. конф. Ставрополь: СевКавГТУ, 2005. С. 328–329.
4. Благин А.В., Валюхов Д.П., Зубрилов В.Г., Лисицын С.В., Лунин Л.С., Пигулев Р.В. Получение и анализ двойных гетероструктур GaSb/GaInPAsSb/GaSb, AlGaInAsSb/GaInPAsSb/GaSb // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2010. №2. С. 104–106.
5. Лисицын С.В., Валюхов Д.П., Хабибулин И.М., Зубрилов В.Г., Рембеза С.И. Диоксид олова и его применение в температурном режиме 300 – 800 К // Материалы одиннадцатой научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов «Вакуумная наука и техника». М.:МИЭМ, 2004. Т. 2. С. 420–422.

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Гостев В.М.

Казанский федеральный университет

Рассматривается проблема проектирования сетей передачи данных (СПД). Обсуждаются основные аспекты организации процесса проектирования с использованием комплекса аналитических и имитационных моделей СПД.

Methods and technologies for data transmission networks design optimization. Gostev V.M.

The problem of the data transmission networks (DTN) design is analysed. Some aspects of DTN modeling are considered. The structure of DTN design process is given.

Сеть передачи данных (СПД) представляет собой аппаратно-программное ядро (магистральную коммуникационную подсеть) территориальной компьютерной сети (ТКС). Основу СПД образуют узлы коммутации (УК), соединяемые между собой каналами передачи данных (КПД). УК осуществляют управление процессами передачи потоков данных по СПД (между серверами и рабочими станциями ТКС) и реализуются обычно на базе высокопроизводительных магистральных маршрутизаторов. Стоимость маршрутизатора зависит от его пропускной способности, поддерживаемых протоколов, характеристик интерфейсов. Магистральные КПД создаются на базе выделенных (арендуемых) каналов первичных сетей связи. Стоимость аренды каналов зависит от их пропускной способности и расстояния между соединяемыми пунктами.

В общем случае проблему проектирования СПД можно сформулировать следующим образом. Для заданных мест возможного размещения УК, ожидаемой общей интенсивности внешней нагрузки на СПД и структуры трафика между каждой парой УК, множества доступных аппаратных средств (маршрутизаторов, каналов связи между возможными пунктами размещения УК) и зависимостей показателей их функционирования и стоимости от производительности необходимо определить топологическую структуру СПД (т.е. выбрать количество и места размещения УК, а также определить для каждого УК, с какими другими УК он будет непосредственно соединен каналами связи), маршруты передачи данных между каждой парой УК, пропускные способности КПД, пропускные способности УК (маршрутизаторов, устанавливаемых в каждом УК), основные параметры протоколов, поддерживаемых в СПД (в частности, размер пакетов). Решения по выбору типов и параметров маршрутизаторов и каналов связи должны быть согласованы между собой и обеспечивать совместимость всех компонентов СПД по протоколам и интерфейсам. Кроме того, при разработке проекта может оказаться необходимым предусмотреть резерв по подключениям к СПД новых абонентов и учесть прогнозируемую динамику увеличения внешней нагрузки и развития сети, поэтапность ввода отдельных участков сети в эксплуатацию.

Основными критериями оценки проекта СПД являются: ожидаемые временные характеристики передачи данных – среднее и максимальное время задержки пакетов в СПД, определяющие время реакции сети (качество обслуживания абонентов СПД); пропускная способность СПД; стоимостные характеристики, включающие капитальные затраты и эксплуатационные расходы (в качестве интегральной характеристики может быть взята приведенная стоимость). Наряду с временными и стоимостными характеристиками, важным также является такой трудноформализуемый показатель, как надежность СПД, определяемая, в частности, надежностью аппаратуры УК и каналов связи, наличием в сети дополнительных маршрутов передачи данных, вероятностями потерь и искажений передаваемой информации, отказа в обслуживании.

Таким образом, проблема проектирования СПД является сложной многокритериальной проблемой, для которой характерны комплексный характер, противоречивость и плохая формализуемость совокупности требований, предъявляемых к проектируемому объекту. Для ее решения необходимы такие методы и средства, которые позволяли бы проводить формирование и оптимизацию проекта при учете (максимально возможном в реальных ситуациях) всех важнейших критериев оценки качества проектируемой сети, основных особенностей современных компьютерных сетей и требований, предъявляемых к ним (в том числе – многочисленных плохо формализуемых требований), которые давали бы возможность учитывать и использовать все особенности и условия реализации конкретного проекта. Помочь справиться со сложностью данной проблемы могут интерактивные человеко-машинные технологии. Интерактивный режим проектирования позволяет объединить в едином процессе мощные математические методы и алгоритмы оптимизации с опытом и неформализованными знаниями проектировщика [1].

Ряд таких технологий, обеспечивающих разностороннюю поддержку деятельности человека-проектировщика в процессе выработки и оценки эффективности решений проблемы проектирования СПД, реализован в системе оптимизации проектирования (СОПР СПД), разработанной в Казанском университете [2]. СОПР СПД предоставляет проектировщику комплекс инструментальных средств, помогающих ему вырабатывать и оценивать варианты проектных решений на основе сочетания его интуиции, способностей к неформальному решению задач, опыта, знаний, понимания конкретных проектных ситуаций и их перспектив, с вычислительными возможностями компьютера, позволяющими решать сложные математические задачи анализа, оценки и оптимизации, являющиеся составными частями общей проблемы проектирования СПД.

Система позволяет решать задачи структурно-топологического и параметрического проектирования СПД, проводить расчеты и оценки параметров проектируемых сетей на основе использования их моделей, оптимизацию проектных решений по критериям стоимости, надежности, производительности и величин временных задержек. Система обеспечивает поддержку многоэтапного итеративного человеко-машинного процесса проектирования с возможностью многократного выполнения отдельных этапов и решения отдельных задач с целью оптимизации ранее принятых проектных решений, а также реализацию различных по степени сложности методов проектирования.

В СОПР СПД включены средства поддержки двух базовых технологий оптимизации проектирования: технологии, основанной на декомпозиции (Д-технологии), и комплексной технологии (К-технологии).

Д-технология основана на вертикальной декомпозиции проблемы проектирования СПД. Процесс решения проблемы представляется в виде последовательности решения трех подпроблем: 1) подпроблемы структурно-топологического проектирования (СТП); 2) подпроблемы выбора маршрутов (ВМ); 3) подпроблемы выбора пропускных способностей (ВПС) компонентов сети (узлов и каналов). При этом любое возможное решение первой подпроблемы, определяя и фиксируя компоненты проекта СПД, одновременно определяет основу и исходные данные для решения следующей подпроблемы. В свою очередь, любое возможное решение второй подпроблемы определяет и фиксирует значения других компонентов проекта СПД, что делает более определенной третью подпроблему.

В результате последовательного решения трех (относительно независимых) подпроблем формируется полный вариант проекта СПД, который может быть оценен с точки зрения интегральных критериев качества и эффективности СПД – стоимости СПД, средних и максимальных задержек при передаче пакетов и сообщений по сети, пропускной способности сети при различном характере распределения внешней нагрузки, надежности и т.д. Здесь для полного варианта проекта могут проявиться недостатки принятых проектных решений. Чтобы улучшить характеристики проекта, проектировщик может попытаться скорректировать выбор пропускных способностей, сделанный на последнем этапе, либо вернуться на этап выбора маршрутов, или вернуться на первый этап для корректировки топологической структуры СПД с целью ее улучшения, а затем снова выполнить второй и третий этапы.

Д-технология предусматривает последовательное выполнение этапов проектирования для решения соответствующих частных подпроблем. Если попытки улучшения проекта на более поздних этапах не дают желаемого эффекта, осуществляется пересмотр проектных решений, принятых на более ранних этапах, или даже выработка и рассмотрение другого структурного варианта проекта. Неоднократный возврат и повторение пройденных этапов на новом витке спирали позволяет провести последовательное взаимное согласование, балансировку и взаимоувязку решений частных подпроблем. В ходе итеративного решения общей проблемы у проектировщика происходит накопление знаний об условиях и особенностях решаемой проблемы, последствиях принимаемых проектных решений, приходит лучшее понимание особенностей конкретного проекта, пределов достижимости целей и той цены, которую приходится платить за необходимый результат, которые позволяют выявить направления корректировки проектных решений. В ходе процесса выявляется взаимное влияние различных критериев и их соотношение, осуществляется «шлифовка» варианта проекта.

Таким образом, Д-технология представляет собой итеративную интерактивную схему, в которой используются методы решения задач оптимизации структурного синтеза СПД, методы и алгоритмы решения задач оптимизации выбора пропускных способностей каналов и УК и задач оптимизации распределения потоков по сети (маршрутизации), а также модели анализа функционирования сети заданной структуры, позволяющие оценить ее интегральные характеристики.

Возможна и другая последовательность решения подпроблем: после выбора (на первом этапе) варианта топологической структуры СПД осуществляется выбор пропускных способностей каналов и УК, и уже на этой основе осуществляется решение проблемы выбора маршрутов. Возможен также вариант Д-технологии, в котором этапы выбора маршрутов и выбора пропускных способностей объединены в один; при этом обе задачи решаются проектировщиком с использованием соответствующих методов одновременно.

Поскольку на стадии формирования начального варианта решения, как правило, невозможно сразу учесть все многообразие условий, присутствующих в реальных ситуациях, то на практике, скорее всего, не удастся сразу получить решение приемлемого качества: вряд ли построенный начальный вариант проекта будет удовлетворять всем требованиям, обычно он может рассматриваться лишь как основа для дальнейшей работы. Дело в том, что конечные характеристики проекта (стоимостные, временные, а также характеристики надежности и производительности) могут быть определены и оценены только для полного проекта. Поэтому в тот момент, когда в Д-технологии выбираются топология и маршруты, еще невозможно предвидеть, как это скажется на окончательных характеристиках СПД, и трудно сделать обоснованный выбор соответствующих параметров. Если желательные характеристики сети не достигнуты, приходится возвращаться и пытаться корректировать проектные решения, но опять же в условиях неопределенности, поскольку невозможно увидеть сразу, к чему приведет тот или иной выбор. Таким образом, принятие проектных решений происходит в ситуации, когда нет возможности сразу оценить результаты-последствия. Поэтому может иметь смысл, сформировав (например, с помощью Д-технологии) начальный полный вариант проекта СПД, включающий топологию, маршруты и пропускные способности, и оценив его интегральные характеристики, в дальнейшем провести детальную проработку полного варианта проекта сети, пытаясь последовательно его улучшить за счет воздействия как на различные отдельные составляющие компоненты проекта, так и на их комбинации в комплексе – и на элементы топологии, и на распределение потоков, и на пропускные способности. Технология, основанная на этой идее, в СОПР СПД называется К-технологией.

К-технология – это технология, ориентированная на комплексный выбор всех компонентов проектного решения, т.е. получение варианта полного решения (включающего топологию, маршруты, пропускные способности), а также оценку интегральных характеристик СПД. При использовании К-технологии проектировщик все время работает с полным вариантом проекта. Он может одновременно (в рамках одной проектной операции) изменять и какие-то элементы топологии, и отдельные маршруты, и пропускные способности. Кроме того, можно попытаться изменить единственный элемент полного решения и посмотреть,

как это повлияет на проект в целом (в Д-технологии это обычно невозможно; исключение – последний этапа выбора пропускных способностей).

Архитектура СОПР СПД предусматривает возможность оперативного переключения между технологиями. Так, проектировщик может с помощью Д-технологии построить начальный вариант проекта и дальше либо продолжить работу по Д-технологии, либо перейти на К-технологии для дооптимизации и «шлифовки» проекта. Проектировщик всегда может перейти с К-технологии на Д-технологии для проведения детального анализа влияния на интегральные характеристики проекта СПД особенностей топологии, маршрутов, пропускных способностей узлов и каналов.

Таким образом, Д- и К-технологии дополняют друг друга, предоставляя проектировщику широкий спектр функциональных возможностей СОПР по организации эффективного процесса проектирования СПД. В процессе решения проблемы проектирования СПД проектировщик имеет возможность создавать и прорабатывать несколько вариантов проекта СПД, различающихся между собой, например, способами соединения узлов каналами передачи данных, пропускными способностями КПД и УК, маршрутами передачи данных.

Программное обеспечение СОПР поддерживает процессы проектирования на основе Д- и К-технологий и позволяет решать задачи оптимизации структурно-топологического проектирования СПД, выбора маршрутов и пропускных способностей УК и КПД, проводить расчеты и оценки параметров проектируемых сетей на основе использования их моделей, сравнение проектных решений и оценку их эффективности, оптимизацию проектных решений по критериям стоимости, надежности, производительности и величин временных задержек.

Сложность проблемы проектирования СПД повлияла на разнообразие используемых в СОПР подходов. В процессе формирования и анализа вариантов сетей применяются как аналитические, так и имитационные модели. На базе аналитических моделей построены следующие функциональные подсистемы СОПР: подсистема структурно-топологического проектирования, подсистема выбора маршрутов, подсистема выбора пропускных способностей УК и КПД.

Применение аналитических моделей позволяет относительно быстро сформировать полный вариант проекта СПД с использованием алгоритмов оптимизации различного уровня сложности. Однако скорость работы этих алгоритмов достигается, как правило, за счет ряда упрощающих предположений. В частности, предполагаются непрерывное распределение длин передаваемых сообщений (и, следовательно, непрерывное распределение времени обработки сообщений в УК и КПД), независимость длин сообщений, абсолютная надежность элементов СПД, независимость задержек пакетов во всех транзитных элементах маршрута [3]. Эти предположения снижают точность характеристик проекта. Оценить, находится ли эта точность в допустимых пределах, очертить границы области применения аналитических моделей, ввиду отсутствия действующей сети можно лишь с помощью имитационного моделирования. Использование имитационных моделей требует существенно больших затрат времени для получения результатов, однако позволяет отказаться от упрощений и получить более точные оценки характеристик СПД по сравнению с аналитическими моделями. Имитационные модели составляют основу подсистемы оценки качества и эффективности функционирования (ОКЭФ) СОПР СПД [4].

Имитационные модели СПД строятся автоматически с помощью специального генератора, входящего в состав подсистемы ОКЭФ. На вход генератора поступает описание варианта СПД, созданного проектировщиком на предыдущих этапах (структурно-топологическое проектирование, выбор маршрутов, выбор пропускных способностей УК и КПД). На основе анализа параметров варианта генератор формирует модель на языке GPSS [5] и передает ее на вход интерпретатора GPSS. Выходными характеристиками, получаемыми в результате имитационного эксперимента, являются среднее время задержки пакетов, стандартное отклонение от среднего времени задержки пакетов, функции распределения времени задержки пакетов, количество пакетов, обработанных каждым УК, количество пакетов, переданных по каждому КПД, средние длины очередей и средние значения времени ожидания в буферах перед процессорами в каждом УК, характеристики загрузки КПД и процессоров УК сети. По результатам моделирования проектировщик может скорректировать вариант проекта СПД (изменить топологию, маршруты, пропускные способности УК и КПД, размеры пакетов) и повторить этап имитационного моделирования, используя средства подсистемы ОКЭФ.

В машинной модели имитируются только те функции УК, которые отражают алгоритмы маршрутизации и основные функции управления сетевого протокола: формирование очередей пакетов, анализ заголовка пакета, имитация обслуживания, выбор исходящего направления передачи пакета в соответствии с процедурой маршрутизации и т.д. При этом учитывается задержка пакета на время, необходимое для выполнения этих операций. В процессе автоматической генерации используются библиотеки, содержащие модели отдельных функциональных модулей узлов коммутации (процессоры, порты, буферы и т.д.) и каналов передачи данных.

Реализация комбинированного подхода к моделированию на базе СОПР позволяет в рамках единого процесса проектирования СПД использовать преимущества аналитических (на этапах формирования и корректировки проекта) и имитационных (на этапе оценки качества и эффективности полученного проекта) моделей. Использование генератора имитационных моделей повышает эффективность процесса проектирования СПД, избавляя проектировщика от необходимости «ручного» программирования. В то же время, открытая архитектура СОПР СПД позволяет проектировщику при необходимости выполнять корректировку текстов программ на GPSS в целях более точной настройки моделей.

СОПР СПД была использована для решения ряда практических задач, в частности, для оценки характеристик корпоративной компьютерной сети образовательных учреждений Республики Татарстан [6]. Разработанные модели были применены для оценки характеристик СПД единой образовательной информационной среды РТ. Были проведены вычислительные эксперименты по оценке предельных пропускных способностей и временных характеристик для вариантов СПД с различными топологическими структурами, маршрутами передачи данных, пропускными способностями УК и КПД, размерами передаваемых пакетов. Получены оценки межузловых средних задержек при передаче пакетов по СПД, в том числе их канальные и узловые составляющие, а также оценки интегральных временных характеристик СПД – средней и максимальной задержек пакетов. Исследовано влияние характера внешней нагрузки на значение предельной пропускной способности СПД.

СОПР СПД является одним из основных компонентов электронного научно-образовательного комплекса «Сетевые информационные технологии» (ЭНОК СИТ) [7]. Система используется в образовательном процессе при изучении студентами математических методов анализа и проектирования сетей передачи данных. СОПР позволяет решать задачи структурно-топологического и параметрического проектирования СПД, проводить расчеты и оценки параметров проектируемых сетей. В основу организации учебных занятий на базе СОПР СПД положено создание проблемных ситуаций, посредством которых обучаемые вовлекаются в процесс решения конкретных задач. Здесь реализуется переход от принципа усвоения знаний путем многократного повторения и запоминания к принципу усвоения знаний в процессе самостоятельной интеллектуальной деятельности обучаемых. Работая с системой, студенты могут изучить состав и структуру СПД, освоить использование методов аналитического и имитационного моделирования, точных и приближенных методов оптимизации проектных решений, провести учебную разработку сети, а также изучить и применить на практике принципы системного подхода к проектированию сложных объектов. Выполнение этих работ дает существенный обучающий эффект, поскольку параллельно с изучением архитектуры и методов проектирования компьютерных сетей обучаемые не только углубляют свои знания и развивают навыки в области математического моделирования, системного и прикладного программирования, но и активно участвуют в организации собственного процесса обучения.

Одной из составных частей ЭНОК СИТ является виртуальная лаборатория «Облачные вычисления» [8]. Как известно, технологической базой облачной инфраструктуры являются центры обработки данных (ЦОД). Современный ЦОД – это система серверов, размещенных в рамках одной площадки и объединенных общей системой управления. ЦОД представляет собой комплексное организационно-техническое решение, предназначенное для создания высокопроизводительной информационной инфраструктуры, обеспечивающей обработку, хранение и передачу больших объемов данных. Проектирование, установка, настройка и эксплуатация компонентов облачной инфраструктуры представляют собой комплекс сложных задач, эффективное решение которых требует высокой квалификации соответствующих специалистов: сетевых администраторов, системных интеграторов, специалистов по проектированию, созданию и обслуживанию ЦОД, защите информации, разработчиков программного обеспечения распределенных систем и т.д. В целях повышения эффективности образовательной и исследовательской деятельности в сфере облачных вычислений в состав виртуальной лаборатории включена многопользовательская версия СОПР СПД, позволяющая организовать совместное обучение студентов. С этой целью в системе формируется общее рабочее пространство, в котором группа студентов выполняет общее задание (например, проектирование магистральной сети передачи данных, связывающей центры обработки данных между собой). Доступ к системе осуществляется через Интернет. В ходе самостоятельной работы студенты имеют возможность обмениваться между собой информацией и тем самым осваивать навыки коллективной работы над большими проектами с использованием современных инфокоммуникационных технологий. При этом преподавателю доступны функции управления рабочим процессом.

СОПР СПД в составе ЭНОК СИТ прошла многолетнюю апробацию на кафедре системного анализа и информационных технологий Казанского университета. Результаты промежуточного и итогового контроля знаний (тестирование, зачеты, экзамены), результаты анкетирования студентов, результаты студенческих олимпиад и конкурсов по комплексу дисциплин «Сетевые информационные технологии» продемонстрировали значительное повышение уровня знаний студентов, активизацию их участия в научно-исследовательской работе, что позволяет сделать вывод о существенном позитивном влиянии рассмотренных средств и технологий на качество образования.

Литература

1. Gostev V.M., Khabibullin R.F. The SELENA teaching/research system for automated design of remote data processing networks // Journal of Mathematical Sciences. – 1995. – Vol.74. – N5. – P.1214 – 1218.
2. Гостев В.М. Система оптимизации проектирования сетей передачи данных // Ученые записки Казанского государственного университета. Физико-математические науки. – Казань: Казанский гос.университет, 2007. – Т.149. – Кн.2. – С.35–48.
3. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. – М.: Мир, 1979. – 600 с.
4. Гостев В.М. Комплексное моделирование сетей передачи данных на базе системы оптимизации проектирования СПД // Системы управления и информационные технологии. – 2010. – № 3(41). – С. 77 – 81.

5. Томашевский В.Н., Жданова Е.Т. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.:Бестселлер, 2003.– 416 с.
6. Гостев В.М. Математические модели и методы оценки характеристик магистральной коммуникационной инфраструктуры единой информационной образовательной среды региона // Телематика – 2007: Труды XIV Всеросс. науч.-методич. конф. (Санкт-Петербург, 18–21 июня 2007 г.). Том I. – С-Пб., 2007. – С.26 – 27.
7. Гостев В.М. Электронный научно-образовательный комплекс как средство повышения качества образования // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий (ИНФО-2010): Материалы 7-й междунардн. науч.-практич. конф. (Сочи, 1-10 октября 2010 г.). – М.:МИЭМ, 2010. – С.512 – 515.
8. Гостев В.М. Реализация инновационных образовательных технологий на базе виртуальной лаборатории «Облачные вычисления» // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий (ИНФО-2011): Материалы 8-й междунардн. науч.-практич. конф. (Сочи, 1-10 октября 2011 г.). – М.:МИЭМ, 2011. – С.68-70.

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИММЕТРИЧНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАСС СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ РОТОРНОГО ТИПА

Ключников А.В.

Снежинск, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»

Обсуждён вопрос об использовании динамического балансировочного стенда с жёсткими газовыми опорами для прецизионного определения параметров массо-инерционной асимметрии длинномерных роторных модулей конической формы. Точность измерений обеспечивается использованием газовой смазки в подшипниковых опорах и вертикальным расположением оси вращения модуля.

Test equipment for diagnostics of a mass symmetry distribution of compound rotor's details. Klyutchnikov A.

The question on use of a hard gas bearings equipped dynamic balancing stand for precision measurement of conical long-size rotor's modules mass-inertia asymmetry parameters. High accurate measurement is ensure by using of a gas lubricator in the bearings and by vertical arrangement of the modules' axis of revolution.

В настоящее время наблюдается тенденция к постоянному ужесточению требований по точности определения массовых, центровочных и инерционных характеристик (МЦИХ) деталей, выполненных в виде тел вращения (роторов), в том числе параметров, характеризующих асимметрию распределения масс относительно геометрической оси деталей и существенно влияющих на их эксплуатационные характеристики. Задача диагностики наличия асимметрии в распределении масс, а также оценки действительных значений указанных параметров – так называемых параметров массо-инерционной асимметрии – с целью их приведения к заданным нормативам путём корректировки массы актуальна для сложных длинномерных роторных модулей, имеющих в своём составе рамы, отсеки, сенсорную аппаратуру и т.п., после их изготовления и сборки. К числу параметров массо-инерционной асимметрии относится [1] величина поперечного смещения центра масс и угол отклонения продольной главной центральной оси инерции (ГЦОИ) относительно геометрической оси (в качестве которой, обычно, выбирают ось симметрии наружной поверхности модуля). Учитывая невысокую точность теоретического расчёта, как правило, выполняемого на начальном этапе проектирования, наиболее достоверным способом определения МЦИХ является их измерение.

Низкая точность контрольно-измерительного оборудования, используемого для контроля параметров массо-инерционной асимметрии (номинальные значения которых близки к нулю) определяет трудности процесса измерения указанных параметров по сравнению с контролем всех других МЦИХ. В настоящее время при определении координат центра масс по-прежнему используется, как правило, центровочные стенды, реализующие методы двух или трёх весов [2, 3]. Точность лучших образцов такого оборудования не превышает 0,1 мм [3]. Угол отклонения продольной ГЦОИ от геометрической оси определяется, как правило, расчётным путём, с использованием результатов измерений осевых моментов инерции, выполняемых на стендах, реализующих метод физического маятника или метод крутильных колебаний [3, 4]. Точность определения угла отклонения оси даже с использованием лучших измерительных стендов не превышает нескольких угловых минут [3]. Дополнительные ограничения на использование измерительного оборудования и способов выполнения измерений налагают имеющиеся характерные особенности модулей, в частности, значительные габаритные размеры, неметаллическая наружная поверхность, наличие нежёстких элементов конструкции, для конусов – отсутствие удобной технологической базы для закрепления на рабочем органе измерительного стенда, наличие единственной, расположенной на торце или вблизи торца и не проходящей через центр масс модуля, плоскости коррекции и др.

Из литературы [2, 5] и других источников известно, что применение методов динамической балансировки позволяет повысить точность измерений параметров, характеризующих асимметричность распределения масс контролируемого объекта в 5–10 раз по сравнению с устройствами, реализующими методы статической балансировки и маятниковых колебаний.

Для прецизионной балансировки в динамическом режиме сложных деталей, выполненных в виде автономного «длинного» роторного модуля конической формы, разработана компьютерная система контроля, реализованная на базе вертикального динамического балансировочного стенда с жёсткими опорами, выполненными в виде конических газостатических подшипников [6, 7]. Схема стенда приведена на рис. 1.

Каждый из двух соосных газостатических подшипников удерживается на вертикальной стойке с помощью колебательной подвески, представляющей собой пару консольно расположенных плоскопараллельных пластин, выполненных заодно с собственным основанием. Стойка закреплена на мощном фундаменте. В упругих элементах колебательных подвесок установлены силоизмерительные датчики, измеряющие реакции опор на проявления динамической неуравновешенности вращающегося в опорах объекта – сборного ротора, который включает в свой состав защитный технологический переходник и контролируемую деталь, установленную и закреплённую соответствующими приспособлениями (не показаны) внутри переходника. Переходник имеет форму усеченного конуса и выполнен в виде полого сбалансированного металлического ротора, наружная боковая поверхность которого соответствует рабочим поверхностям газостатических подшипников, а внутренняя – соответствует базовым посадочным поверхностям контролируемой ЛМ. Переходник предназначен для исключения возможности механического контакта контролируемой детали с опорами в процессе выполнения измерений, обеспечивая тем самым защиту его наружной поверхности от повреждений. Для контроля частоты вращения сборного ротора используется фотоэлектрический световодный датчик оборотов (не показан). Датчик оборотов также используется в качестве отметчика фазы дисбалансов. Настройку стенда перед проведением диагностики выполняют с использованием пробных грузов известной массы, поочерёдно устанавливаемых в плоскостях коррекции в известных угловых положениях. Для проведения периодических проверок с целью подтверждения метрологических характеристик системы контроля стенд снабжён эталонным ротором [7, 8], представляющим собой массо-габаритный макет контролируемой детали.

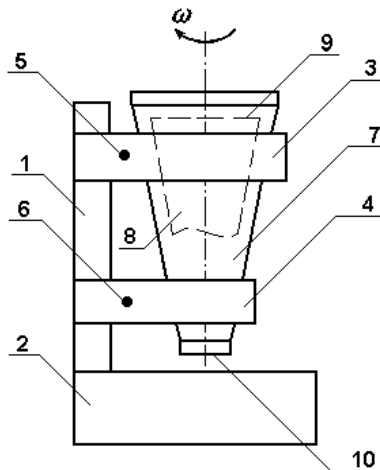


Рис. 1. Схема балансировочного стенда:

1 – вертикальная стойка; 2 – фундамент; 3 – верхняя колебательная подвеска; 4 – нижняя колебательная подвеска; 5 – верхний датчик силы; 6 – нижний датчик силы; 7 – технологический переходник; 8 – объект контроля; 9 – первая плоскость коррекции; 10 – вторая плоскость коррекции

Система обеспечивает определение значений параметров массо-инерционной асимметрии роторного модуля и расчёт массы и углового положения балансировочного груза, установка которого на штатной плоскости коррекции обеспечивает приведение параметров массо-инерционной асимметрии к значениям, не превышающим заданных в эксплуатационной документации на модуль значений (либо расчётным путём показывается невозможность достижения заданных нормативов. В этом случае модуль бракуется и направляется изготовителю на перекомпоновку). Модель и алгоритм процесса диагностики и обеспечения заданных нормативов симметричности распределения масс относительно геометрической оси конического модуля приведена на рис. 2. На диагностику поступают модули с известными массой, продольным положением центра масс и значениями моментов инерции, определяемыми на другом контрольно-измерительном оборудовании и с помощью других средств измерений.

В процессе эксперимента для определения начальных значений параметров массо-инерционной асимметрии выполняют серию пусков контролируемого модуля с регистрацией параметров вибросигналов на выбеге сборного ротора, при постоянной рабочей угловой скорости вращения ω [6]. В случае, если значение какого-либо из контролируемых параметров массо-инерционной асимметрии превысит соответствующее предельно-допустимое значение, заданное в эксплуатационной документации на деталь, определяют массу и

место установки на плоскости коррекции балансировочного груза. После корректировки массы детали выполняют дополнительный пуск для контроля остаточных значений указанных параметров.

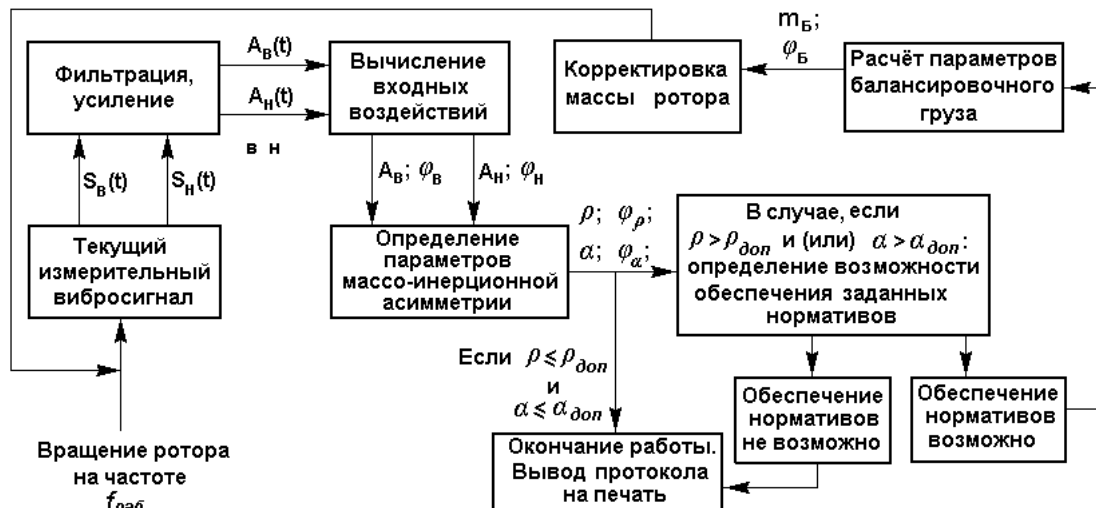


Рис. 2. Процесс определения и обеспечения параметров асимметрии

Предложенная методика диагностики деталей конической формы на предмет наличия массо-инерционной асимметрии и определения значений параметров асимметрии опробована и осуществлена с положительными результатами в РФЯЦ-ВНИИТФ на вновь спроектированном низкочастотном вертикальном динамическом балансировочном стенде с газостатическими подшипниками. Система контроля и рассматриваемая алгоритм балансировки обеспечивают при номинальной рабочей частоте вращения 2 Гц определение смещения центра масс и угла перекоса продольной ГЦОИ с погрешностями, не превышающими соответственно 0,01 мм и 1 угловой минуты для деталей массой свыше 90 кг [8, 9], а также позволяет обеспечить (при необходимости) заданные нормативы указанных параметров путём корректировки массы детали [10] с минимальным числом пусков (как правило, за один шаг балансировки).

Высокие характеристики точности определения параметров массо-инерционной асимметрии контролируемых объектов достигаются за счет вертикального расположения оси вращения, практически исключающего погрешности, связанные с прогибом изделия под действием сил тяжести, использования технологического переходника, обеспечивающего возможность экспериментальной настройки системы в двух плоскостях коррекции на контролируемую деталь, обладающую конической формой, использования газовых опор, исключающих сухое трение.

Литература

1. Дмитриевский А.А., Лысенко Л.Н., Богодистов С.С. Внешняя баллистика. – М.: Машиностроение, 1991. 640 с.
2. Левит М.Е., Рыженков В.М. Балансировка деталей и узлов. – М.: Машиностроение, 1986. – 248 с.
3. Матвеев Е.В., Крылов В.В., Кочкин Е.В. Оборудование для определения характеристик геометрии масс и массы космических летательных аппаратов // Научно-технические достижения, 1992. – №5. – С. 40.
4. Гернет М.М. Ратобильский В.Ф. Определение моментов инерции. – М.: Машиностроение, 1969. – 249 с.
5. ГОСТ 22061-76. Машины и технологическое оборудование. Система классов точности балансировки. – М.: Издательство стандартов, 1977. – 139 с.
6. Ключников А.В., Сидоров А.В. Применение метода динамической балансировки для прецизионного контроля параметров массо-инерционной асимметрии роторных объектов // Приборы и системы. Управление, Контроль, Диагностика. – 2011. – №3. – С. 48–53.
7. Патент РФ на изобретение №2292533. Балансировочный стенд с вертикальной осью вращения / Л.М. Глазырина, М.С. Карповицкий, А.В. Ключников, А.И. Мальгин, Г.Г. Смирнов, Ю.П. Фомин // БИ, 2007. – №3.
8. Патент РФ на изобретение №2434212. Способ проверки качества функционирования низкочастотного динамического балансировочного стенда / А.В. Ключников, Ю.П. Фомин // БИ, 2011. – №32.
9. Ключников А.В. Способ контроля качества функционирования стенда для определения характеристик асимметрии масс осесимметричных роторов // Труды международного симпозиума «Надежность и качество – 2010» в 2-х томах. – Пенза: ПГУ, 2010. – Т. 2. – С. 12–14.
10. Ключников А.В. Уточнённая математическая модель оценки и обеспечения параметров массо-инерционной асимметрии длинномерного роторного модуля // Труды международного симпозиума «Надежность и качество 2012» (Пенза, 21–31 мая 2012г.): в 2-х томах. – Пенза: ПГУ, 2012. – Т. 1. – С. 224–227.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЧЁТЧИКА

Ковцова И.О., Ухов В.И.

*Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
Филиал «Протвино»*

В статье рассматривается назначение и функции разработанного программного обеспечения «MeterSoft», а так же протокол МЭК 61850 и статусы данных.

Development and realization of the software for digital meter. Kovtsova I., PhD Ukhov V.

This article discusses the purpose and functions of the developed software «MeterSoft», as well as the IEC 61850 protocol and data's statuses.

На данный момент развитие современных аппаратных и программных средств позволяет осуществить революционный переход в новый век автоматизации электрических подстанций – век цифровой подстанции. Основная идея «цифровой» подстанции заключается в создании систем контроля, защиты и управления нового поколения, где вся информация переводится в цифровой формат на уровне интеллектуального первичного оборудования и далее передается уже в таком виде вторичному интеллектуальному микропроцессорному оборудованию. Все устройства работают на едином стандартном протоколе обмена информацией — IEC 61850 (МЭК 61850). К первичному оборудованию относятся высоковольтные цифровые измерительные оптические трансформаторы тока и напряжения, интеллектуальные выключатели, а к вторичному – микропроцессорные устройства РЗ и автоматики, многофункциональные приборы измерений и учета.

МЭК 61850 является объектно-ориентированным протоколом, сфокусированным на автоматизацию подстанций, и значительно расширяющим возможности предшествующих стандартов. Область применения стандарта МЭК 61850 – системы связи внутри подстанции. Это набор стандартов, в который входят стандарт по одноранговой связи и связи клиент-сервер, стандарт по структуре и конфигурации подстанции, стандарт по методике испытаний, стандарт экологических требований, стандарт проекта.

Стандартом МЭК 61850 предлагается использование трех протоколов передачи данных:

- MMS (Manufacturing Message Specification – стандарт ISO/IEC 9506) – протокол передачи данных реального времени и команд диспетчерского управления между сетевыми устройствами и/или программными приложениями;

- GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event – стандарт МЭК 61850-8-1) – протокол передачи данных о событиях на подстанции;

- SV (Sampled Values – стандарт МЭК 61850-9-2) – протокол передачи оцифрованных мгновенных значений от измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Обмен данными в стандарте МЭК 61850 происходит в нескольких режимах: клиент-сервер или спорадически (издатель - подписчик).

Оптические трансформаторы осуществляют измерение мгновенных значений тока и напряжения, их оцифровку и высокоскоростную передачу данных по оптическим каналам связи, по так называемой шине процесса (Process Bus). Передача данных осуществляется по протоколу МЭК 61850-9-2 (SV - Sampled Values). Измеренные мгновенные значения получают различные интеллектуальные электронные устройства. Одним из таких устройств является счётчик электрической энергии.

Разработанное программное обеспечение СЧЁТЧИК «MeterSoft» по протоколу 61850-9-2 принимает мгновенные данные с частотой дискретизации 256 точек на период или 12 800 срезов мгновенных значений в секунду по трём фазам и нейтрали. Счётчик, используя мгновенные значения тока и напряжения, рассчитывает секундный профиль, состоящий из:

- Текущего значения тока и напряжения в фазе А, В, С.
- Текущего значения линейного напр. между фазами А-В, В-С, С-А.
- Текущего значения частоты напряжения сети отдельно для каждой фазы.
- Текущего значения активной мощности в фазе А,В,С.
- Текущего значения суммарной активной мощности.
- Текущего значения реактивной мощности в фазе А,В,С.
- Текущего значения суммарной реактивной мощности.
- Текущего значения полной мощности в фазе А,В,С.
- Текущего значения суммарной полной мощности.
- Текущего значения коэффициента мощности в фазе А,В,С.
- Текущего значения коэффициента мощности по сумме трёх фаз АВС.
- Угла между током и напряжением в фазе А,В,С.

Каждую секунду происходит подсчёт и накопление потреблённой энергии:

- Активной энергии по квадрантам (P1,P2,P3,P4) суммарно по фазам и по каждой фазе.
- Активной энергии принятой (+) и отданной(-), их суммы.
- Реактивной энергии по квадрантам (Q1,Q2,Q3,Q4) суммарно по фазам и по каждой фазе.
- Реактивной энергии принятой (+) и отданной(-), их суммы.
- Полной энергии по квадрантам (S1,S2,S3,S4) суммарно по фазам и по каждой фазе.
- Полной энергии суммарно по фазам.

Программное обеспечение СЧЁТЧИК «MeterSoft» обеспечивает формирование минутных, получасовых, суточных и месячных архивов. Накопленная энергии фиксируются отдельно на начало суток и на начало каждого месяца.

Неотъемлемым и наиболее важным является детализация данных, а именно их статус или качество. В протоколе МЭК 61850 качество данных описывается в третьем разделе седьмой части стандарта IEC 61850-7-3– «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 3. Классы общих данных», где выделено в отдельный тип данных Quality. Quality является общим типом данных для всей системы, имеет единый формат, и может формироваться на любом её уровне, как на первичном, так и на вторичном оборудовании, а так же в центрах сбора данных или задаваться оператором системы.

Рассмотрим таблицу 1, в которой описана структура типа данных Quality.

Таблица 1 Атрибуты качества типа данных Quality

Атрибуты Quality	
Validity (Достоверность)	Данный атрибут отражает признак достоверности и может иметь значения: good, questionable, invalid . Good считается достоверным и выставляется, если в работе источника получаемой информации не обнаружено каких-либо неисправностей. Invalid считается не достоверным и сигнализирует о том, что обнаружена неисправность в работе источника данных, получаемая информация неверна и ее нельзя использовать. Questionable считается сомнительным и выставляется, если функция самодиагностики обнаруживает ненормальное поведение источника данных, хотя сама передаваемая информация может оставаться актуальной.
Detail quality (Детализация качества)	Атрибут Detail quality даёт дополнительную информацию о причинах в тех случаях, когда данные приходят со статусом не Good.
Source (Источник)	Атрибут Source предоставляет информацию об источнике данных. Значение может исходить от первичного процесса или вычисляться на основе данных первичного процесса (Process) или быть установленным пользователем (Substituted).
Test (Тестовый режим)	Сигнализирует о том, что устройство находится в режиме тестирования и данные формируемые им не должны быть использованы.
OperatorBlocked (Ручное управление)	Данный атрибут информирует о том, что обновление данных заблокировано оператором и данные должны сохранять то значение, которое имело место до момента блокировки. При активизации данного атрибута также производится активизация идентификатора oldData атрибута DetailQual.

В таблице 2 приведены идентификаторы, характерные для значений атрибута Validity Invalid и Questionable, в таблице 3 – их описание.

Из таблицы 2 видно, что некоторые идентификаторы характерны только для Invalid (Overflow и Failure), а другие только для Questionable (Old data, Inconsistent, Inaccurate), данные флаги однозначно определяют значение атрибута Validity. Когда флаги общие, например Out of range, Oscillatory, сервер (источник данных) должен принять решение о том, будет ли приводить активация этого идентификатора к присваиванию атрибуту Validity значения Questionable или Invalid.

Таблица 2 Зависимость атрибута Validity от идентификаторов Detail quality

DetailQual	Invalid	Questionable
Overflow	X	
Out of range	X	X
Bad reference	X	X

Oscillatory	X	X
Failure	X	
Old data		X
Inconsistent		X
Inaccurate		X

Таблица 3 Описание идентификаторов Detail quality

DetailQual	
Overflow	Значение измеренной величины не может быть правильно представлено (например, простая ошибка переполнения типа).
Out of range	Значение измеренной величины выходит за пределы заданного допустимого диапазона значений.
Bad reference	Устройство потеряло калибровку.
Oscillatory	Сигнализирует о том, что за заданное время сигнал дважды изменил свое значение на одно и то же, фиксируется дребезг и должен быть активирован идентификатор oscillatory.
Failure	Обнаружена внутренняя или внешняя неисправность.
Old data	Данные не обновлялись в течение определенного времени.
Inconsistent	Обнаружено несоответствие данных действительности.
Inaccurate	Значение данных не соответствует требуемым точностным характеристикам.

Итак, как было сказано выше, программное обеспечение СЧЁТЧИК «MeterSoft» по протоколу 61850-9-2 принимает мгновенные данные с частотой дискретизации 256 точек на период или 12 800 срезов мгновенных значений в секунду по трём фазам и нейтрали, каждое значение сопровождается статусом, представленным типом int32. Счётчик, используя эти мгновенные значения тока и напряжения, рассчитывает секундный профиль. При расчёте профиля необходимо учитывать статус данных, а так же необходимо затем выставить статус секундному профилю. Поскольку нет никаких гарантий, что входные данные будут соответствовать нормативам описания 61850-7-3, то мы сначала проводим нормализацию статуса - приводим его в соответствие с протоколом 61850-7-3. Затем оцениваем процент появления каждого атрибута и его значения и в зависимости от этого выставляем кодовый статус. Для величин (например, для активной мощности), для расчёта которых используются два базовых значения (ток и напряжение), статус выставляется исходя из значений обоих статусов. На основании сформированных секундных статусов выставляются статусы так же и для минутных, получасовых, суточных и месячных профилей.

ПО СЧЁТЧИК устанавливается на современную специализированную вычислительную аппаратную платформу на базе микропроцессорного устройства. Данное устройство предназначено для учёта электроэнергии и мощности, измерения параметров электрической сети: напряжения, тока, характеристик мощности, частоты и фазовых характеристик. Это устройство планируется применять в качестве IED (интеллектуального электронного устройство) в системах автоматизации подстанций на базе протокола IEC 61850. Оно может одновременно работать в режиме измерителя электрических параметров (Multimeter) и в режиме счётчика электрической энергии (Meter).

Были проведены стендовые испытания прототипа (Рис.1) с использованием устройства DPM-121 предназначенного для учёта электроэнергии и мощности, поддерживающим протокол 61850. Генерировались мгновенные значения тока и напряжения и по протоколу 61850-9-2 подавались на оба устройства (на DPM-121 и на компьютер с установленным программным обеспечением СЧЁТЧИК «MeterSoft»). Затем было произведено сравнение полученных результатов – секундных значений, минутных, получасовых, суточных и месячных профилей. Полученные результаты показали, что разработанный прототип имеет такие же измерения при нормальных режимах, как и DPM – 121, и наиболее точные измерения при режимах близких к критическим. Так же были произведены испытания, когда на вход подавались данные с различными статусами, ПО СЧЁТЧИК «MeterSoft» корректно их обрабатывал и формировал статусы для секундных, минутных, получасовых, дневных и месячных профилей. Как оказалось, DPM – 121 на изменение статусов не реагировал.



Рис.1 Стендовые испытания

ПО СЧЁТЧИК «MeterSoft» так же было протестировано на данных полученных от реального цифрового трансформатора. В дальнейшем планируется реализация поддержки протокола 61850-8-, проведение испытаний программно – аппаратного комплекса «MeterSoft» на соответствие ГОСТ и сертификация данного устройства, а так же комплексные испытания на объекте.

Литература

1. IEC 61850-9-2. Communication networks and systems for power utility automation - Part 9-2: Specific communication service mapping (SCSM) - Sampled values over ISO/IEC 8802-3.
2. IEC 61850-7-3 Communication networks and systems in substations: Basic communication structure for substation and feeder equipment - Common data classes.
3. Горелик Т.Г., Кириенко О.В. Автоматизация энергообъектов с использованием технологии «Цифровая подстанция». Первый Российский прототип. Журнал Релейная защита и автоматика за 01.03.2012.
4. Стешенко Д.М., Качество информации в контексте стандарта МЭК 61850. Рылейщик, №1 2012.

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ

Дягилев В. И., Сухов К. А.
 ГОУ ВПО МУПОЧ «Дубна» филиал «Протвино»

Работа посвящена исследованию процессов в генераторах с прямоугольным высокочастотным напряжением для питания пьезокерамических преобразователей в электротехнологических установках. Получены зависимости токов, напряжений и мощностей. Даны рекомендации по выбору параметров основных элементов таких генераторов.

Transistor High Frequency Generators For Ultrasonic Treatment. Dyagilev V. I., Suhov K. A.

The work is devoted to investigation of processes in generators with rectangular high frequency voltage power supply for piezoceramic converters in electro-technological units. Were obtained the dependences of the currents, voltages and capacities. Recommendations are given for the choice of the parameter key elements of such generators.

Электротехнологии – одно из главных направлений современного производства. Наиболее важные из них – ультразвуковая обработка (УЗО), термообработка металлов и сплавов, геофизические исследования и ремонтные работы на пробуренных скважинах.

Ультразвуковая (УЗ) обработка является одним из самых экологически чистых, высокопроизводительных и высококачественных процессов и имеет широкое распространение в самых различных отраслях промышленности.

Под термином УЗ обработка, в большинстве случаев понимается ряд технологических процессов, при которых ультразвуковые механические колебания воздействуют либо непосредственно на жидкие или твердые

среды, либо на твердые среды через жидкость. В первом случае реализуются такие технологические процессы, как перемещение жидкости (перекачка), диспергирование, эмульгирование и гомогенизация.

Второй случай – это такие технологические процессы, как УЗ, полировка, резание, упрочнение, а также сварка металлов и термопластичных материалов. Если преимущественной областью первых трех технологических процессов является машиностроение.

Для преобразования электрической энергии в механическую и создания ультразвуковых волн в технологических процессах наибольшее распространение получили керамические материалы. Явление деформации этих материалов под воздействием электрического поля называется обратным пьезоэффектом. Это свойство пьезокерамики возбуждать механические деформации под действием переменного электрического поля получило очень широкое применение в ультразвуковой технологии. Почему именно в ультразвуковой? Во-первых, ультразвук не слышен, и работа таких технологических установок не вредна для человека. Во-вторых, пьезокерамические преобразователи (ПКП) имеют тенденцию уменьшать размеры при увеличении частоты, а значит, уменьшаются габариты всей установки, увеличивается удельная мощностью и эффективность ее работы.

При совпадении воздействующего на пьезоэлемент электрического напряжения с собственной частотой ПКП достигаются наибольшие амплитуды его механических колебаний.

А теперь перейдем непосредственно к источникам электрических колебаний. Это генераторы тока высокой частоты на транзисторах или тиристорах для пьезокерамических преобразователей. Параметры таких генераторов определены уже давно и давно известны их основные схемы.

В настоящей работе рассмотрены особенности построения схем на полевых мощных транзисторах и тиристорах. Их особенность в том, что они восприимчивы только к синусоидальному напряжению. Если подать прямоугольное напряжение, которое, как известно, можно представить суммой гармоник, то восприниматься будут все, но первая всегда наибольшая по величине, и инструмент будет настроен в резонанс только на ее частоту. Другие же гармоники будут только нагревать его. Естественно, что срок службы из-за этого будет сокращаться. Поэтому крайне желательно подавать на излучатель акустических колебаний (АК) одну гармонику и постоянно подстраивать ее по частоте под величину частоты собственного резонанса инструмента – излучателя АК.

Вторая особенность – постоянные изменения этой же частоты АКС из-за изменений условий ее работы, например, влияния окружающей среды и изменения нагрузки на инструмент. Благо, что эти изменения частоты $\omega_{\text{рез}}$ невелики. Опыт эксплуатации показывает, что они не превышают значений $\pm 0,1 \omega_{\text{рез}}$. Хуже то, что изменения эти происходят достаточно быстро и задача системы управления питающего генератора адекватно реагировать на них и «отрабатывать» отклонения с заданной точностью.

Известно, что транзисторные мостовые и полумостовые генераторы прямоугольного напряжения имеют небольшие статические потери относительно динамических. Последние обусловлены конечным временем переключения из открытого в закрытое состояние и наоборот $t_{\text{отм}}$ и $t_{\text{зан}}$. Простое уменьшение этих времен не приводит к ожидаемому эффекту. Из-за наличия паразитных реактивностей, обратных диодов со своим временем запираения и прочих факторов динамические потери не удастся снизить до желаемой величины. Тем более, что на высокой частоте переключения их относительная величина возрастает.

В связи с этим еще в 80-е годы предлагались резонансные схемы на транзисторах здесь паразитные реактивности являются частью резонансного LC контура, который определяет длительность полуволны тока при подаче на его вход прямоугольного однополярного импульса напряжения. В этом случае можно организовать переключение транзисторов либо при нулевом токе, либо при нулевом напряжении, что уменьшает динамические коммутационные потери. Следует заметить, что общие потери снижаются не столь значительно, т.к. из-за увеличившейся амплитуды тока возрастают статические потери.

Было проведено исследование 4-х различных схем с целью выбора оптимального варианта. Критерии, по которым определяется оптимизация таковы:

1. получение в нагрузке напряжения заданной формы и величины.
2. наименьшие потери в транзисторах и прочих вспомогательных элементах
3. наибольший к.п.д.

На рис.1 приведена мостовая транзисторная схема генератора тока высокой частоты. При попарно-перекрестном отпираии и запираии транзисторов М1-М3 и М2-М4 в диагонали R_H при замкнутых элементах C_2 , L_7 и отсутствии конденсатора C_1 будет протекать переменный ток прямоугольной формы. Это схема №1.

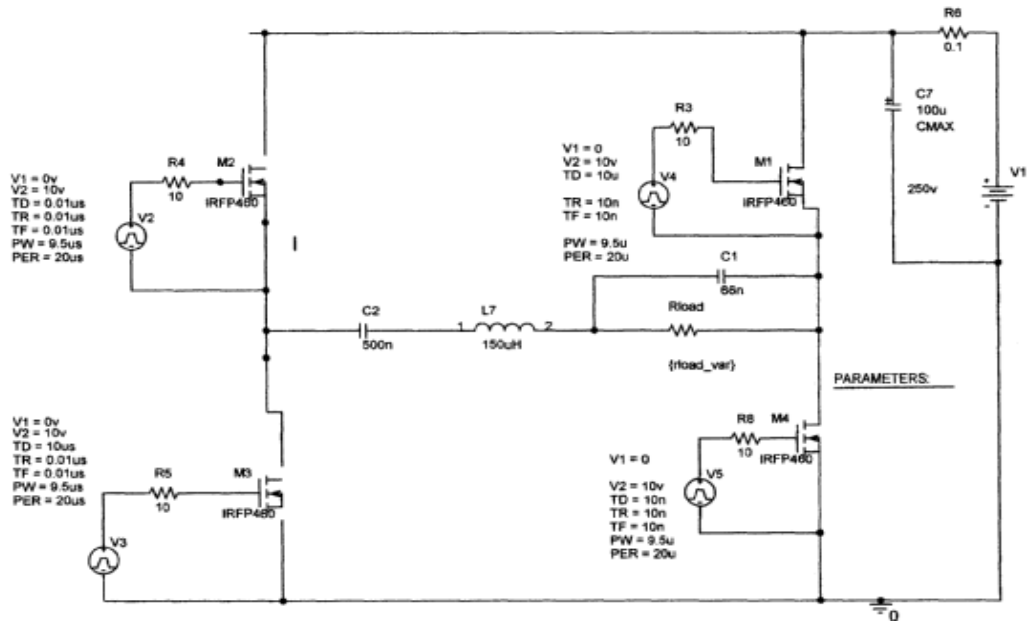


Рис.1 Мостовой транзисторный генератор ТВЧ.

Таблица 1.

	$R_{н}$ (Ом)	$L_{послед.}$ (мкГн)	$C_{послед.}$ (нф)	$C_{паралл.}$ (нф)	Форма напряжения на нагрузке	Диапазон изменения нагрузки (Ом)
	10 50 100 300	нет	нет	нет	Прямоугольное	10-300
	10 50 100 300	166	66	нет	Синусоидальное	0-300
	10 50 100 300	166	нет	66	Синусоидальное	100-∞
	10 50 100 300	166	500	66	Синусоидальное	0-∞ к.з.-х.х.

Когда включен последовательный колебательный контур L_7, C_2 по нагрузке R_{load} будет протекать синусоидальный ток это схема с последовательным резонансным контуром. Назовем ее схема №2

Если замкнуть конденсатор C_2 и включить конденсатор C_1 , получим схему с параллельным резонансным контуром. Назовем ее схема №3 и, наконец, полная схема диагонали генератора – это параллельно-последовательный инвертор – схема №4.

Проведено исследование этих схем на ЭВМ. С целью получения не только временных, но и параметрических зависимостей напряжений, токов и мощностей в схеме генератора.

Расчет схемы генератора прямоугольного и синусоидальных колебаний рекомендуется производить в следующем порядке.

Обычно задаются значения выходного напряжения $U_{п.}$ и $U_{п.м.}$, выходной мощности $P_{н.}$ и величина питающего напряжения $U_{сет.}$. Частота тока нагрузки $f_{вых.}$ и форма тока в ней – прямоугольная или синусоидальная. При этом сразу можно выбрать один из 4-х вариантов схем нагрузочного контура, учитывая достоинства и недостатки каждого из них. Первый вариант – прямоугольное напряжение. Здесь расчет весьма прост.

В мостовой схеме амплитуда напряжений $U_{нм} = U_d - 2\Delta U_{mp} - U_{ном}$

Здесь U_d --- входное постоянное напряжение

ΔU_{mp} --- прямое падение напряжения на транзисторах

$U_{ном}$ --- потери напряжения в проводах, контактах и т.п.

Для получения синусоидального напряжения необходимо использовать колебательный контур. Для выбора его параметров можно воспользоваться следующими соотношениями:

$$\omega_o^2 LC = 1 \quad \text{--- условие резонанса} \quad (1)$$

$$\rho = Z_l = \sqrt{L/C} = \omega L = \frac{1}{\omega C} \quad \text{--- это волновое сопротивление контура} \quad (2)$$

$$\text{Коэффициент нагрузки } K_H = \frac{R_n}{Z_g} \quad (3)$$

Из (1) и (2) можно вывести следующие соотношения:

$$f_o = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{2t_u} \quad (4)$$

$$t_u = \pi \sqrt{LC}$$

При $K_H = 1$ определим емкость контура:

$$C = \frac{1}{2\pi f R_n} = \frac{t_u}{\pi R_n} \quad (5)$$

И его индуктивность:

$$L = \frac{t_u^2}{\pi^2 C} = \frac{1}{4\pi^2 f_o C} \quad (6)$$

Определив параметры нагрузочного контура можно составить схему генератора и проверить ее на модели с помощью ЭВМ. На рисунке 3 приведены временные диаграммы напряжений на диагонали генератора (прямоугольное) и на нагрузке (синусоидальное) при значении коэффициента нагрузки $K_H = 5$.

Исследования показали, что можно получить амплитуды и очень малые и очень большие, задаваясь различными значениями K_H .

Поскольку реальный генератор будет работать на пьезокерамический преобразователь ПКП, то не мешает рассмотреть его схему замещения. На рис. 2 представлена ее упрощенная версия. Здесь $C_{вх}$ --- статическая входная емкость, L_m --- индуктивность --- аналог массы, C_m --- емкость как аналог упругости конструкции ПЭП, $R_{эв}$ --- суммарное сопротивление, учитывающее внутреннее трение и сопротивление среды (объекта воздействия механических колебаний). Очевидно, что из-за наличия нескольких реактивностей и резко переменного сопротивления среды является причиной нескольких резонансов на разных частотах входного напряжения. При этом входной ток может быть различным по величине.

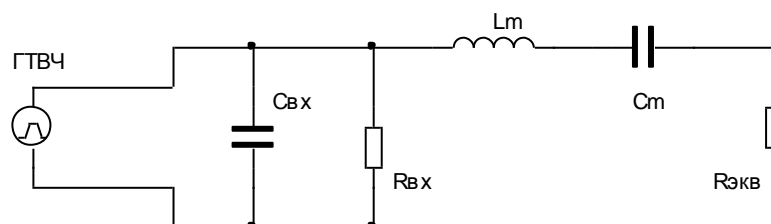


Рис. 2. Электрическая схема замещения пьезоэлектрического преобразователя.

Наличие нескольких реактивностей и переменное сопротивление $R_{\text{экр}}$ является причиной нескольких резонансов на разных частотах входного напряжения U . При этом входной ток в резонансных режимах может быть различным по величине. Также, экспериментом обнаружено такое явление как возникновение очень высокого напряжения во время переходных процессов на элементах схемы питающего генератора тока высокой частоты (ТВЧ). При этом может произойти пробой полупроводниковых приборов и изоляции. Описания такого явления в известной литературе нет, но анализ его дает возможность предполагать, что в режиме ненагруженного ПЭП в нем запасается большая механическая энергия, которая затем в силу вторичного пьезоэффекта превращается в электрическую энергию. Из выражения $W_{\text{эл}} = \frac{CU^2}{2}$ можно определить величину U .

Во избежание таких резких колебаний напряжений предложено использовать колебательный контур 3^{го} типа (RLC₁C₂-3) На рис. 1 приведена схема такого генератора, а на рис. 3 временные диаграммы напряжений на диагонали и на нагрузке.

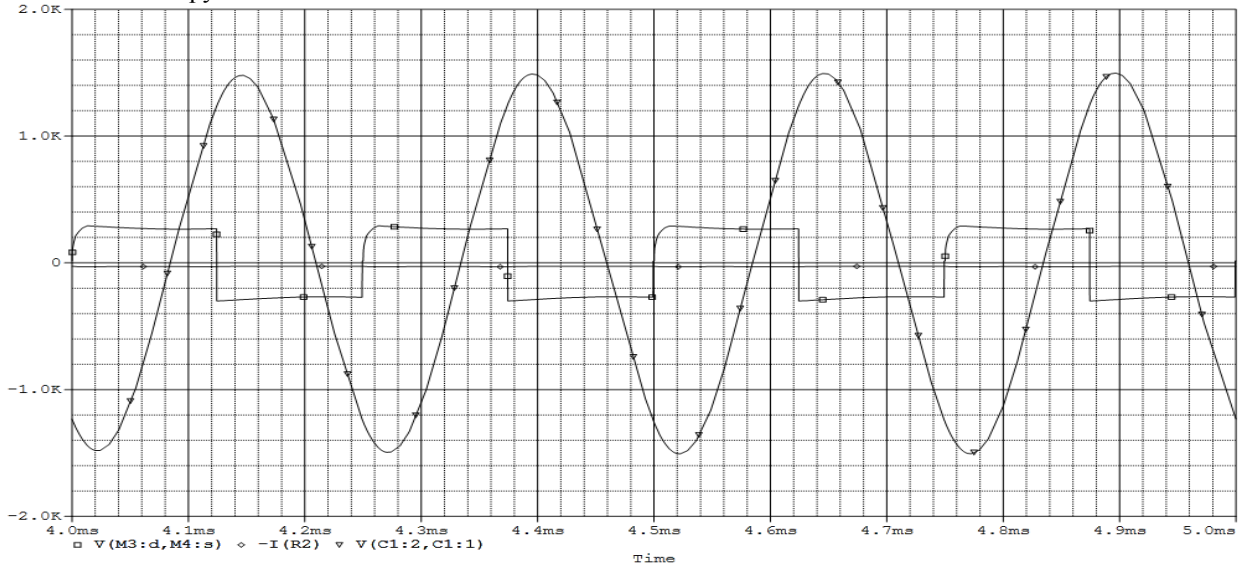


Рис. 3 Временные диаграммы напряжений на диагонали и на нагрузке.

Приведем пример разработки и эксплуатации генератора ТВЧ мощностью 2,5 кВт частота --- 30 кГц. Заказчик поставил такую задачу:

1. Синусоидальное выходное напряжение;
2. Наличие быстродействующей защиты от перегрузки по току и перенапряжений;
3. Возможность регулирования величины питающего ПЭП напряжения;
4. Наличие индикации состояний генератора (нормальных и аварийных ситуаций);
5. Автоподстройка частоты в процессе работы на пьезокерамическую нагрузку.

В соответствии с этими требованиями была разработана схема генератора тока высокой частоты мощностью 1,5 кВт, частотой тока от 5 до 30 кГц.

На рис. 4 приведена его функциональная схема транзисторного генератора.

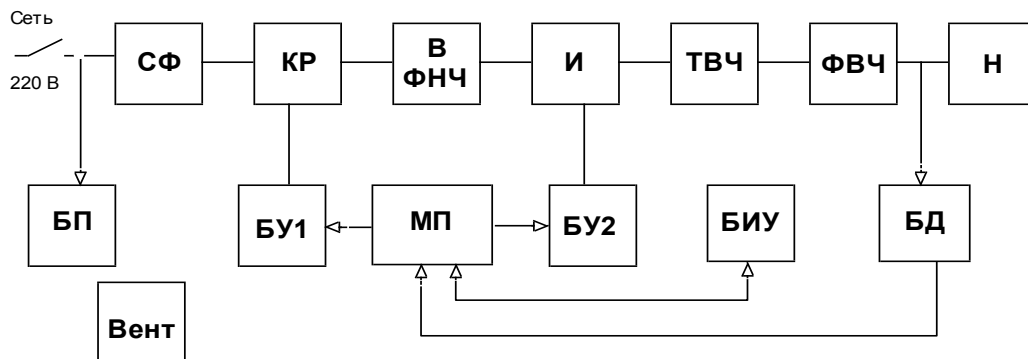


Рис. 4. Функциональная схема УЗГ-2,5-30.

Однофазное сетевое напряжение поступает через сетевой фильтр СФ и контактор-регулятор КР на диодный выпрямитель В. Через индуктивно-емкостный фильтр ФНЧ выпрямленное напряжение подается на транзисторный инвертор И, где преобразуется в переменное высокочастотное напряжение. С вторичной

обмотки согласующего трансформатора ТВЧ прямоугольное напряжение подается на вход фильтра ФВЧ. С его выхода на нагрузку подается уже синусоидальное напряжение.

Величина напряжения может изменяться в диапазоне 100 — 260 В с помощью симисторного регулятора, который одновременно является и контактором, т. е. коммутирует входной переменный ток в нормальном и аварийных режимах.

На рис. 5 приведена принципиальная силовая схема и функциональные блоки УЗГ-1,5-30

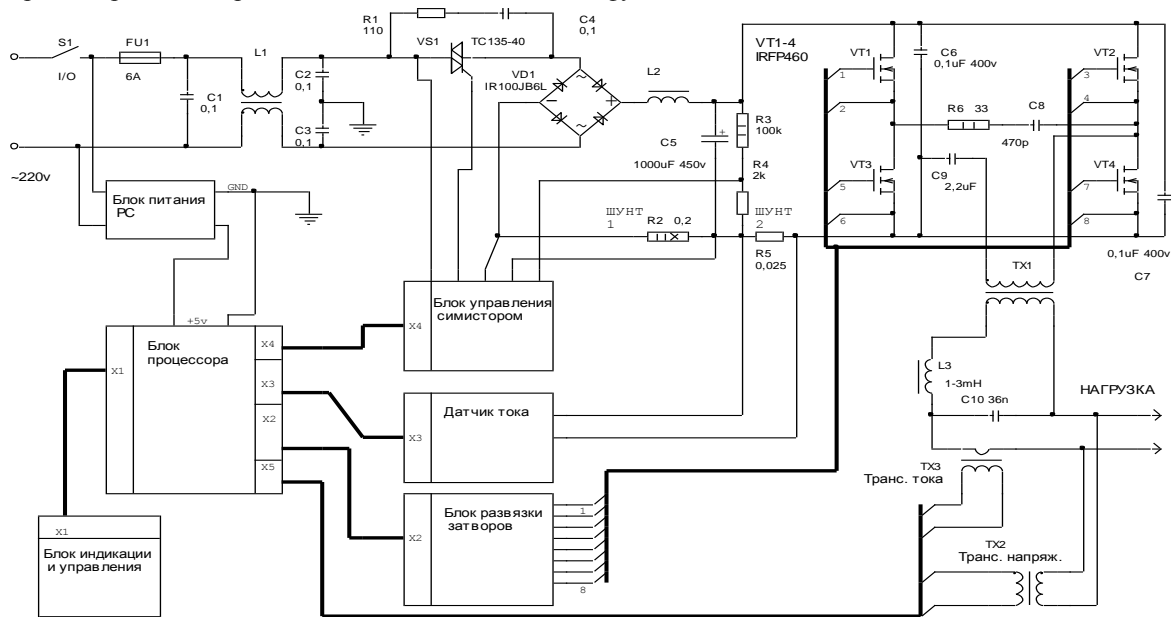


Рис. 5. Принципиальная схема УЗГ-2,5-30.

Для выполнения довольно сложных требований, предъявляемых к генератору, в нем используется микропроцессор (МП). Он обеспечивает управление инвертором, контактором-регулятором, измерение рабочих параметров и автоподстройку частоты, а также работу блока индикации и управления. Главный компонент — восьмибитный процессор AT90S8535 с тактовой частотой 8 МГц. Частота задающего генератора формируется цифровым способом. Далее сигналы управления через схему аппаратной защиты поступающего на блок усилителя и гальванической развязки импульсы управления затворами мощных полевых транзисторов.

На микросхемах 1533ЛА6 и 1533ЛА3 реализована схема аппаратной защиты и фазировки силового моста. Выходной буфер собран на 1554ЛН1. Восстанавливаемая защита по току выполнена на RS-триггере. Процессорная плата поддерживает режим автоматической подстройки частоты по спаду резонансной кривой. Система АПЧ реализована программным алгоритмом.

Для защиты по току предусмотрен датчик тока с шунтом в общей шине. Эта схема обеспечивает измерение постоянного тока. Она содержит преобразователь постоянного напряжения с гальванической развязкой TME0505, а микросхема HCPL7885 является измерителем тока с гальванической развязкой и дает, кроме того, сигнал “FAULT”, когда значение тока превышает пороговую уставку. Этот сигнал поступает на МП, который дает команду на ограничение тока. Быстродействие такой схемы составляет 8—10 мкс.

Электронный контактор-регулятор представляет собой симистор с блоком управления, соединенный с МП. ИМС типа KP1182ПМ1 фазового управления симистором TC135-40-8 с помощью оптоэлектронной пары TLP2601.

Широтно-импульсный сигнал опорного напряжения для управления фазорегулятором поступает от микропроцессора. А сигналы с датчика постоянного напряжения (R3, R4) и тока (R2) поступают непосредственно в блок управления. Таким образом, можно регулировать напряжение на входе инвертора вручную или стабилизировать его на заданном уровне.

Защита по току и ограничение пускового тока при аварии выпрямителя осуществляется с помощью шунта R2 и ИМС K1401CA3 — сдвоенного компаратора.

Управление затворами мощных MOSFET транзисторов IRFP460 осуществляется оптоэлектронными парами HCPL314 с мощным выходным буфером-усилителем. Этим обеспечивается оптимальный сигнал управления.

Автоподстройка частоты осуществляется с использованием токовой резонансной характеристики (рис. 6.5). Ток измеряется датчиком (трансформатор TX3), а частота сканируется в автоматическом (или ручном) режиме. Известно, что в резонансе при f_0 ток максимален и если мы фиксируем это максимальное значение и соответствующую ему частоту, то в дальнейшем можно с помощью МП осуществлять стабилизацию величины тока путем подстройки частоты.

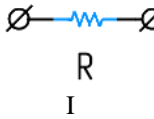

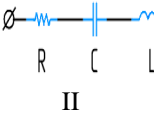

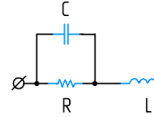

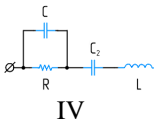

Блок индикации и управления состоит из алфавитно-цифрового индикатора DG16360, кнопок управления без фиксации и светодиодов, индицирующих включенное состояние генератора (HL1), состояние АПЧ (HL3) и

работу защиты (*HL2*). На лицевой панели расположены органы управления и индикации генератора. Сетевым тумблером (1) подается питание на блок. Кнопка “*Power*” (3) управляет электронным контактором. На цифровом табло (13) высвечиваются данные о режимах работы генератора при манипуляциях органами управления.

Опытный образец УЗГ-1,5-30 смонтирован в конструктиве “*Advantech*”. После испытаний используется в качестве источника питания током высокой частоты пьезокерамического преобразователя в составе технологической установки на одном из Московских машиностроительных заводов.

Для подтверждения результатов математического моделирования был проведен эксперимент на физической модели генератора ТВЧ. Она представляет собой мост на 4^x транзисторах (IRF840), блок питания и блок управления этими транзисторами. Было проведено четыре опыта с четырьмя модификациями нагрузочного контура. Результаты измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Схема нагрузочного контура	Форма напряжения		U_d (В)	I_d (А)	$U_{нм}$ (В)	R_n (Ом)
 I		1	30	0,8	29	30
		2	30	0,42	30	60
		3	30	0,18	30	150
 II	 sin	4	32	1,5	36	10
		5	32	0,8	42	30
		6	32	0,4	42	60
		7	32	0,32	42	90
 III	 sin	8	32	1	42	30
		9	32	1,7	76	60
		10	32	2,3	103	90
		11	32	2,6	145	150
 IV	 sin	12	32	0,7	35	30
		13	32	0,5	35,1	60
		14	32	0,4	35,1	90
		15	32	0,35	35,3	120
		16	32	0,30	35,5	150

На рисунке 6 представлены зависимости величин выходного напряжения генератора (амплитудные значения) в различных режимах его работы от величины сопротивления нагрузки. Сравнивая эти результаты можно сказать что погрешность не превышает 10%.

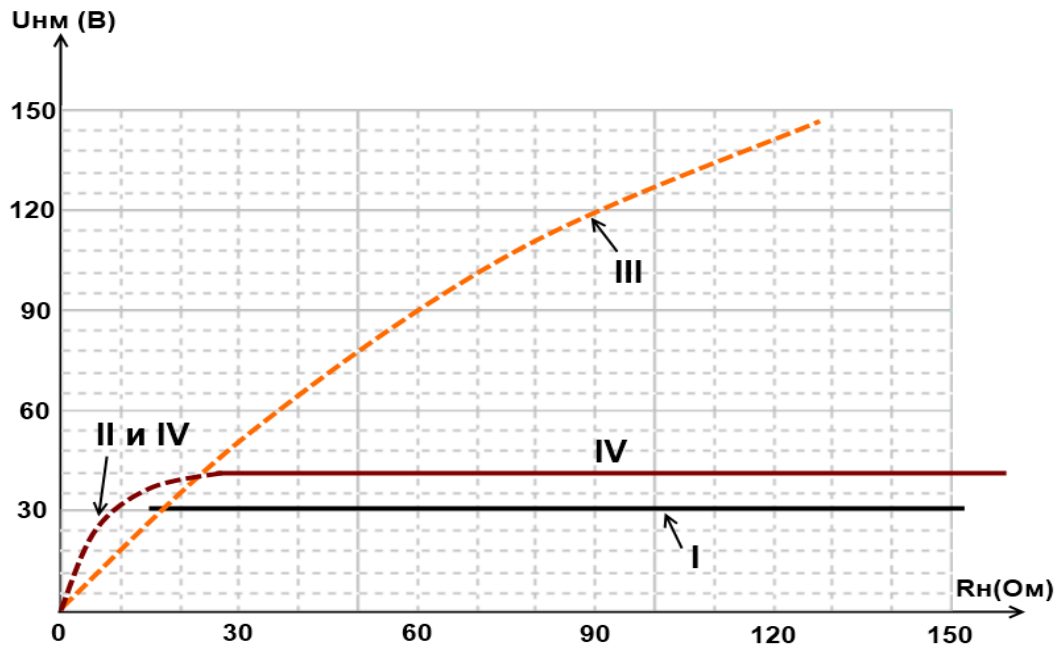


Рис. 6

Литература

1. Петушко И.В. Оборудование для ультразвуковой обработки. Научное издание ООО «Андреевский дом» ISBN 5-902894-03-4
2. В. И. Дягилев, Н. И. Правоторов, А. В. Дягилев. Генератор тока высокой частоты на мощных полевых транзисторах для питания пьезокерамических преобразователей. Вестник Международного университета природы, общества и человека «Дубна». – дубна, 2005. №1(12).64 с. (с.43-40)
3. Дягилев В.И. Транзисторные генераторы тока высокой частоты для электротехнологий – М.: Изд. «Лица» 2011.-68 с. ISBN 978-5-98020-093-0

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Халютин С.П., Жмуров Б.В., *Патрикеев А.П.

Москва, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

*Москва, НПО «Мобильные информационные системы»

Проведен анализ подходов к построению обобщенной модели, основываясь на методологии системного анализа и синтеза. Представлена методика структурно-функционального подхода к проектированию систем электроснабжения воздушных судов.

Structural-functional approach in the design of aircraft power supply systems. Khalyutin S., Zhmurov B., Patrikeev A.

The analysis of approaches to the construction of the generalized model, based on the methodology of system analysis and synthesis. The methods of structural-functional approach to the design of aircraft power supply systems is presented.

Оборудование современных воздушных судов представляет собой ряд комплексов объединенных в единую систему. Работа их невозможна без использования электрической энергии. В последнее время наблюдается существенный рост общей электрификации самолетов, что обуславливается повышением сложности и спектра решаемых летательным аппаратом задач, применением на борту нового оборудования, внедрением новых технологий. Это приводит к необходимости решения ряда сложнейших задач по обеспечению высокого качества электропитания с высокой надежностью, живучестью и стабильностью работы на всех режимах полета, включая аварийные. На борту воздушного судна эти задачи традиционно возлагаются на систему электроснабжения, которая представляет собой совокупность устройств по производству, преобразованию и передаче электроэнергии заданного вида и качества. Общий рост функциональных возможностей и следовательно роли электрифицированного оборудования на летательном аппарате, приводит к

повышению уровня ответственности, возлагаемого на авиационные системы электроснабжения (СЭС). А это, в свою очередь, предопределяет решение задач по разработке и созданию перспективных СЭС, отвечающих всей совокупности требований, предъявляемых к таким системам.

Вследствие значительного разнообразия типов, назначений и условий эксплуатации воздушных судов принципиально невозможно разработать и создать оптимальную систему электроснабжения, одинаковую для всех летательных аппаратов. Поэтому решение задачи по рациональному выбору СЭС определяется конкретным типом и назначением летательного аппарата.

Система электроснабжения воздушного судна является сложным техническим объектом, как с точки зрения количества элементов и связей, так и числа решаемых функциональных задач. Поэтому проектирование СЭС следует рассматривать с позиций системного подхода, когда имеется объект исследования, цели, свойства создается модель и вводятся органы управления, для которых эти исследования проводятся. При таком подходе уже на ранних этапах проектирования возможно определить предполагаемые показатели варианта решения и технические характеристики, управлять ими, с целью повышения эффективности проектных решений на всех этапах создания системы.

Для решения задачи эффективного поиска и принятия решения при проектировании СЭС предлагается рассмотреть моделирование системы электроснабжения летательного аппарата с точки зрения структурно-функционального подхода, суть которого заключается в таком представлении функциональных свойств составных частей системы и её структуры, которая позволит формализовать определение функциональных свойств системы без дополнительных испытаний.

Для системы электроснабжения, как совокупности элементов, участвующих в получении, преобразовании и распределении электроэнергии заданного вида и качества, вводим множество элементарных объектов:

$$X^1 = \{x_1^1\}; X^2 = \{x_1^2\}; X^3 = \{x_1^3\}; X^4 = \{x_1^4\}; X^5 = \{x_1^5\}.$$

где:

X^1 — множество первичных источников электрической энергии, в качестве которых выступают электромеханические преобразователи (генераторы), химические источники тока (аккумуляторные батареи);

X^2 — множество преобразователей электрической энергии, это могут быть как вторичные источники, преобразующие виды и уровни напряжения, так и преобразователи частоты;

X^3 — множество элементов защитной и коммутационной аппаратуры (реле, контакторы, автоматы защиты, предохранители, выключатели и т.д.);

X^4 — множество элементов авиационной электрической проводки, по которой осуществляется передача электрической энергии на борту воздушного судна;

X^5 — множество элементов, которые обеспечивают регулирование и управление системой электроснабжения.

Конечно, такое разбиение по функциям всей совокупности элементов авиационной системы электроснабжения является условным. Современные устройства могут интегрировать в себе несколько функций, но это не является принципиальным препятствием при описании системы.

Система электроснабжения состоит из элементов множеств X^j , находящихся в определенной связи и математически описывается выражением:

$$X^{СЭС} = \left\{ x_i^{СЭС}; \forall (x_1^1 \dots x_j^1) \in X^1, (x_1^2 \dots x_k^2) \in X^2, (x_1^3 \dots x_l^3) \in X^3, (x_1^4 \dots x_m^4) \in X^4, (x_1^5 \dots x_n^5) \in X^5 \exists s_i \Rightarrow s_i \times [x_1^1 \dots x_j^1, x_1^2 \dots x_k^2, x_1^3 \dots x_l^3, x_1^4 \dots x_m^4, x_1^5 \dots x_n^5] = x_i^{СЭС} \in X^{СЭС} \right\}$$

В этом выражении s_i оператор структуры СЭС, который однозначно описывает связь элементов, то есть математически каждый экземпляр (т.е. вариант) системы электроснабжения получается в результате операции структурирования над множеством элементов элементарных множеств.

$$x_i^{СЭС} = s_i \times x_{1 \dots j}^{1 \dots 5}(k, l, m, n)$$

Применение такого подхода позволяет формализовать задачу проектирования системы. В общем случае эта задача подразумевает решение трех основных подзадач: синтеза, анализа и выбора технического решения.

Процесс проектирования СЭС на начальных стадиях представляет собой создание, поиск и преобразование различных структур системы и состава элементов. В связи с этим актуальной является задача определения полного множества структур различного вида, необходимого и достаточного для отображения синтеза технического объекта как процесса поиска и выбора варианта СЭС, обладающего требуемым набором значений свойств.

Определение свойств проектируемой системы и является целью задачи анализа технического решения. В рамках структурно-функционального подхода предполагается применение объектно-энергетического метода моделирования электроэнергетических систем [3], в котором также используется декомпозиция объектов СЭС. Свойства СЭС характеризуются параметрами и признаками, а также их значениями. Причем значение признака – это качественная характеристика свойства объекта, в то время как значение параметра имеет количественное выражение. Так же, своими свойствами обладают все элементы из которых, в конечном итоге, состоит СЭС. В общем виде свойства системы электроснабжения можно представить в виде:

$$Z^{СЭС} = [Z_1, Z_2]$$

Z_1 — множество значений признаков системы (элементов);

Z_2 — множество значений параметров системы (элементов);

На основании того, что свойства технического объекта проявляются при его взаимодействии с окружением, возникает необходимость конкретизации свойств СЭС путем анализа состава окружения, т.е. всего не принадлежащего ей множества технических систем, внешних факторов, условий работы и оказывающих существенное влияние. Пусть совокупность всех внешних воздействий, взаимодействий характеризуется множеством $V = \{v_i\}$. Тогда операция определения свойств системы (анализ) может быть представлена следующим образом:

$$Z^{СЭС} = F(S, Z^{ЭТ}, V).$$

То есть свойства системы однозначно определяются структурой (связями), свойствами самих элементов и внешними воздействиями.

Свойствами авиационных систем электроснабжения является большая совокупность показателей, которые условно подразделяются на группы: тактико-технические, эксплуатационные, конструктивные и экономические. Очевидно, что на этапе проектирования невозможно оценить всю совокупность значений свойств, поэтому анализ технических решений выполняется для известных исходных данных и уточняется на всех этапах проектирования.

Оператор F определяет правило расчета значений признаков и параметров системы. В зависимости от показателя, он может быть как линейным, так и существенно нелинейным. Так, для расчета массогабаритных показателей этот оператор представляет собой сумматор значений соответствующих свойств элементов системы. Расчет структурной надежности требует приведения оператора структуры (матрицы соединений) к виду необходимому для оценки вероятности безотказной работы СЭС на основе расчета последовательно – параллельных соединений элементов с известной интенсивностью отказов. Определение показателей качества электроэнергии потребует проведение моделирования работы СЭС [3] с известными параметрами нагрузки и местами их присоединения.

Важной системной характеристикой, описывающей процесс проектирования СЭС, является цель проектирования, характеризующая качество проектного решения.

Желаемое качество СЭС, которым должна обладать синтезируемая система, задается техническими требованиями в техническом задании.

Конкретная реализация варианта проектируемой системы с учетом её свойств описывается выражением

$$T = \langle s_i, x_{1...j}^{1...5}(k,l,m,n), Z_i^{СЭС} \rangle:$$

Техническое задание, в свою очередь, не что иное, как описание желаемых свойств $Z_{жел.}^{СЭС}$

Поиск решения осуществляется сравнением характеристик различных вариантов СЭС с соответствующими значениями показателей определенных требованиями. При этом должно выполняться условие:

$$\{z_k^{СЭС} \text{ не хуже } z_k^{жел.СЭС}\}$$

Это означает, что искомое решение должно находиться в области требуемых значений признаков и параметров. При этом, если технических реализаций, удовлетворяющих данному условию, несколько, то окончательный выбор выполняется с учетом сформированного критерия. Критерий определяется целями проектирования и может принимать различные формы. Это могут быть одиночные показатели, такие как, полетная масса, стоимость разработки, эксплуатации или всего жизненного цикла, а так же комплексные характеристики, выбор и обоснование которых, является отдельной научной задачей.

Таким образом, формализация установленных отношений, используя широко известный аппарат математического анализа, дискретной математики и математической логики на основе структурно-функционального синтеза и анализа системы электроснабжения позволяет автоматизировать процесс получения проектных решений с заранее заданными свойствами и, таким образом повысить эффективность проектирования СЭС.

Литератур

1. Капелько К.В. Основы проектирования, разработки и испытаний систем автономного электроснабжения. Часть 1. Основы построения систем автономного электроснабжения. – М.: Военная академия имени Ф.Е. Дзержинского, 1995 – 156 с.
2. Системы электроснабжения летательных аппаратов. Учебник под ред. Халютин С.П. — М.: ВВА, 2010 – 428 с.
3. Халютин, С.П. Моделирование сложных электроэнергетических систем летательных аппаратов / С.П. Халютин, М.Л. Тюляев, Б.В. Жмуров, И.Е. Старостин. – М.: Издание ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», 2010. – 188 с.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНЫХ СВЧ УСТРОЙСТВ НА ОТРЕЗКАХ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Елизаров А.А.

Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ

Представлен обзор изобретений с участием автора, содержащих новые технические решения в разработке микрополосковых частотно-селективных СВЧ устройств. Показана перспективность использования при создании таких устройств резонансных отрезков замедляющих систем.

Innovative technical solutions in develop of microstrip frequency-selective devices on segments of slow wave systems. Yelizarov A.A.

The review of author's inventions containing new technical solutions in develop of microstrip frequency-selective microwave devices is presented. Perspectivity of use is shown at creation of such devices of resonant segments of slow wave systems.

Одним из перспективных направлений развития современной СВЧ техники является разработка и создание новых малогабаритных частотно-селективных устройств и их функциональных элементов – резонаторов, фильтров, направленных ответвителей, делителей мощности, фазовращателей и многих других, разрабатываемых на отрезках полосковых, микрополосковых, щелевых, копланарных и т.п. линий передачи [1, 2].

Применение перечисленных отрезков линий требует значительных площадей подложек для разрабатываемых устройств. Поэтому закономерен интерес к периодическим структурам - замедляющим системам, которые позволяют повысить отношение фазовой скорости электромагнитной волны в свободном пространстве к фазовой скорости в электродинамической структуре, или, что эквивалентно, отношение длин волн в тех же средах, до нескольких десятков раз. Такое уменьшение позволяет значительно сократить размеры функциональных элементов СВЧ устройств и разрабатывать их малогабаритные конструкции.

Кроме того, особый интерес представляет одновременное использование в микрополосковых частотно-селективных устройствах периодических замедляющих систем из металла и диэлектрика, что приводит к новым физическим свойствам и возможностям их применения.

Известно, что металлические проводники микрополосковой периодической структуры при последовательном включении в линию передачи пропускают электромагнитные волны, начиная с нулевой частоты – и до частоты отсечки, которая определяется параметрами замедляющей системы. Располагая в такой структуре периодические диэлектрические структуры или вставки с толщиной, превышающей вдвое толщину подложки, получаем еще одну, более низкую частоту отсечки, что объясняется несколько большими, чем у металла, потерями. Если же диэлектрические структуры или вставки выполнить из материала с относительной диэлектрической проницаемостью на порядок большей, чем проницаемость подложки, то такая периодическая структура будет вести себя подобно металлической, практически не поглощая замедленные электромагнитные волны, а отражая их. В результате получаем суперпозицию волн металлических проводников и периодической диэлектрической структуры, что обеспечивает четкую фиксацию частот отсечки, отсутствие высших полос пропускания, а также габаритные размеры микрополоскового устройства меньше центральной рабочей длины волны при достаточно высокой собственной добротности структуры в диапазоне СВЧ.

Возможность практического применения изложенной выше методики подтверждается результатами компьютерного моделирования микрополоскового фильтра низких частот, полученными с помощью программных средств AWR Design Environment (Microwave Office v.8.03).

Конструкция микрополоскового фильтра низких частот представляет собой металлические проводники в виде параллельных отрезков зигзаг-линий 2 и расположенную симметрично между ними диэлектрическую зигзагообразную вставку 3, выполненные на диэлектрической подложке 1 из поликора с габаритными размерами 96,5 x 64 (рис. 1) [3].

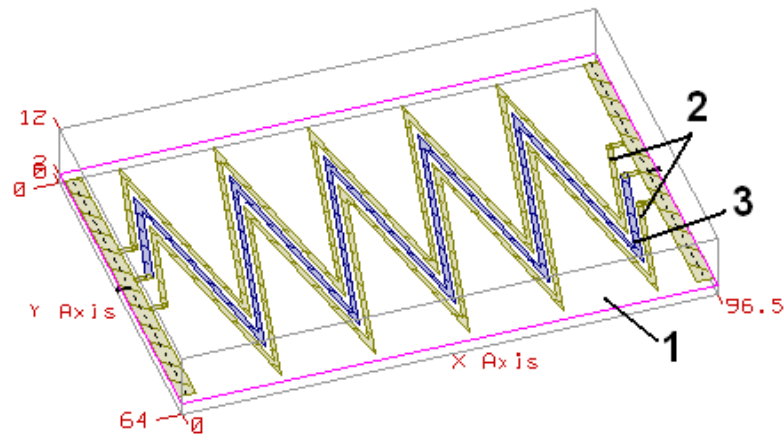


Рис.1. Конструкция микрополоскового фильтра низких частот.

На рис.2 показаны характеристики коэффициента затухания (параметра S_{21}) в дБ от частоты в ГГц для одиночного отрезка металлической зигзаг-линии (кривая 1), для фильтра на отрезке зигзаг-линии, состоящего из трех параллельных металлических проводников (кривая 2) и для фильтра на металлодиэлектрической зигзаг-линии (кривая 3). Все три структуры имеют практически равные частоты отсечек 2,0...2,2 ГГц, но сильно отличаются по величине коэффициента затухания и крутизне фронта амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

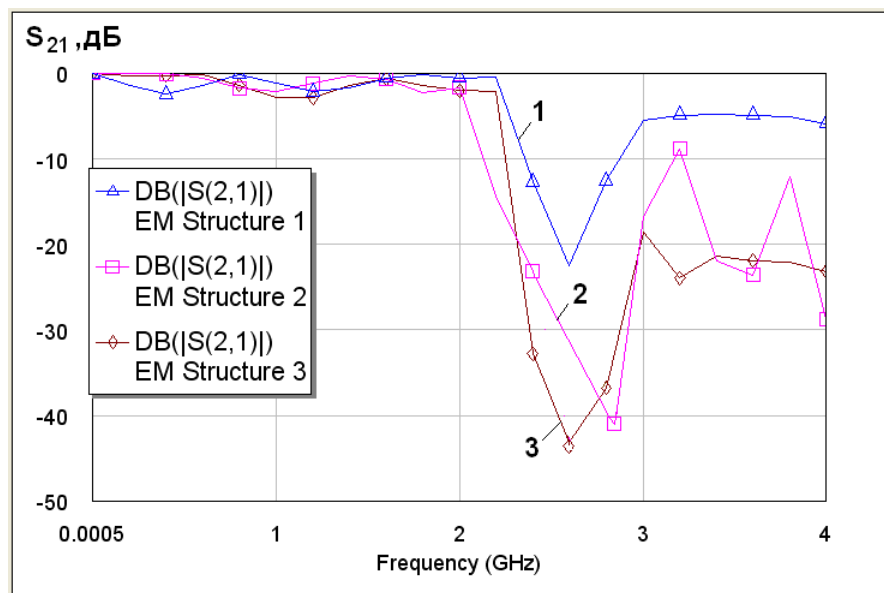


Рис.2. Зависимости параметра S_{21} в дБ от частоты в ГГц для одиночного отрезка металлической зигзаг-линии (кривая 1), для фильтра на отрезке зигзаг-линии, состоящего из трех параллельных металлических проводников (кривая 2) и для фильтра на металлодиэлектрической зигзаг-линии (кривая 3).

Из анализа данных кривых (рис.2) следует, что крутизна АЧХ 3 фильтра, в отличие от 1 и 2, вблизи частоты отсечки максимальна – частота среза на уровне - 3 дБ составляет 2,2 ГГц, а на частоте 2,25 ГГц затухание уже более 30 дБ. В случае, когда металлические проводники отрезков зигзаг-линий электрически соединены между собой и с диэлектрической вставкой в точках с одинаковой фазой поля (рис.6), частота отсечки фильтра понижается до 1,8 ГГц на уровне 3 дБ, а крутизна фронта АЧХ при этом практически не изменяется.

Одновременное использование в микрополосковых устройствах периодических замедляющих систем из металла и диэлектрика позволяет создать также полосно-пропускающий фильтр, результаты компьютерного моделирования которого рассмотрены ниже.

Конструктивно такой фильтр выполнен на диэлектрической подложке 1 из поликора с габаритными размерами 90,5 x 47, содержит металлический проводник в виде отрезка зигзаг-линии 2 и периодическую структуру из диэлектрических вставок 3 (рис.3) [4].

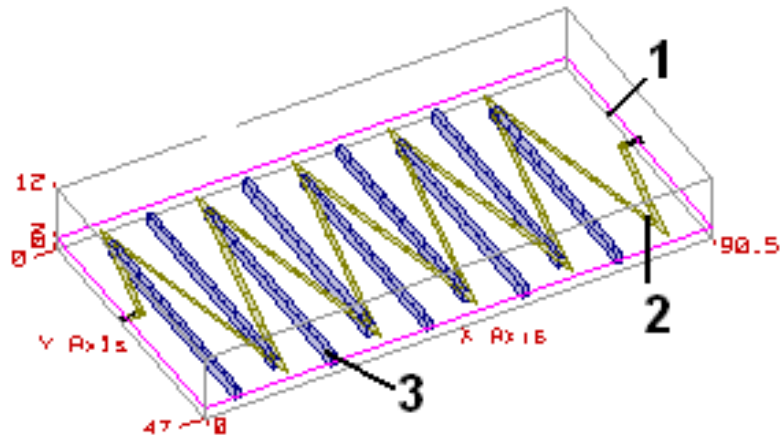


Рис.3. Конструкция микрополоскового полосно-пропускающего фильтра.

На рис.4 показаны характеристики параметра S_{21} в дБ от частоты в ГГц для отрезка зигзаг-линии (кривая 1), для фильтра на отрезке зигзаг-линии с центральными металлическими проводниками (кривая 2) и для фильтра на отрезке зигзаг-линии с центральными диэлектрическими вставками (кривая 3). Поскольку топология металлических проводников всех трех структур идентична, то они имеют практически равные частоты отсечек 2,7...2,8 ГГц, но сильно отличаются по величине коэффициента затухания (S_{21}).

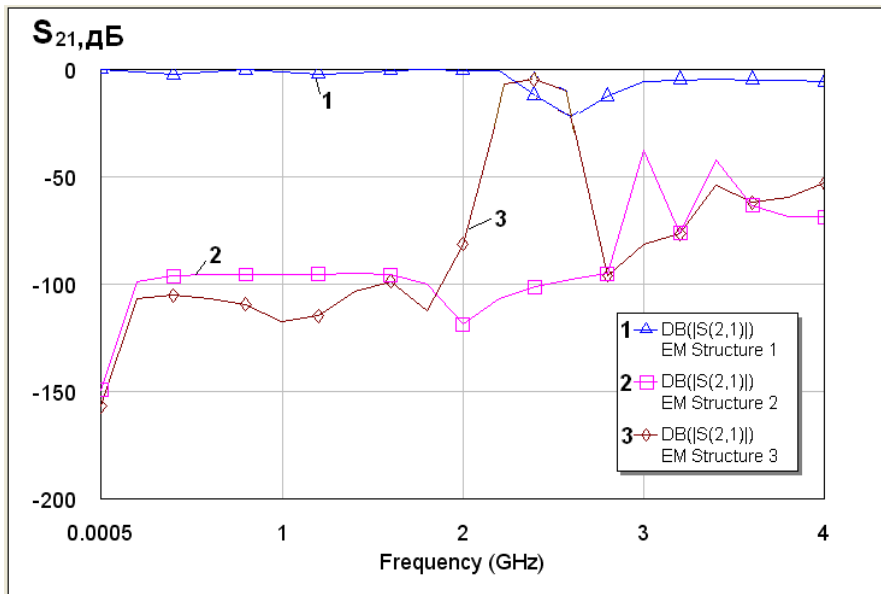


Рис.4. Зависимости параметра S_{21} в дБ от частоты в ГГц для отрезка зигзаг-линии (кривая 1), для фильтра на отрезке зигзаг-линии с центральными металлическими проводниками (кривая 2) и для фильтра на отрезке зигзаг-линии с центральными диэлектрическими вставками (кривая 3).

АЧХ 3, в отличие от 1 и 2, демонстрирует наличие второй, более низкой частоты среза, вызванной периодичностью диэлектрических вставок-резонаторов, что позволяет получить фильтр с полосой пропускания 2,0...2,7 ГГц. При этом коэффициент затухания в полосе пропускания не превышает 3 дБ (на границах полосы ~ 5 дБ), а вне полосы - 80...100 дБ.

В рассмотренных выше конструкциях фильтров центральные металлические проводники или диэлектрические вставки-резонаторы имели контакты только с отрезком зигзаг-линии. Соединения противоположных концов диэлектрических вставок с металлическим экраном, выполненным с обратной стороны печатной платы, позволяют изменять полосу пропускания фильтра. Результаты моделирования различных комбинаций таких соединений представлены на рис.5.

Совпадение зависимостей 1 и 2 (рис.5) показывает, что заземление трех центральных металлических проводников или диэлектрических вставок-резонаторов практически не оказывает влияния на АЧХ фильтра. Если же соединения с экраном начинать с крайних металлических проводников или диэлектрических вставок, и симметрично заземлять их с обоих концов по направлению к центру конструкции, то полоса пропускания фильтра будет постепенно сужаться (кривая 3 на рис.5).

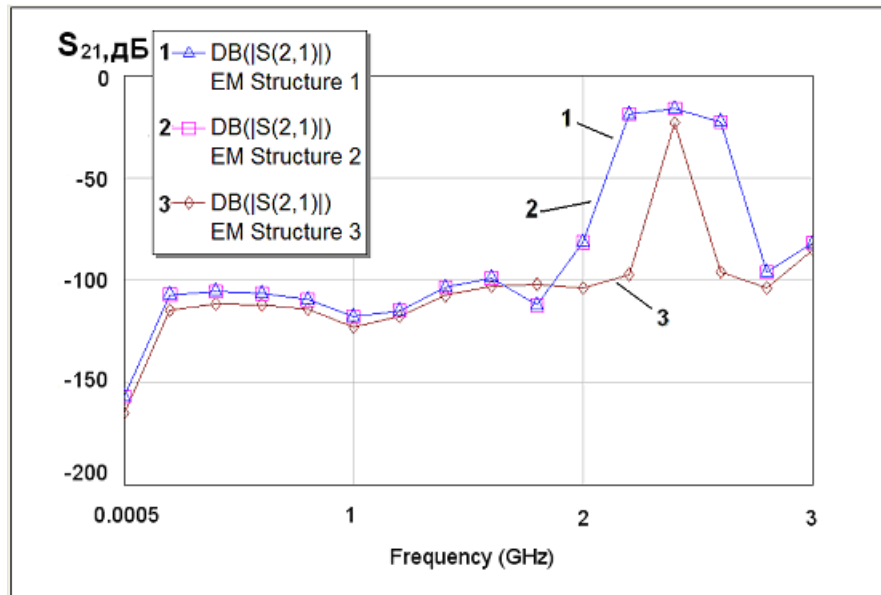


Рис. 5. Зависимости параметра S_{21} в дБ от частоты в ГГц при заземлении в конструкции фильтра трех центральных металлических проводников (кривая 1), трех центральных диэлектрических вставок-резонаторов (кривая 2) и двух крайних диэлектрических вставок-резонаторов (кривая 3).

Обеспечивая соединения центральных элементов фильтра с экраном с помощью транзисторных ключей СВЧ диапазона, получим микрополосковый модуль с электронной перестройкой полосы пропускания [2].

Разработка современных микрополосковых частотно-селективных СВЧ устройств требует также создания новых конструкций печатных плат с заданными свойствами, обеспечивающими необходимое распределение электромагнитного поля в структуре и требуемые выходные параметры проектируемого устройства.

Несмотря на имеющееся многообразие конструкций, наиболее перспективными для различных СВЧ устройств и микрополосковых антенн являются многослойные печатные платы и платы с подвешенными подложками. Такие печатные платы содержат подвешенную подложку, состоящую из диэлектрического основания с высоким значением относительной диэлектрической проницаемости, с одной стороны которой расположены проводящие элементы, и воздушного зазора, отделяющего металлический экран, находящийся с другой стороны. Недостатком таких печатных плат является отсутствие согласования волновых сопротивлений диэлектрического основания подложки и воздушного зазора, приводящее к возникновению отраженной волны в поперечном сечении платы. Кроме того, при использовании печатной платы для микрополосковых антенн и излучателей необходимо обеспечивать согласование импедансных проводников с внешним воздушным пространством.

В результате проведенного исследования предложена новая конструкция модифицированной печатной платы с подвешенной подложкой, в которой указанные недостатки устранены [5]. Отличительной особенностью такой печатной платы является то, что диэлектрическая подложка выполняется многослойной, с числом слоев не менее трех, толщиной каждого слоя равной четверти рабочей длины волны и линейно уменьшающимся от плоскости экрана к плоскости импедансных проводников волновым сопротивлением. Чертеж поперечного сечения модифицированной платы с подвешенной трехслойной подложкой толщиной d представлен на рис.6, а с подвешенной трехслойной подложкой толщиной d_1 и трехслойным согласующим диэлектрическим экраном толщиной d_2 - на рис.7. Относительные диэлектрические проницаемости слоев подложки и диэлектрического экрана линейно уменьшаются с ростом номера слоя.

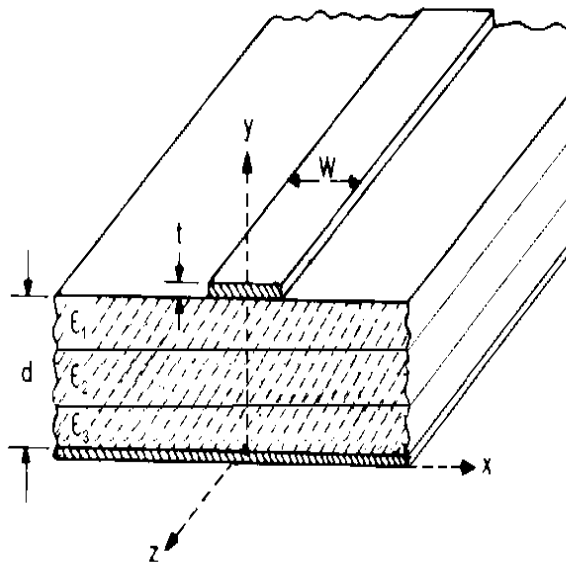


Рис. 6. Модифицированная печатная плата с подвешенной подложкой.

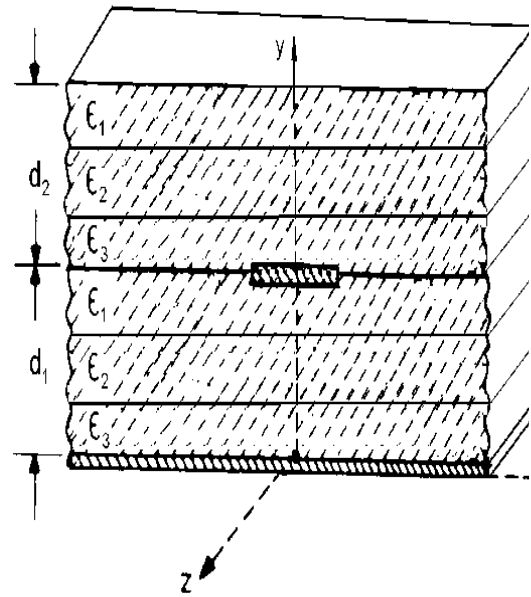


Рис. 7. Модифицированная печатная плата с подвешенной подложкой и согласующим диэлектрическим экраном.

При использовании такой печатной платы для создания микрополосковых антенн и излучателей, их импедансные проводники, имеющие в большинстве случаев применения волновое сопротивление десятки Ом, необходимо согласовать с внешним воздушным пространством, имеющим сопротивление 377 Ом. Для этого в конструкцию платы введен многослойный диэлектрический экран с линейно увеличивающимся от плоскости импедансных проводников волновым сопротивлением (рис.7). При числе слоев согласующего экрана не менее трех и толщине каждого слоя равной четверти рабочей длины волны достигается выравнивание скачка волнового сопротивления, что обеспечивает повышение коэффициента излучения и расширение диаграммы направленности антенн и излучателей.

Использование многослойной диэлектрической подложки с согласованными волновыми сопротивлениями слоев позволило предложить новую конструкцию микрополоскового гребенчатого фильтра низких частот с увеличенной частотой отсечки по сравнению с прототипом [6], без изменения топологического рисунка и геометрических размеров, отсутствия высших паразитных полос пропускания, обладающего малыми потерями и высокой собственной добротностью в диапазоне СВЧ.

Конструкция такого микрополоскового фильтра содержит многослойную диэлектрическую подложку, на одной стороне которой выполнена импедансная штыревая гребенка, и расположенный с другой стороны подложки изотропный металлический экран. Диэлектрическая подложка выполняется с толщиной, равной четверти рабочей длины волны, содержит число слоев не менее трех с линейно уменьшающимся от плоскости экрана к плоскости импедансной штыревой гребенки волновым сопротивлением.

На рис.8 показана 3D-модель микрополоскового фильтра низких частот, выполненная на трехслойной подложке, где цифрой 1 обозначена импедансная штыревая гребенка, цифрой 2 – изотропный металлический экран, цифрами 3, 4, 5 – слои четвертьволновой подложки с линейно уменьшающимся от плоскости экрана к плоскости импедансной штыревой гребенки волновым сопротивлением.

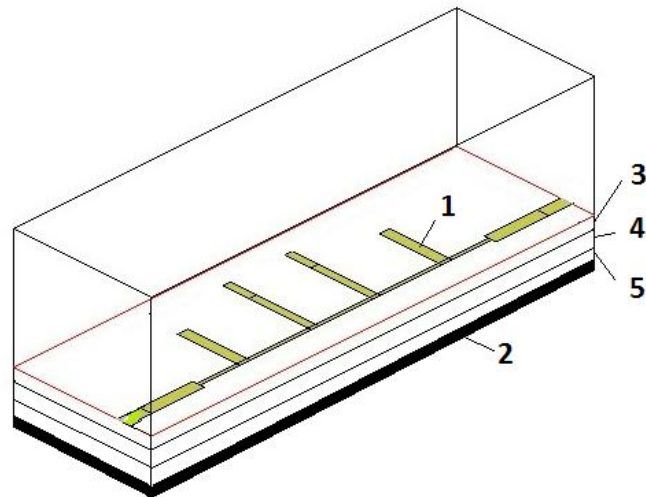


Рис.8. Модель микрополоскового гребенчатого фильтра низких частот.

На рис. 9 приведены характеристики комплексного коэффициента передачи S_{21} фильтра от частоты, рассчитанные с помощью программы AWR Design Environment (Microwave Office v.8.03) для случая однослойной платы (кривая 1 - численный расчет и 2 - схематехнический расчет), для случая трехслойной платы (кривая 3) и пятислойной платы (кривая 4).

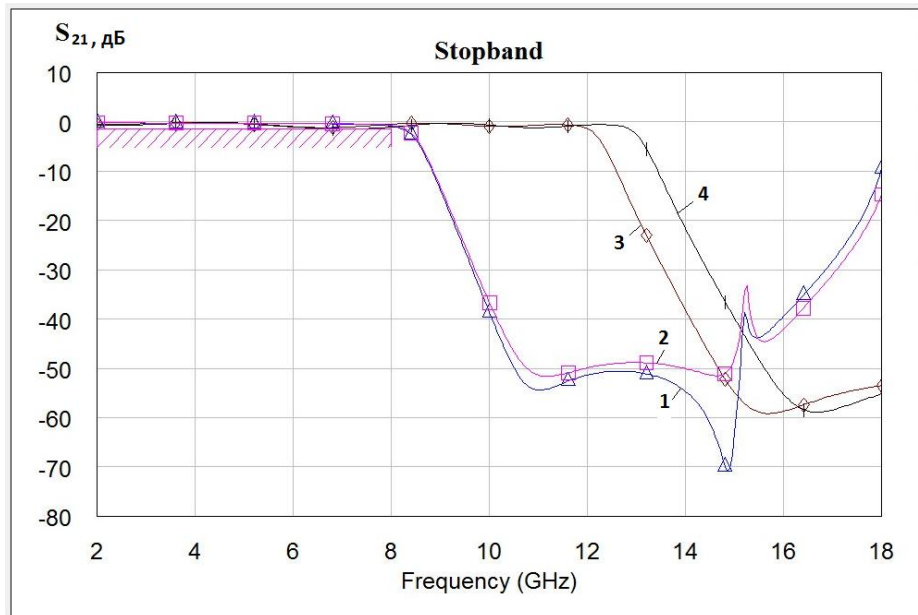


Рис.9. Зависимости параметра S_{21} в дБ от частоты в ГГц для микрополоскового гребенчатого фильтра низких частот.

Из анализа данных кривых следует, что с увеличением числа слоев частота среза фильтра увеличивается с 8 ГГц для однослойной платы до 12 ГГц для трехслойной платы и 13 ГГц – для пятислойной платы. При этом рост частоты среза достигается без увеличения коэффициента S_{11} , расчетные значения которого не превышают единицу.

Таким образом, проведенный обзор и результаты компьютерного моделирования показывают возможность создания новых микрополосковых частотно-селективных устройств на основе резонансных отрезков замедляющих систем, обеспечивающих четкую фиксацию частот отсеки, отсутствие высших полос пропускания, а также габаритные размеры микрополосковых устройств меньше центральной рабочей длины волны при достаточно высокой собственной добротности структур в диапазоне СВЧ.

Литература

1. Елизаров А.А., Пчельников Ю.Н. Радиоволновые элементы технологических приборов и устройств с использованием электродинамических замедляющих систем. М.: Радио и связь, 2002. 200 С.
2. Елизаров А.А., Кухаренко А.С. Исследование микрополосковых частотно-селективных устройств СВЧ на резонансных отрезках замедляющих металлодиэлектрических систем // Антенны, 2009, № 10, С.31-37.

3. Патент РФ на изобретение № 2 364 993. Микрополосковый фильтр низких частот на металлодиэлектрической зигзаг-линии // Елизаров А.А., Кухаренко А.С. Оpubл. в БИ № 23, 2009.
4. Патент РФ на изобретение № 2 354 015. Микрополосковый фильтр на замедляющей системе с диэлектрическими вставками // Елизаров А.А., Кухаренко А.С. Оpubл. в БИ № 12, 2009.
5. Патент РФ на изобретение по заявке № 2010123341. Печатная плата с подвешенной подложкой / Елизаров А.А., Закирова Э.А.. Приоритет от 08.06.2010. Решение о выдаче от 26.06.2012.
6. Патент РФ на полезную модель № 46 389 / Елизаров А.А., Лебедева Т.А. Оpubл. в БИ № 18, 2005.
7. Патент РФ на полезную модель по заявке № 2012121431. Микрополосковый фильтр на штыревой гребенке с многослойной подложкой / Елизаров А.А., Закирова Э.А. Приоритет от 24.05.2012.

МОНИТОРИНГ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ

Кузнецов С.М., Демиденко И.С., Шелепов А.М., Матёров И.Н., Гашкова А.В.
Новосибирский Государственный Технический Университет

В докладе приведены результаты анализа устройств защиты и автоматики тяговой сети. Предложена система мониторинга тока и напряжения фидера контактной сети способствующая повышению надёжности и селективности устройства.

Monitoring as a means of improving reliability of power supply traction network. Kuznetsov S.M., Demidenko I.S., Shelepov A.M., Materov I.N., Gashkova A.V.

The report covers the types of protection devices for traction network. The analysis of the traction network performance and its protection from short-circuit currents was done. A system for monitoring current and voltage feeder catenary was worked out.

Электрифицированная железная дорога является потребителем I категории, нарушение электроснабжения которого может привести к значительным ущербам. Поэтому, установленное на тяговых подстанциях оборудование должно обеспечивать высокую надёжность и бесперебойное электроснабжение.

Схемы подстанций и системы электроснабжения тяговой сети выполняют таким образом, чтобы выход из строя любого оборудования не повлек за собой нарушения электроснабжения. Надёжное электроснабжение системы обеспечивают специальные устройства защиты (УЗ) от токов короткого замыкания и от перегрузок сети. Устройства автоматики (функции управления, диагностики, сбора статистических данных и т.д.), устанавливаемые на каждом объекте повышают надёжность электроснабжения, локализуя ложные срабатывания защиты.

До недавнего времени основным типом УЗ была релейная защита, которая выполнялась на релейно-контактных элементах. В последнее десятилетие начали применять электронные устройства на основе микропроцессоров, что позволяет в одном устройстве совместить функции защиты и автоматики (ранее называемые РЗ и А) в виде единого комплекса, расширив функциональные возможности РЗ и А и дополнив рядом новых функций (диагностика, контроль срабатывания ресурса, статистика отключений и другие). Это позволяет повысить надёжность защит, а также реализовывать совершенно новые функциональные зависимости, используя возможности микропроцессора.

Принцип цифровых УЗ основан на измерении контролируемых параметров тяговой сети (ток, напряжение, сопротивление) и срабатывании при достижении ими заданных величин – уставок. Фиксирование параметров (запись их в память, рис.1) осуществляется только в моменты выдачи сигнала на отключение коммутирующего аппарата.

Каждый вид защиты (ток, скорость нарастания, приращение, изменение напряжения) работает по записанному в память алгоритму.

Устройства имеют интерфейс, совместимый с системами удалённого доступа. Устройство цифровой автоматики совместимо так же с системой телемеханики и может включаться в автоматизированную систему управления (АСУ) тяговой подстанции в качестве подсистемы нижнего уровня.

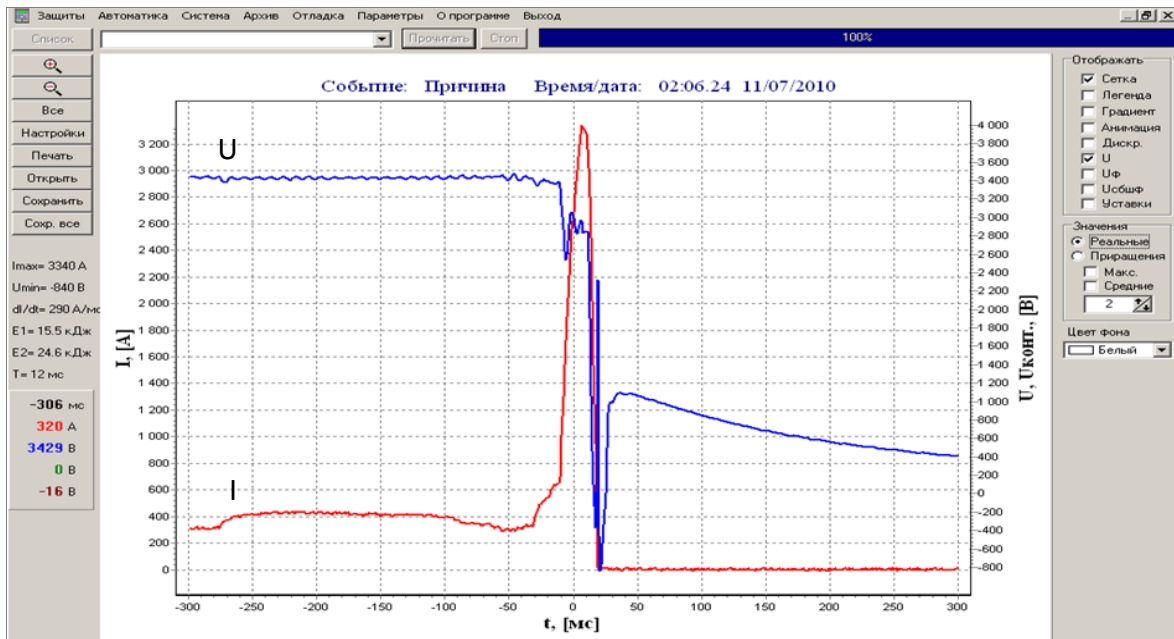


Рисунок 1 – Осциллограмма процессов в тяговой сети при отключении фидера.

Осциллограмма на рисунке 1 затрудняет определение причины отключения (короткое замыкание, перегруз и т.д.), так как аппаратура записывает предшествующий процесс только в течение 300 мс. Необходимо иметь информацию процессов, протекающих на фидере непрерывно, то есть осуществлять мониторинг параметров, необходимый для корректировки уставок защиты.

В настоящее время защита обладает достаточно низкой селективностью, что приводит к большому числу ложных срабатываний, которые непосредственно связаны с особенностями режимов работы тяговой сети:

- перемещение нагрузок по отношению к источникам питания (по фидерной зоне) и резкие быстроменяющиеся по времени колебания нагрузок;
- соизмеримость токов нагрузок с токами коротких замыканий в наиболее удаленной точке контактной сети, а иногда превышение ими токов КЗ;
- в отдельных случаях переход с фидера на фидер с кратковременным отрывом токоприемника вызывает появление резких бросков тока с крутым фронтом;
- неоднородность тяговой сети по длине по активным и полным сопротивлениям (станции, сопряжения, перемещающиеся ЭПС и т.д.); наличие обратной цепи, в которую входят рельсы, являющиеся нелинейными ферромагнитным элементом электрической цепи, и параллельно присоединенная земля с изменяющимся в зависимости от погоды сопротивлением;
- значительное число коротких замыканий на ЭПС, которые либо самоустраиваются, либо достаточно быстро ликвидируются локомотивными бригадами.

Все перечисленные режимы работы подтверждает статистический анализ работы защит тяговых подстанций и постов секционирования. Для исследований были выбраны две тяговые подстанции Западно-Сибирской железной дороги: Инская и Гусинобродская, которые осуществляют двухстороннее питание контактной сети грузонапряженного двухпутного участка. Расстояние между подстанциями 20 км.

На каждом фидерном участке установлены быстродействующие выключатели (БВ) марки ВАБ-49 с РДШ (токово-импульсная защита). К распределительному устройству РУ-3,3 кВ подстанции подключены фидеры КС, которые питают распределительные посты и пути на станциях, посты секционирования, парки станции, депо и главные пути.

Из рисунка 2 видно, что количество срабатываний устройств РЗиА, питающих главные пути межподстанционной зоны достаточно велико и находится в пределах 50-70 раз в год.

При этом количество аварийных режимов, связанных с короткими замыканиями лежит в пределах 15-25 отключений в год. Остальное 35-45 срабатываний устройства РЗиА, условно связывают с повторным пуском, проходом его через секционный изолятор, срабатыванием защиты на электровазоне или электропоезде (ложные срабатывания). Следует отметить, что системы защиты от токов коротких замыканий на ЭПС и подстанциях работают не селективно.

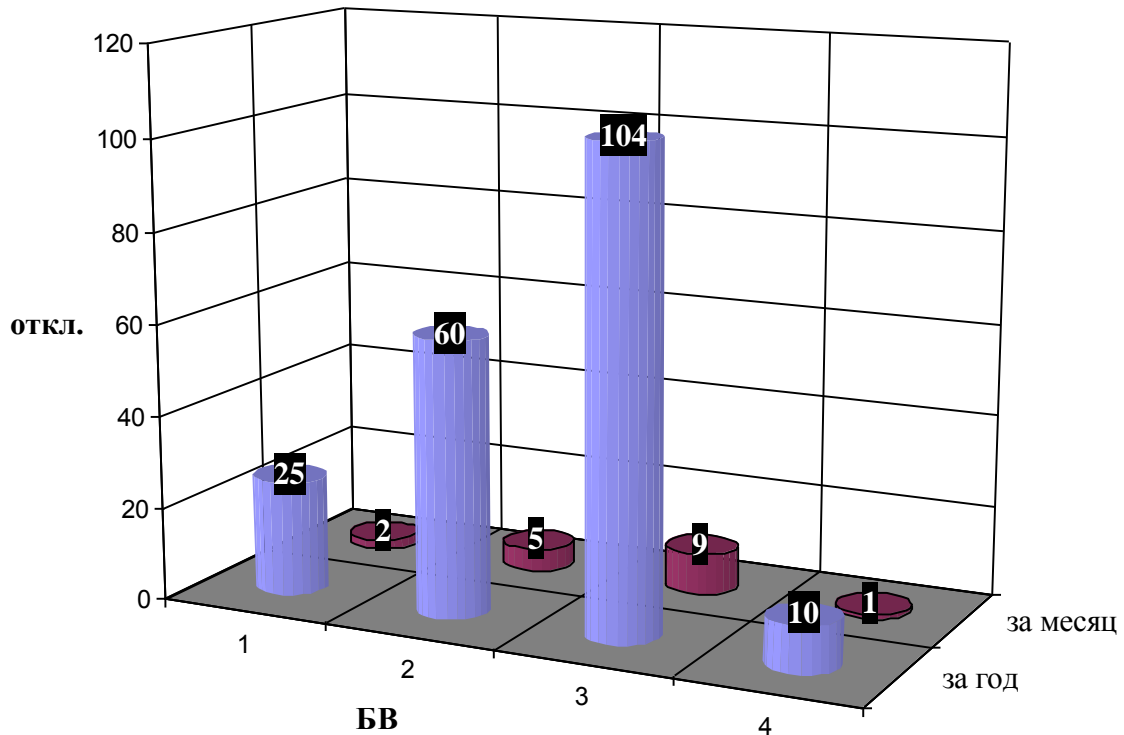


Рисунок 2 – Гистограмма срабатываний РЗА с отключением БВ, за год и среднее за месяц, на наблюдаемой тяговой подстанции

Количественные показатели, приведенные на рисунке 2, не позволяют определить характер и признаки процессов протекающих в аварийных режимах и исправить их выбором установок.

Для устранения не селективной работы устройств РЗА, была разработана «Инструкция о порядке расчета и выбора уставок защиты тяговой сети постоянного тока в ОАО «РЖД» [3]. В [3] приведены приблизительные методики выбора уставок защит. Например, уставку МТЗ рекомендовано определять по

$$I_y = K_3 I_{н\max} \quad (1)$$

а уставку защиты по скорости нарастания тока выбирать по условию:

$$K_\zeta \left(\frac{dI}{dt} \right)_{н,\max} \leq \left(\frac{dI}{dt} \right)_y \leq \frac{1}{\hat{E}_2} \left(\frac{dI}{dt} \right)_{к,\min} \quad (2)$$

где, $I_{н,\max}$ – максимальный ток нагрузки, А; K_3 – коэффициент запаса, $(dI/dt)_{н,\max}$ – наибольшее значение скорости нарастания тока при нормальном режиме, А/мс; $(dI/dt)_{н,\min}$ – наименьшее значение скорости при коротком замыкании, А/мс.

Наибольшее значение тока нагрузки и $(dI/dt)_{н,\max}$ определяют по токовой характеристике электровозов в зависимости от постоянной времени трогания (пуска). Приближенную оценку $(dI/dt)_{н,\min}$ определяют из основных параметров схемы замещения участка питания. Расчет этих параметров достаточно приближенный и трудоёмкий, т.к. необходимо выполнить вычисления для нескольких точек на фидерной зоне при нескольких возможных схемах в нормальном и аварийном режимах. Поэтому [3] рекомендует скорости нарастания тока в нормальном режиме и при коротком замыкании уточнять на основании опытных данных на конкретном участке.

Скорость нарастания тока при коротком замыкании превышает, как правило 90 А/мс, но и в нормальном режиме бывают случаи, когда значение этой скорости существенно возрастает. Такое явление имеет место при проследовании секционных изоляторов или изолирующих сопряжений (от 100 до 150 А/мс) и при пуске электропоездов (от 80 до 300 А/мс) – диапазон для выбора велик.

Уставка, выбранная по выражению (1) должна корректироваться в условиях эксплуатации. Конкретных указаний по корректировке нет.

Авторами статьи разработаны принципы и устройство непрерывного мониторинга тока и напряжения фидера тяговой сети в стационарном и переходном режимах. Мониторинг осуществляется с помощью специального программного обеспечения, записанного в память контроллера каждого фидера подстанции. Для анализа процессов предлагается использовать систему удаленного доступа. Для этого необходимо подключить

все устройства цифровой защиты и автоматики фидеров контактной сети к общему компьютеру подстанции (рис.3) с помощью витой пары через интерфейс RS485.

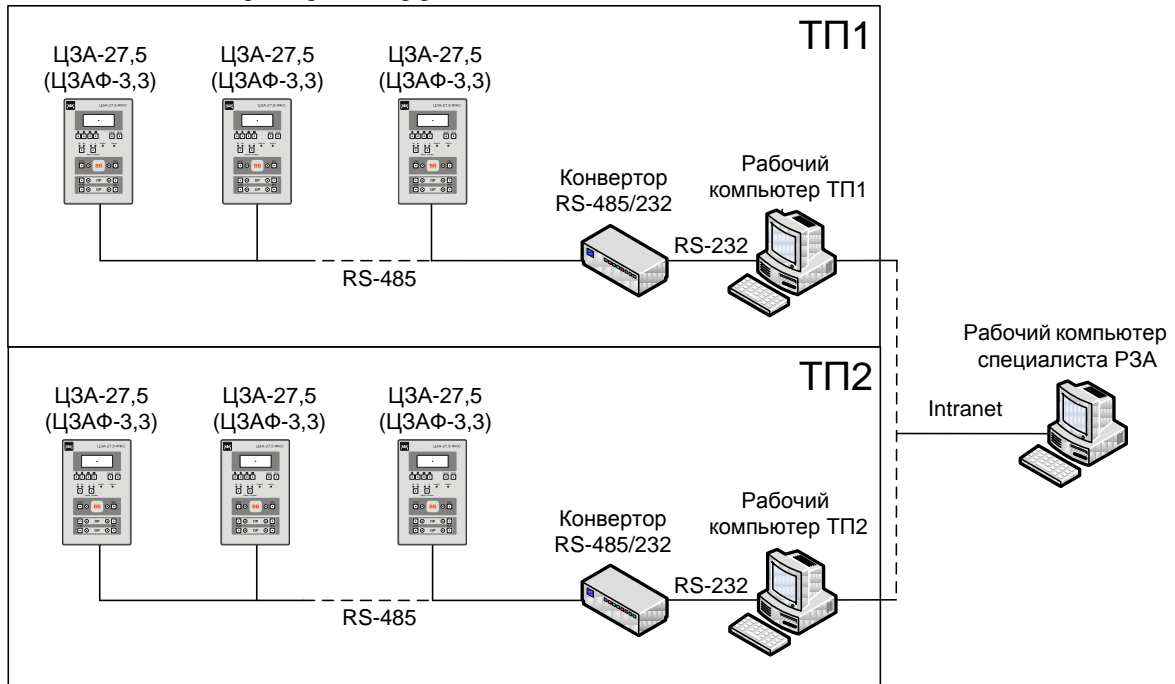


Рисунок 3 – Реализация удаленного доступа устройств цифровой защиты и автоматики фидеров тяговой сети

Далее информация преобразовывается из RS485 на RS232 и через com-порт передается в персональный компьютер (ПК) подстанции. ПК соединён с локальной сетью или интернетом. Каждому фидеру присваивается пароль и обеспечивается возможность анализа информации из центра управления, например, одной из подстанций района, техотдела энергоучастка (пока органолептическими методами).

Образец записи непрерывного мониторинга одного из фидеров приведён на рисунке 4. В память компьютера записывается информация о токе и его изменениях и напряжении непрерывно с интервалом сканирования 2 мс. На осциллограмме можно проследить параметры нагрузки фидера тяговой сети за любой отрезок времени, предшествующий событию «отключение» до его наступления (предистория) и после (послеистория), в отличие от рисунка 2 по осциллограммам двух соседних фидеров можно оценить момент перехода поездом с одной секции на другую, качество регулировки секционного изолятора (выявить причины ложных срабатываний УЗ по скачкам тока и напряжения), а связав с поездной ситуацией (через АСУ управления движением) можно выявить наложения пусковых и иных режимов и откорректировать уставки защит. Программным путём можно выделить и увеличить масштаб отдельного скачка (на рис.3 показано в рамке), вычислить скорость приращения и величину скачка тока и после анализа мониторинга выдать рекомендации по изменению уставок. Методом итераций можно добиться хорошей селективности без снижения надёжности.

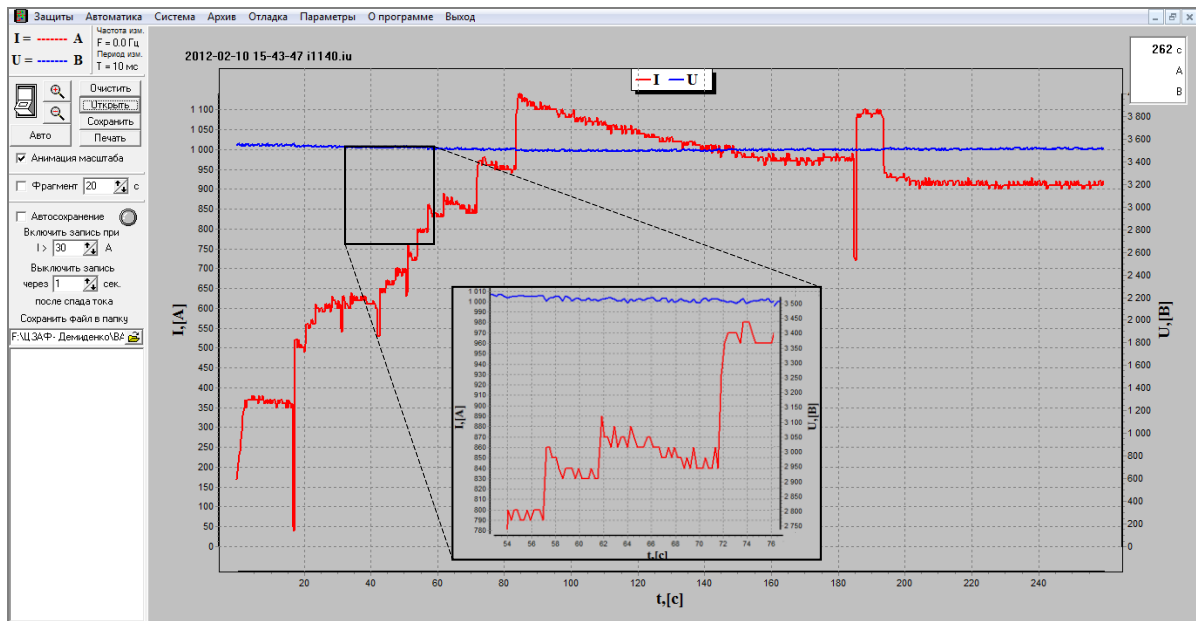


Рисунок 4 – Мониторинг тока и напряжения фидера тяговой сети.

Таким образом, применение микроэлектроники и микропроцессорных систем повышает эффективность релейной защиты и автоматики тяговых подстанций, открывает перспективы для автоматизации процесса выбора уставок индивидуально для каждой фидерной зоны и коррекции их не только при первой настройке, но и в ситуациях, связанных с технологическим процессом работы железной дороги.

Литература

1. Кузнецов, С.М. Защита тяговой сети от токов короткого замыкания: учеб. пособие/С.М. Кузнецов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005.– 352 с.
2. Кузнецов С.М. Проблемы внедрения мониторинга состояния ТС и повышения селективности и надежности ее защиты /С.М. Кузнецов С.М., И.С. Демиденко, А.М. Шелепов, А.В.Гашкова. – Новосибирск : Изд-во НГАВТ, 2011. – с. 15 – 17.
3. Департамент электрификации и электроснабжения ОАО «Российские железные дороги». Руководящие указания по релейной защите систем тягового электроснабжения.–М. : Трансиздат, 2005. – 216 с.
4. Демиденко, И.С. Исследование влияния режимов работы подвижного состава на работу электронной защиты контактной сети/И.С. Демиденко, А.М. Шелепов, А.В.Гашкова – Новосибирск : изд-во Сибстрин, 2011. – с. 99.
5. Кузнецов С.М. Выбор уставок электронных защит с коррекцией на имитационной модели / С.М. Кузнецов, А.М. Шелепов, И.С. Демиденко, А.В.Гашкова. – М.: Транспорт-наука, техника, управление №10, 2011. – с. 40 – 42.

ПРОГРАММА АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВНЕШНИМ МЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Кожевников А.М.
МИЭМ НИУ ВШЭ

В статье приводится описание программы анализа динамических характеристик конструкций радиоэлектронных средств подверженных воздействиям вибрации, акустического давления, ударов и линейного ускорения. Программа проста в освоении и предназначена для конструкторов радиоэлектронных средств.

The program of analysis of dynamic characteristics of designs of radio electronic means, subject to external mechanical effects-of. Kojevnikov A.

The article provides a description of the program of the analysis of dynamic characteristics-of designs of radio electronic equipment subject to the effects of vibration, acoustic pressure, shock, and linear acceleration. The program is easy to learn and is intended for designers of the radio-electronic equipment.

В настоящее время актуальной является задача анализа динамических характеристик конструкций радиоэлектронных средств (РЭС), подверженных воздействиям вибрации, акустического шума, ударов и линейного ускорения.

В неправильно спроектированной конструкции вследствие резонансных явлений могут возникнуть недопустимые перегрузки электрорадиоэлементов (ЭРИ) и механические напряжения в конструкции, превышающие допустимые значения, что может привести к их разрушению.

Проектирование современных бортовых радиоэлектронных средств в заданные сроки и в соответствии с требованиями нормативно-технической документации по механическим характеристикам в общем случае невозможно без использования информационной технологии на этапах конструкторского проектирования [1].

В настоящее время известны мощные универсальные программные средства для расчета динамических характеристик конструкций, например ANSYS, NASTRAN, SOLID WORKS и др.

Однако эти средства сложны в освоении инженером-конструктором и неудобны для расчетов печатных узлов (ПУ), т.к. они часто состоят их большого количества мелких элементов, что требует больших затрат времени при описании конструкции.

Поэтому, в связи с вышеизложенным, была разработана простая в освоении и применении специализированная программа анализа динамических характеристик конструкций РЭС.

Программа расчета динамических характеристик пространственных конструкций РЭС при внешних механических воздействиях в виде гармонической или случайной вибрации, акустического шума, линейного ускорения и ударного воздействия позволяет рассчитывать амплитудно-частотные характеристики, перегрузки и механические напряжения в элементах пространственных конструкций и ПУ.

Математическая конечно-элементная модель колебаний конструкции, использованная при разработке программы, описывается уравнением [2]:

$$\{ |R| - \omega^2|M| + j\omega|C| \} |\delta| = |P|,$$

где: $|R|$ - глобальная матрица жесткости конструкции;

$R_{\xi} = |B|^T |D| |B| dV$ - локальная матрица жесткости конечного элемента;

$|\delta|$ - вектор перемещений с шестью степенями свободы;

$|B|$ - матрица производных функций форм элемента;

$|D|$ - матрица упругости элемента;

V - объем конечного элемента;

$|M|$ - глобальная матрица масс конструкции;

$|P|$ - вектор внешних воздействий;

$m_{\xi} = \rho |F|^T |F| dV$ - локальная матрица масс конечного элемента;

$|F|$ - матрица функций форм конечного элемента;

$|C|$ - глобальная матрица демпфирования конструкции;

ρ - плотность материала;

$c_{\xi} = \mu |F|^T |F| dV$ - локальная матрица демпфирования конечного элемента;

μ - коэффициент неупругого сопротивления при колебаниях;

ω - круговая частота вибрации;

j - мнимая единица.

Основной выходной характеристикой конструкции при внешних механических воздействиях: кинематическое воздействие (вибрация и ударное воздействие) и акустический шум, на основе которой можно получить остальные необходимые выходные характеристики, является амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), которую необходимо получить в виде, обеспечивающем выполнение указанных выше результатов с наименьшими затратами.

В алгоритме программы анализ амплитудно – частотной характеристики производится шагами по точкам частотного диапазона.

Внешнее механическое вибрационное и ударное воздействие задается в виде перегрузки (спектральной плотности при случайной вибрации) в местах крепления конструкции к несущему объекту.

Параметр линейного ускорения в местах крепления задается в виде одной величины – максимальной величины ускорения.

Внешнее акустическое давление задается в децибелах для октавных диапазонов частот.

Спектральная плотность перемещения или перегрузки в точке конструкции определяется по формуле: $S_{вых}(f) = |\Phi(f)|^2 S_{возд}(f)$, где $|\Phi(f)|$ - модуль амплитудно-частотной характеристики в точке конструкции на частоте f , $S_{возд}(f)$ - спектральная плотность воздействующей случайной вибрации.

Для анализа переходных процессов при ударном воздействии применен метод, основанный на сочетании спектрального метода с методом суперпозиции на основе интеграла Дюамеля. В частности, метод расчета переходных процессов по известной амплитудно-частотной характеристике системы [3].

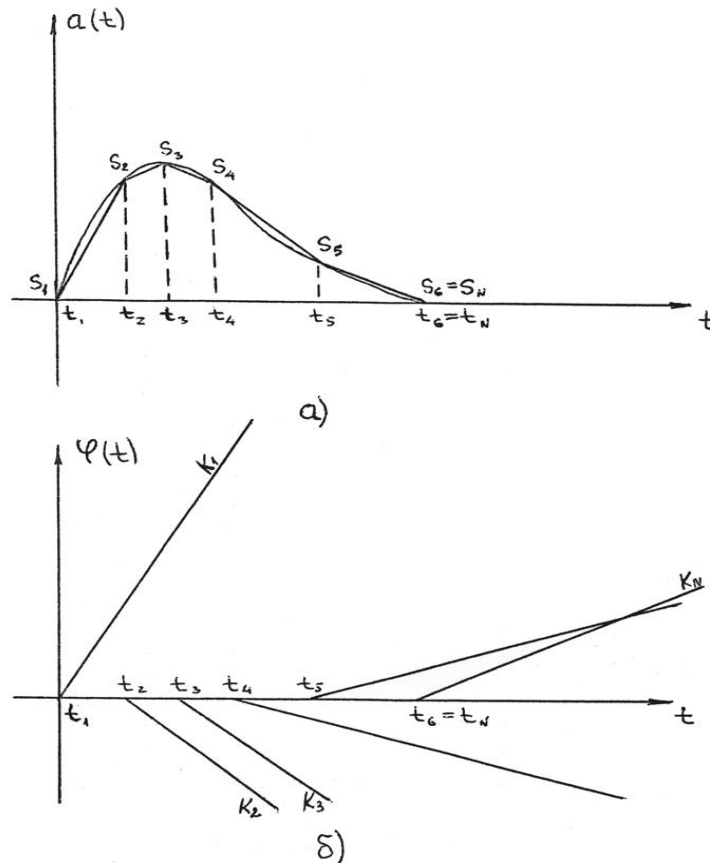


Рис. 1. Аппроксимация ударного импульса.

Рассмотрим применение этого метода к расчету отклика конструкции на ударное воздействие. Ударное входное воздействие в виде перемещения $S(t)$ действует на конструкцию в течение времени τ , называемого длительностью ударного импульса. Воздействие $S(t)$ может быть представлено в виде суммы линейно - нарастающих воздействий, сдвинутых во времени относительно друг друга (рис. 1). Для такого представления выбираются дискретные моменты времени t_i (с учетом обеспечения достаточно точного приближения к исходной форме ударного импульса) и рассматриваются значения $S(t_i)$ входного воздействия в эти моменты времени (в дальнейшем для простоты будем обозначать $S(t_i) = S_i$), при этом i изменяется от 1 до N , где N – количество аппроксимированных точек импульса. Таким образом, входное воздействие любой формы $S(t)$ аппроксимируется ломаной линией, состоящей из отрезков прямых, проходящих через точки с ординатами S_i (см. рис. 1а).

Теперь каждый излом линии в момент времени t_i можно представить как приложение нового линейно - нарастающего воздействия к предыдущим (см. рис. 1). В результате получаем, что в каждый момент времени t_i на конструкцию начинает действовать линейно - нарастающее воздействие $\varphi_i = K_i(t - t_i)$, коэффициент наклона которого определяется формулой [3]:

$$K_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{t_i - t_{i-1}} + \frac{S_{i+1} - S_i}{t_{i+1} - t_i}, \quad i = 2, \dots, N-1.$$

Коэффициенты наклона для первого и последнего линейно - нарастающих воздействий определяются по формулам:

$$K_1 = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}, \quad K_N = \frac{S_N - S_{N-1}}{t_N - t_{N-1}}.$$

Реакция конструкции в узле m от i -го воздействия равна [3]:

$$f_i(t - t_i) = K_i \frac{2}{\pi} \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{P_m(\omega)}{\omega^2} [1 - \cos(\omega(t - t_i))] d\omega, \quad (1)$$

где: ω_1 – начальная частота частотного диапазона (1/сек); ω_2 – конечная частота частотного диапазона (1/сек); ω - текущее значение частоты (1/сек); $P_m(\omega)$ – вещественная часть коэффициента передачи для узла m на частоте ω .

Формулу (1) при дискретном шаге по частоте можно представить в виде:

$$f_i(t - t_i) = K_i \frac{2}{\pi} \sum_{\omega=\omega_1}^{\omega=\omega_1+n\Delta\omega} \frac{P_m(\omega)}{\omega^2} [1 - \cos(\omega(t - t_i))] \Delta\omega,$$

где: $\Delta\omega$ – шаг по частоте (рад/с); n – число шагов по частоте.

Реакция на ударный импульс для m – го узла модели конструкции может быть представлена как сумма

реакций от всех линейно – возрастающих воздействий [3]:
$$f_m(t) = \sum_{i=1}^N f_{mi}(t - t_i).$$

Таким образом, результирующая реакция конструкции запишется в виде:

$$f_m(t) = \sum_{i=1}^N K_{im} \frac{2}{\pi} \sum_{\omega=\omega_1}^{\omega=\omega_1+n\Delta\omega} \frac{P_m(\omega)}{\omega^2} [1 - \cos(\omega(t - t_i))] \Delta\omega.$$

Для ввода описания конструкции в программу разработан графический редактор, который позволяет видеть на экране вводимые элементы конструкции и контролировать правильность их описания. По результатам ввода редактор формирует файлы и массивы для расчетной части программы. Перед вводом описания конструкции ее необходимо формализовать, т.е. привести к виду, позволяющему ее описать с помощью разработанного языка описания конструкции.

Подготовку исходных данных для формирования конечно-элементной модели конструкции РЭС разделяют на три этапа:

- Подготовка исходных данных несущей части пространственной конструкции РЭС пластинчато-стержневого типа.
- Подготовка исходных данных конструкций печатных узлов.
- Подготовка характеристик материалов элементов конструкции.

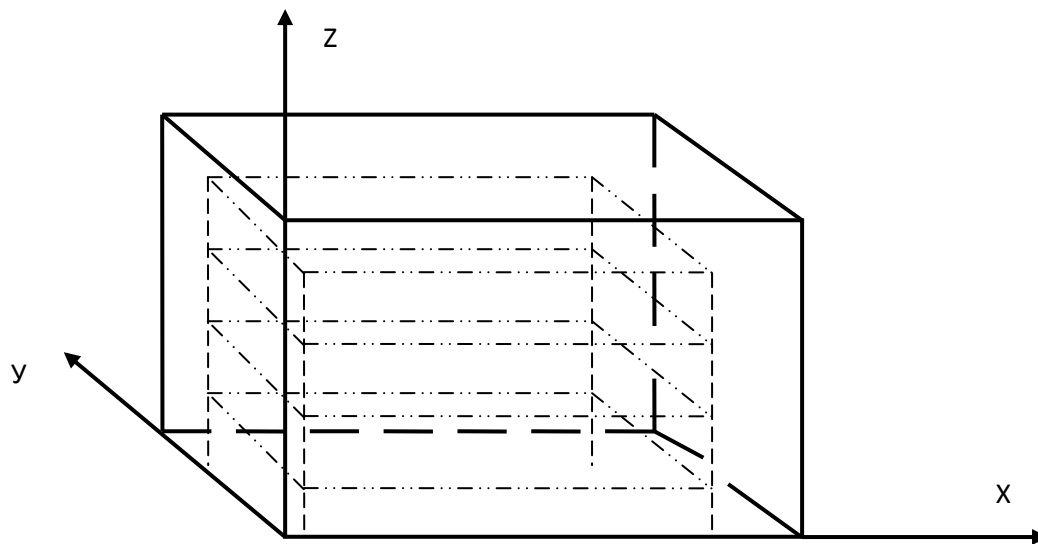


Рис.2. Пространственная конструкция РЭС пластинчато-стержневого типа.

Рассмотрим пространственную конструкцию РЭС в правой прямоугольной системе координат (рис. 2) и проведем её структурный анализ и формализацию. При проведении структурного анализа необходимо выделить конструктивные узлы (платы, панели, стенки и крышку корпуса и т.п.) и элементы (разъемы, трансформаторы, элементы крепления, стержневые элементы и т.п.), которые затем можно будет представить в виде набора соответствующих конечных элементов. Также необходимо выделить точки соединений конструктивных узлов для того, чтобы в этих точках затем образовать узлы глобальной сетки координат, т.к. соединение конструктивных узлов можно производить только в узлах конечно-элементной модели.

Для описания конструкции РЭС необходимо нанести на чертеж конструкции глобальную сетку координат, которая представляет собой систему плоскостей, параллельных плоскостям YOZ, XOZ, XOY, проходящих через точки соединений элементов конструкции, через границы пластинчатых элементов корпуса (стенок, крышек и т.д.), чтобы затем путем указания номеров линий глобальной сетки начала и конца элемента задать его пространственное расположение. Для плоскостей глобальной сетки необходимо указать координаты их пересечения с осями выбранной декартовой системы координат. При разработке формализованных принципов описания печатных узлов, внешних механических воздействий и целей расчета ставилась задача автоматизации перехода от геометрических и физико-механических параметров конструкций к параметрам расчетных моделей, что позволяет сделать пользование программой расчета простым и удобным для

инженеров-конструкторов. При разработке подобных принципов следует стремиться к уменьшению количества исходных данных и упрощению порядка их составления.

При подготовке формализованного описания конструкции процесс начинается с формализованного описания ПУ, при этом на плату наносится сетка из горизонтальных и вертикальных линий с постоянным шагом вдоль каждой стороны (рис. 3), подсчитывается количество узлов сетки и количество образовавшихся прямоугольных конечных элементов. ПУ нумеруются в порядке ввода в ЭВМ и для каждого ПУ последовательно с предыдущими ПУ фиксируются начальный номер узла сетки и начальный номер прямоугольного конечного элемента.

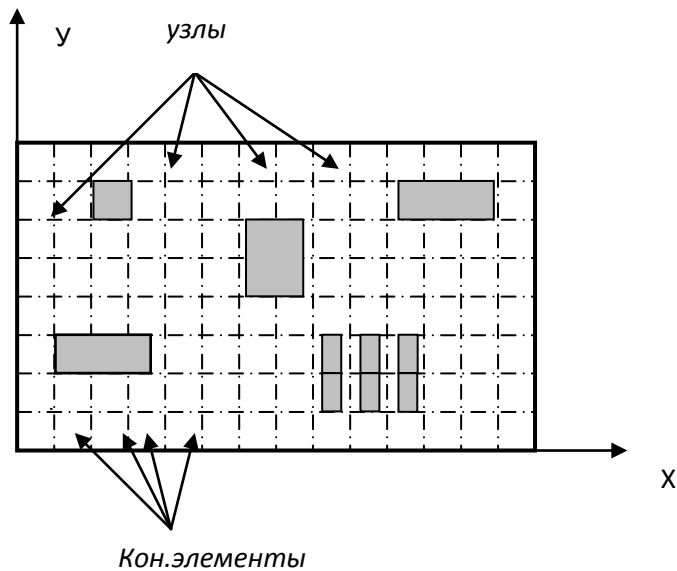


Рис.3. Чертёж печатной платы с линиями координатной сетки.

Величина шага сетки определяется исходя из размеров конструкции, величины массы элементов на плате, диапазона исследуемых частот и требуемой точности расчета. Рекомендуемая величина шага сетки составляет 10÷15 мм. Выбор количества линий сетки вдоль каждой из осей зависит также от типа радиоэлементов, установленных на плате, и от количества и расположения мест крепления платы к несущей раме. Как будет показано далее, расположение каждого радиоэлемента на плате описывается с помощью линий сетки, наиболее близко проходящих около контура радиоэлемента. Поэтому необходимо, чтобы линии сетки наиболее близко совпадали с контурами радиоэлементов, обладающих большой массой или жесткостью и совпадали с точками крепления.

Этот критерий выбора расположения линий сетки является основным, поскольку резонансная частота платы обратно пропорциональна квадрату расстояния между точками крепления, а ошибка в задании координат радиоэлементов приводит к гораздо меньшим погрешностям расчета.

Форма платы может быть любой, но форма, отличающаяся от прямоугольной, получается путем аппроксимации с помощью вырезов у исходной платы прямоугольной формы.

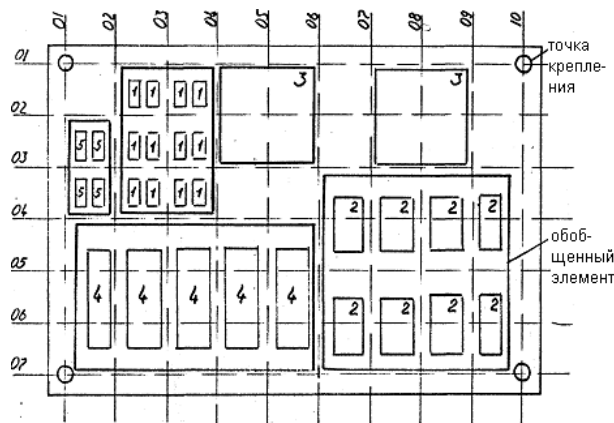


Рис. 4. Нанесение линий сетки на чертеж ПУ.

Для описания расположения мест крепления платы вводятся номера для всех узлов модели, соответствующих местам крепления.

Для упрощения описания расположения ЭРИ введено понятие обобщенных элементов (или групп ЭРИ) ПУ (рис. 4), жесткости или массы которых учитываются обобщенно (в их числе плата и вырезы). На плате может находиться большое количество мелких радиоэлементов (резисторы, диоды, транзисторы и т.д.), причем описание каждого из них в отдельности потребовало бы большого объема подготовительной работы. Поэтому, для сокращения объема исходных данных предложено на плате выделять прямоугольные группы рядом расположенных ЭРИ, обладающих примерно одинаковой массой и механической жесткостью.

Каждая группа радиоэлементов описывается как один обобщенный элемент, имеющий массу, равную сумме масс радиоэлементов, находящихся на плате внутри прямоугольного контура обобщенного элемента. Описания отдельных и обобщенных элементов образуют массив чисел. Сама печатная плата также описывается как отдельный элемент. При разбиении радиоэлементов, установленных на плате, на обобщенные элементы контуры этих элементов не должны входить друг в друга (за исключением контура платы).

Пространственное расположение ПУ задается путем указания координат трех базовых угловых узлов прямоугольной платы.

Для описания печатного узла вводят следующие данные:

номер печатного узла, номер начального узла сетки, номер начального прямоугольника, количество обобщенных элементов в плате, координаты 1-го базового узла, координаты 2-го базового узла, координаты 3-го базового узла, количество линий сетки – вертикальных (локальных) и горизонтальных (локальных), толщина, тип материала и количество вырезов.

Параметры каждого обобщенного элемента записываются в виде семи чисел в следующем порядке:

1. Суммарная масса радиоэлементов, находящихся в прямоугольном контуре; для платы здесь условно записывается нуль, т.к. массу платы вычисляет ЭВМ по введенным характеристикам платы.
2. Номер горизонтальной линии сетки, совпадающей с верхней линией контура расположения элемента;
3. Номер горизонтальной линии сетки, совпадающей с нижней линией контура расположения элемента;
4. Номер вертикальной линии сетки, совпадающей с левой линией контура расположения элемента;
5. Номер вертикальной линии сетки, совпадающей с правой линией контура расположения элемента;
6. Коэффициент заполнения прямоугольного контура элементами вдоль оси X (для платы записывается 1);
7. Коэффициент заполнения прямоугольного контура элементами вдоль оси Y (для платы записывается 1).

Вырезы описываются также как обобщенные элементы, но их масса задается равной нулю.

Пластины могут описываться в двух вариантах:

1) с равномерной сеткой (номер пластины, номер начального узла, номер начального прямоугольника, а так же, координаты 1-го базового узла, координаты 2-го базового узла, координаты 3-го базового узла, количество линий сетки – вертикальных (локальных) и горизонтальных (локальных), толщина и тип материала),

2) с задаваемой сеткой (номер пластины, номер начального узла, номер начального прямоугольника, номер начальной линии по оси X и номер конечной линии по оси X, номер начальной линии по оси Y и номер конечной линии по оси Y, номер начальной линии по оси Z и номер конечной линии по оси Z, толщина и тип материала).

Стержневые элементы (стойки, шпильки и т.п.) вводятся путем указания номеров соединяемых узлов, узла ориентации сечения и типа стержня, для которого предварительно введены площадь сечения, моменты инерции сечения и тип материала.

При подготовке исходных данных необходимо ввести характеристики материалов: наименование материала, модуль упругости, модуль сдвига, коэффициент Пуассона и их зависимости от температуры, плотность, коэффициент рассеивания энергии при колебаниях и его зависимости от механических напряжений и температуры, предельно допустимое механическое напряжение.

Практически время подготовки исходных данных для блока РЭС, состоящего из шести ПУ, составляет не более одного рабочего дня.

Результаты расчета в виде графиков и таблиц:

- 1) амплитудно-частотные характеристики (перегрузки на ЭРИ) и механические напряжения в конструкции при гармонической вибрации;
- 2) среднеквадратические перегрузки на ЭРИ при случайной вибрации и акустическом давлении;
- 3) перегрузки на ЭРИ и механические напряжения в конструкции при ударном воздействии;
- 4) перегрузки и механические напряжения при линейном ускорении.

Литература

1. Кожевников А.М. Повышение оптимальности проектирования бортовых радиоэлектронных средств на основе иерархического системного макро моделирования // Информационные технологии в проектировании и производстве: Науч.-техн. журн.- ГУП "ВИМИ", 2003, №1, с.62-70.
2. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике: Пер. с англ. - М.: Мир, 1975. - 541с.
3. Печорина И.Н. Расчет систем автоматического управления. – М., ГНТИМЛ, 1962г.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИММЕРСИОННОЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ЛИТОГРАФИИ

Ивашов Е.Н, Костомаров П.С.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрена IDEF0 функциональная модель применительно к процессу формирования топологии объектов методом иммерсионной ультрафиолетовой литографии. Показана стратегия диагностики и технического обслуживания, которая позволяет получить от эксплуатируемого оборудования максимальный эффект. Предложено техническое решение устройства формирования изображения на подложке.

Information technology of immersion ultraviolet lithography processes modeling. Ivashov E., Kostomarov P.

The IDEF0 functional model is considered concerning the process of topology formation of the objects using ultraviolet immersion lithography. The strategy of diagnosis and maintenance is shown, which allows to get the maximal effect from the operating equipment. Technical solution of the device for imaging on a substrate is offered.

Иммерсионная литография (*Immersion lithography*) – способ повышения разрешающей способности за счет заполнения воздушного промежутка между последней линзой и пленкой фоторезиста жидкостью с показателем преломления $n > 1$ (метод иммерсии) [1]. Угловое разрешение увеличивается пропорционально показателю преломления. Современные литографические установки используют в качестве жидкости высокоочищенную воду, позволяя работать с техпроцессом менее 45 нм. Улучшением данной технологии можно считать методику HydroLith, в которой измерения и позиционирование производится на сухой пластине, а экспонирование – на «мокрой» [2].

В иммерсионной литографии свет проходит сверху вниз через систему линз, затем попадает в воду (или другую иммерсионную жидкость), находящуюся между нижней линзой и резистом на поверхности пластины (рис. 1).

Суть иммерсионной литографии состоит во введении жидкости (воды или другой жидкости с высоким показателем преломления) между проекционным оптическим объективом и пластиной для достижения большей глубины фокуса (при числовой апертуре объектива ниже 1.0) или для получения проекционной системы с эффективной числовой апертурой более 1.0, что в конечном результате улучшает разрешающую способность.

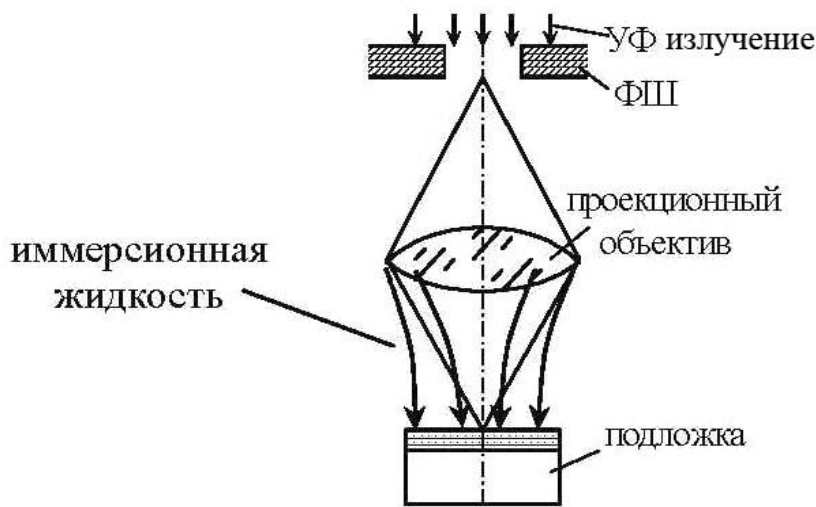


Рис. 1. Принципиальная схема метода иммерсионной литографии

Продолжаются исследования по поиску новых иммерсионных жидкостей с более высоким показателем преломления, составов резистов и травителей, а также новых конструкций иммерсионных систем, которые

позволят повысить разрешающую способность литографии для проектных норм не ниже 32 нм, чему способствует IDEF0 функциональное моделирование иммерсионного литографического процесса.

IDEF методология моделирования, основана на графическом представлении производственных систем, которая используется для создания функциональной модели, являющейся структурированным изображением функций производственной системы или среды, а также информации и объектов, связывающих эти функции.

Рассмотрим IDEF0 функциональную модель применительно к процессу формирования топологии объектов методом ультрафиолетовой иммерсионной литографии (рис. 2).

Метод иммерсии в литографии позволяет повысить разрешающую способность путем увеличения числовой апертуры за счет изменения угла полного отражения на границе раздела сред объектив – воздушный зазор (между объективом и пластиной). Но, для использования иммерсионного литографического процесса необходимо применение методов повышения разрешающей способности процесса проекционной литографии, таких как:

- использование внеосевого освещения при экспонировании резиста;
- разработка и применение фазосдвигающих шаблонов (PSM);
- применение методов коррекции оптического эффекта близости [3];
- разработка стратегии технического обслуживания оборудования иммерсионной ультрафиолетовой литографии (ИУФЛ);
- метрологическое обеспечение иммерсионного литографического процесса.

Таким образом, предварительное исследование по совмещению данных методов, позволяет создать процесс формирования топологии объектов методом иммерсионной ультрафиолетовой литографии с проектными нормами не ниже 32 нм.

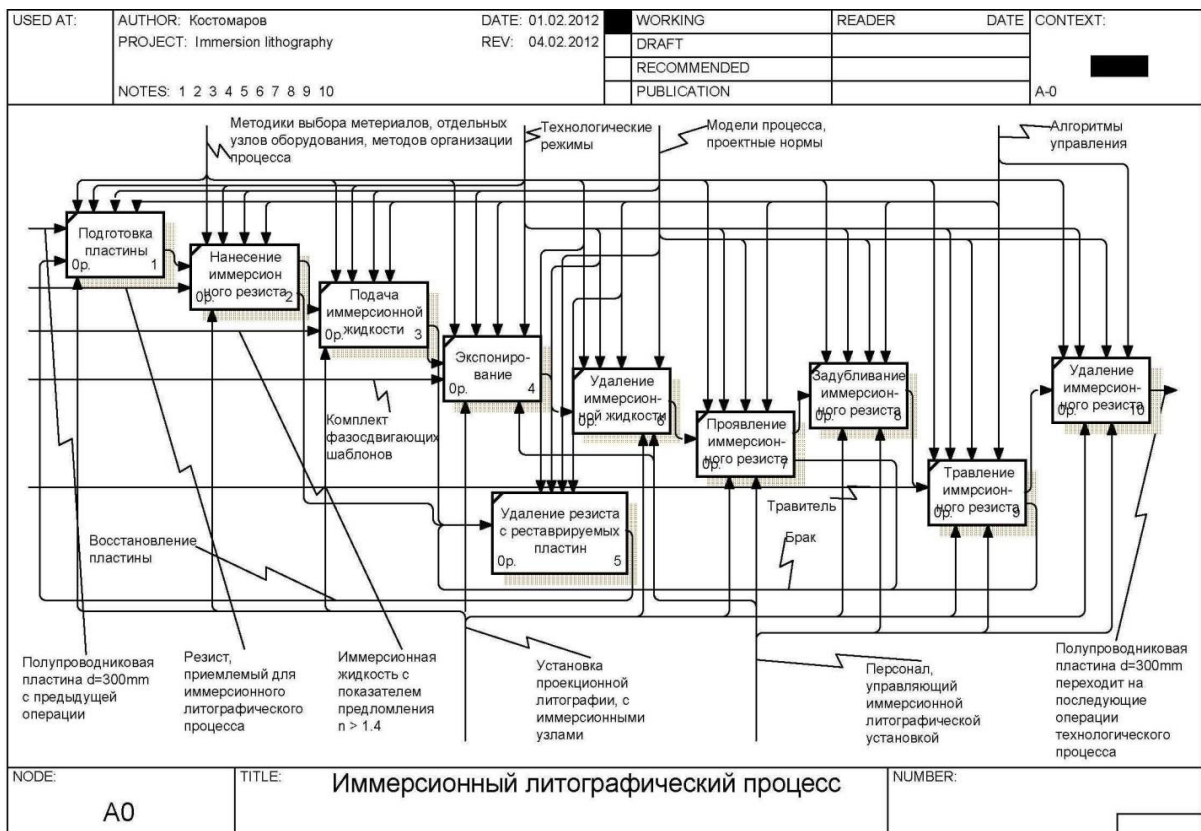


Рис. 2. IDEF0 функциональная модель иммерсионного литографического процесса.

В процессе эксплуатации литографических систем разрешающая способность проекционной литографии ухудшается, что приводит к снижению процента выхода годных. Поэтому, создание математической модели такого технологического процесса, и стратегии технического обслуживания являются задачами актуальными и своевременными.

При создании оборудования иммерсионной ультрафиолетовой литографии (ИУФЛ) возникает проблема разработки стратегии диагностики и технического обслуживания, которая позволила бы получить от эксплуатации системы максимально возможный эффект. Поэтому задачи профилактики ставятся как задачи экстремальные и их можно назвать оптимальными задачами надежности.

Обычно при постановке задачи профилактики предполагают заданными характеристики надежности системы: функцию распределения времени безотказной работы системы $P(x)$ или отдельных ее частей и функцию распределения времени самостоятельного проявления отказа $\Phi(v)$ и характеристики

ремонтпригодности: функции распределения времени различных восстановительных работ, которые можно проводить в системе. Эти характеристики, а также правило (стратегия), в соответствии с которым назначаются сроки проведения восстановительных работ, определяют состояния системы и эволюцию этих состояний во времени [4].

Будем считать, что множество E возможных состояний системы является конечным $E = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$. В таком случае траектории процесса $x(t)$, описывающего эволюцию состояний системы во времени, являются ступенчатыми функциями. На траекториях этого случайного процесса определим функционал, который при фиксированных характеристиках надежности будет характеризовать стратегию обслуживания исследуемой системы [5]. За конечный отрезок времени $[0, t]$ траектория процесса $x(t)$ задается количеством переходов m , моментами переходов $t_0 = 0 < t_1 < t_2 < \dots < t_m \leq t$ и $E_{i_0}, E_{i_1}, \dots, E_{i_m}$, в которых процесс находится между моментами перехода. Тогда функционал определим как математическое ожидание

$$M \left\{ \sum_{k=0}^{m-1} c_{i_k} (t_{k+1} - t_k) + c_{i_m} (t - t_m) \right\}, \quad (1)$$

где константы c_i можно трактовать как доход, получаемый за единицу времени пребывания в состоянии E_i . При длительной эксплуатации ($t \rightarrow \infty$) функционал (1) стремится к бесконечности. Следует также рассматривать удельный доход, т. е.

$$I = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} M \left\{ \sum_{k=0}^{m-1} c_{i_k} (t_{k+1} - t_k) + c_{i_m} (t - t_m) \right\}. \quad (2)$$

Выражение (1) можно переписать в виде $\sum_{i=1}^n c_i M(X_i(t))$, где $X_i(t)$

суммарное время пребывания процесса $x(t)$ в состоянии E_i за отрезок времени $[0, t]$, выражение (2) в виде

$$I = \sum_{i=1}^n c_i \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{M(X_i(t))}{t} = \sum_{i=1}^n c_i k_i. \quad (3)$$

Пределы, входящие в выражение (3), можно трактовать как долю времени, которую процесс $x(t)$ провел в соответствующем состоянии E_i . С другой стороны, если ввести в рассмотрение индикатор события E_i

$$\delta_{E_i}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } x(t) = E_i, \\ 0, & \text{если } x(t) \neq E_i, \end{cases}$$

то можно записать

$$M(X_i(t)) = \int_0^t M(\delta_{E_i}(\tau)) d\tau = \int_0^t P\{x(\tau) = E_i\} d\tau.$$

Тогда выражение

$$\frac{M(X_i(t))}{t} = \frac{1}{t} \int_0^t P\{x(\tau) = E_i\} d\tau \quad (4)$$

имеет смысл вероятность того, что в произвольно выбранный момент времени τ из отрезка $[0, t]$ имеет место событие $\{x(\tau) = E_i\}$.

Поэтому

$k_i = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{M(X_i(t))}{t}$ можно определить как вероятность того, что в произвольно выбранный момент $\tau \in [0, \infty)$ имеет место событие $\{x(\tau) = E_i\}$.

Для регенерирующего процесса функционал I может быть определен как

$$I = \sum_{i=1}^n c_i k_i = \sum_{i=1}^n c_i \frac{M_i}{M} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i M_i}{M} \quad (5)$$

где k_i – отношение среднего времени M_i , проведенного в состоянии E_i за период регенерации, к середине длительности этого периода M .

Поведение процесса $x(t)$ зависит от функции распределения времени безотказной работы системы $P(t)$. Функция распределения времени ξ самостоятельного проявления отказа $\Phi(x)$ и характеристик, определяющих сроки проведения регенерирующих факторов (проведение предупредительных профилактик назначается через случайное время η , распределенное по закону $G(x)$). Следовательно, от этих функций зависят и средние длительности M и M_i ($i = \overline{1, n}$).

Считаем, что период регенерации начинается в момент полного обновления системы и в этот же момент назначается очередная профилактика. Тогда запишем

$$M = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} B(x, v, y) dG(x) d\Phi(v) dP(y),$$

$$M_i = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} A_i(x, v, y) dG(x) d\Phi(v) dP(y),$$

где через $B(x, v, y)$ обозначена средняя длительность периода регенерации процесса $x(t)$ при условии, что в начале периода начинает функционировать система, у которой время безотказной работы $\xi = y$, время самостоятельного проявления отказа $\zeta = v$, профилактика назначена через время $\eta = x$, т. е. при условии $\{\xi = y, \zeta = v, \eta = x\}$; $A_i(x, v, y)$ среднее время пребывания процесса $x(t)$ в состоянии E_i на периоде регенерации при условии осуществления события $\{\xi = y, \zeta = v, \eta = x\}$.

Обозначим далее

$$A(x, v, y) = \sum_{i=1}^n c_i A_i(x, v, y).$$

Тогда исследуемый функционал (5) можно записать как дробно-линейный функционал вида

$$I = I(G, \Phi, P) = \frac{A(x, v, y) dG(x) d\Phi(v) dP(y)}{B(x, v, y) dG(x) d\Phi(v) dP(y)} \quad (6)$$

где $A(x, v, y)$ - средний доход, полученный на периоде регенерации, при условии выполнения события $\{\xi = y, \zeta = v, \eta = x\}$ [5].

Если процесс $x(t)$, описывающий эволюцию состояний системы во времени, принимает конечное множество значений и является регенерирующим, то функционал, характеризующий качество работы системы, имеет вид дробно-линейного функционала (6) относительно функции распределения времени безотказной работы $P(t)$, функции распределения времени самостоятельного проявления отказа $\Phi(x)$ и функции распределения $G(x)$, определяющий периодичность проведения предупредительных профилактик.

В выражении (6) функция $A(x, v, y)$ и $B(x, v, y)$ имеют смысл условных математических ожиданий при условии выполнения события $\{\xi = y, \eta = x, \zeta = v\}$.

Эти выводы могут быть использованы при определении характеристик функционирования оборудования ИУФЛ, которое интенсивно развивается и совершенствуется в последние 15 лет.

Метод ИУФЛ позволяет значительно увеличить числовую апертуру проекционных систем за счет изменения угла полного отражения на границе раздела сред объектив - воздушный зазор (между объективом и пластиной). NA объектива определяется синусом максимального угла прохождения луча через объектив.

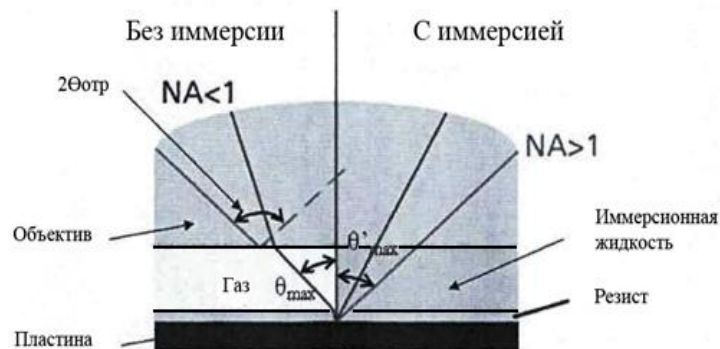


Рис. 3. Прохождение лучей через объектив

$$NA = \sin \theta_{\max}.$$

Используя иммерсионные жидкости вместо воздушной среды можно получить значения числовой апертуры $NA > 1$. Рассмотрим прохождение лучей через объектив (рис. 3). Числовая апертура определяется углом падения луча на объектив, при котором луч проходит через него, не испытывая полного отражения на границе раздела сред объектив - воздушная среда [1].

В соответствии с законом преломления получим:

$$\frac{n_{\text{объектива}}}{1} = \frac{\sin \theta_{\text{пад}}}{\sin \theta_{\text{макс}}} - \text{без иммерсии};$$

$$\frac{n_{\text{объектива}}}{n_{\text{медиа}}} = \frac{\sin \theta_{\text{пад}}}{\sin \theta'_{\text{max}}} \text{ с применением иммерсионной жидкости}$$

$$\sin \theta'_{\text{max}} = \frac{\sin \theta_{\text{пад}} \cdot n_{\text{медиа}}}{n_{\text{объектива}}} = n_{\text{медиа}} \cdot \sin \theta_{\text{пад}}$$

где $n_{\text{медиа}}$ – коэффициент преломления иммерсионной жидкости.

Таким образом, угол падения луча на объектив, при котором происходит полное отражение света на границе раздела сред объектив – иммерсионная жидкость, увеличивается, что влечет увеличение числовой апертуры (рис. 4). Увеличение числовой апертуры означает, что лучи, падающие под большими углами, попадут на пластину, т.е. количество информации, пропускаемой объективом увеличится, повышая разрешение.

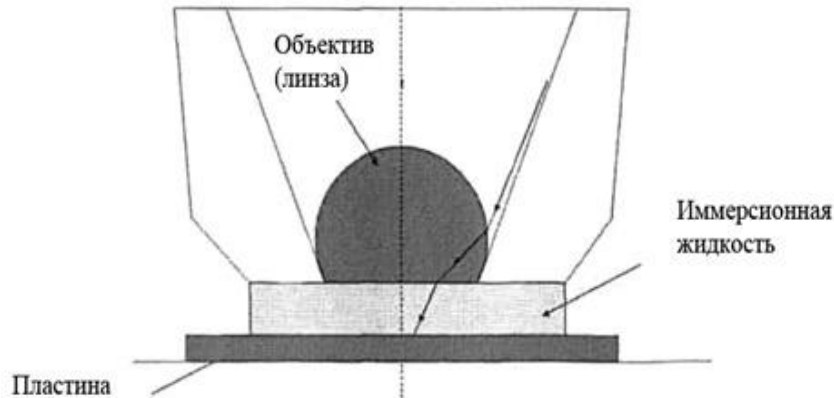


Рис. 4. Схема увеличения числовой апертуры

Числовая апертура такой система вычисляется по формуле:

$$NA = n_{\text{медиа}} \cdot \sin \theta_{\text{max}}$$

Техническое воплощение идеи использования иммерсионных жидкостей состоит в закачке под давлением жидкости с одной стороны объектива и одновременной откачке ее с другой. Для устранения оптических искажений при прохождении луча через иммерсионную жидкость, необходимо чтобы поток закачиваемой жидкости был ламинарным. В таблице 1 приведены значения коэффициентов преломления и получаемой числовой апертуры NA.

Таблица 1

Иммерсионная жидкость	$n_{\text{медиа}}$	NA_{max}
Де-ионизованная вода	1,44	1,3
Жидкие полимеры	1,6	1,5

Принцип снижения проекционных размеров шаблона в литографии не потерял своей актуальности. В основу предложенного технического решения положена задача обеспечить возможность формирования уменьшенного изображения шаблона на подложке [6].

Согласно предложенному техническому решению, источник лазерного излучения выполнен на основе глубокого ультрафиолета с длиной волны $\lambda_0 = 193$ нм. Отражающий шаблон выполнен из алюминия, а фокусирующая линза – из сапфира. На подложке расположена тонкая пленка жидкости высотой $h = 0,3 \div 0,5$ мм с показателем преломления $n > 1,7$, а обращатель волнового фронта выполнен в виде полого цилиндра с жидкостью $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (трифторэтанол).

Введение в устройство формирования изображения на подложке источника лазерного излучения с длиной волны $\lambda_0 = 193$ нм, отражающего шаблона из алюминия, фокусирующей линзы из сапфира, тонкой пленки жидкости высотой $h = 0,3 \div 0,5$ мм с показателем преломления $n > 1,7$ расположенной на подложке и обращателя волнового фронта выполненного в виде полого цилиндра с жидкостью $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OH}$, обеспечивает возможность формирования уменьшенного изображения шаблона на подложке.

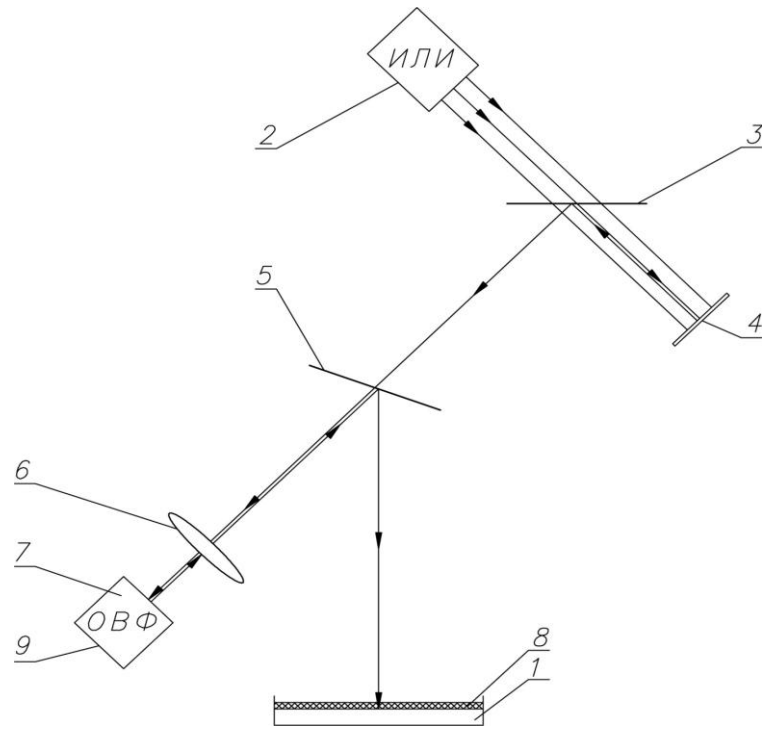


Рис. 5. Принципиальная схема устройства формирования изображения на подложке (без изображения элементов оптической системы)

Сущность технического решения поясняется на рис. 5, где показано устройство формирования изображения на подложке [7].

Устройство формирования изображения на подложке работает следующим образом.

Лазерное излучение от источника 2 проходит сквозь полупрозрачное зеркало 3, отражается от шаблона 4, попадает в среду с нерегулярными неоднородностями полупрозрачного зеркала 3 и, разделяясь, падает на второе полупрозрачное зеркало 5, после чего фокусируется сапфировой линзой 6. Расходящийся неоднородный пучок, сфокусированный сапфировой линзой 6, попадает в полый цилиндр с жидкостью $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OH}$, обладающий эффектом обращения волнового фронта, и оборачивается.

Обращенное излучение подходит к неоднородной среде второго полупрозрачного зеркала 5 и, проходя через нее, становится идеально направленным. Искажения волнового фронта, появившиеся после прохождения первого полупрозрачного зеркала, компенсируются при прохождении второго полупрозрачного зеркала.

Тонкая пленка жидкости 8 высотой $h = 0,3 \div 0,5$ мм с показателем преломления $n > 1,7$ уменьшает длину волны луча в показатель преломления $\lambda_0 = \lambda/n$.

Применение предлагаемого устройства формирования изображения на подложке позволяет обеспечить возможность формирования уменьшенного изображения шаблона (при использовании методов повышения разрешающей способности проекционной литографии предполагается получать элементы с проектными нормами не ниже 32 нм), при рабочей длине волны ультрафиолетового излучения $\lambda_0 = 193$ нм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сохраняющиеся на протяжении последних 20 лет тенденции к уменьшению размеров элементов СБИС ставят перед производителями все новые задачи, как по совершенствованию литографического оборудования и самого процесса литографии, так и по внедрению новых подходов в проектировании топологий СБИС. Целями этих задач являются повышение разрешения, ужесточение требований к допускам на размеры, их равномерности и воспроизводимости, а также точности совмещения различных топологических слоев. Однако в середине 90-х годов произошло принципиальное изменение технологии проекционной литографии, когда размеры элементов СБИС стали меньше длины волны экспонирующего излучения.

Этот переход потребовал разработки новых материалов, технологического оборудования, а также принципиально иных подходов практически ко всем операциям литографического процесса. Проблемы создания проекционных систем с источниками излучения с длиной волны меньше 193 нм поставили под угрозу тенденцию к миниатюризации размеров элементов СБИС. Поэтому особое значение приобрели конструкторско-технологические методы, позволяющие достигать разрешения выше классических значений релейской оптики за счет учета особенностей конкретного технологического оборудования, применяемых материалов и режимов обработки.

Для функционального моделирования процессов литографии и травления, а также обработки больших массивов данных по заданным правилам требуется внедрение сложных САПР. Функциональное моделирование подразумевает также обработку малых массивов данных, реализация которой осуществляется по другим правилам в частности с использованием непараметрических методов обработки неоднородной информации.

Перспективное направление «обхода» возникающих проблем – применение принципов декомпозиции систем, последовательных процедур формирования решений и методов коллективного оценивания.

Литература

1. Hand A. Double Patterning Wrings More From Immersion Lithography // Semiconductor International. 2007. January. 17 p.
2. DailyTech IDF09 Intel Demonstrates First 22nm Chips Discusses Die Shrink Roadmap URL <http://www.dailytech.com/IDF09+Intel+Demonstrates+First+22nm+Chips+Discusses+Die+Shrink+Roadmap/article16312.htm>
3. Y. Cui, et al. Is Model-based Optical Proximity Correction Ready for Manufacturing? Study on 0.12 urn and 0.175 urn DRAM Technology // Proc. SPIE Microlithography. 2002. 4691. P. 67-75.
4. Барзилович Е.Ю., Беляев В.А., Каштанов В.А. и др. Вопросы математической теории надежности; Под ред. Гнеденко Б.В. – М.: Радио и связь, 1983. – 376 с., ил.
5. Барзилович Е.Ю., Каштанов В.А. Организация обслуживания при ограниченной информации о надежности системы. М., «Сов. радио», 1975, 136 с. с ил.
6. Костомаров П.С. Формирование изображения на подложке в иммерсионной литографии [Текст] / М.Ю. Корпачев, П.С.Костомаров, П.А. Лучников // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения (INTERMATIC – 2010) : матер. VII Междунар. науч.-техн. конф., Москва, 23 - 27 ноября 2010 г. – М.: МИРЭА, 2010.– Ч. 1, – С. 306-307.
7. Патент на полезную модель 106969 Российская федерация, МПК7 G02F 1/015. Устройство формирования изображения на подложке [Текст] / Костомаров П.С., Ивашов Е.Н., Корпачев М.Ю., Кузнецов П.С., Лучников П.А.; заявитель и патентообладатель МИЭМ. – № 2010146413/28; заявл. 15.11.2010; опубл. 27.07.2011, Бюл. № 21.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ «СЛЕПОЙ» ЗОНЫ БОКОВЫХ ЗЕРКАЛ АВТОМОБИЛЯ

Крюков А.И., Палагута К.А.
Москва, ФГБОУ ВПО «МГИУ»

Рассмотрены вопросы контроля «слепой» зоны боковых зеркал автомобиля. Проанализированы существующие системы и предложен вариант системы слежения за состоянием «слепой» зоны и выработки сигналов, предупреждающих водителя и препятствующих совершению им опасных маневров. Проведено моделирование работы системы.

Modeling of active monitoring system of a «blind» spot of automobile lateral mirrors. Kryukov A. I., Palaguta K. A.

The article deals with the control of the «blind» spot of automobile lateral mirrors. There are considered existing systems and offered the variant of simple system of tracking a condition of a «blind» spot and development of the warning signals to the driver of the interfering fulfillment by it of dangerous maneuvers. Modeling of system operation is carried out.

Среди вопросов безопасности современных транспортных средств стоит выделить понятие «слепая» зона боковых зеркал – не просматриваемая в зеркалах заднего вида область, находящаяся в соседнем ряду чуть сзади (слева и справа). В такой области может остаться незамеченным автомобиль другого участника дорожного движения. Начав перестроение в такой ситуации, водитель с высокой вероятностью может спровоцировать дорожно-транспортное происшествие (ДТП).

На данный момент существует множество разработок в области контроля состояния «слепой» зоны боковых зеркал автомобиля.

Одной из первых, разработки в данной области начала компания Volvo, представив систему BLIS (Blind Spot Information System – «система, информирующая водителя о том, что происходит на дороге в «слепой» зоне зеркал заднего вида»). Такая система работает на основе камеры, которая постоянно отслеживает ту часть дороги, которую водитель не видит в зеркало. Когда транспортное средство (автомобиль, грузовик, мотоцикл) входит в «слепую» зону обзора, рядом с соответствующим зеркалом загорается желтый индикатор, и водитель воспринимает сигнал периферическим зрением.
<http://www.motorland.ru/avto/4mc2005/img/0911/blis5.jpg>

Система запрограммирована на обнаружение автомобилей и мотоциклов - как в дневное, так и в ночное время. Тем не менее, система BLIS функционирует на основе камеры, а это означает, что система не будет работать в условиях плохой видимости.

Специалисты фирмы Mazda некоторое время назад внедрили систему BSM (Blind Spot Monitoring) схожую с рассмотренной. Но вместо камеры, в отличие от выше описанной системы, здесь используются два радара, расположенные по углам заднего бампера, контролируют пространство позади автомобиля.

Компания Bosch представила новую разработку в сфере безопасности - ультразвуковую систему по предупреждению об угрозе в «слепой» зоне видимости. В системе используются датчики, аналогичные парктронику.

Вслед за рассмотренными фирмами разработки в данной области начали такие фирмы как Ford, Citroen и др. Однако, все существующие на данный момент системы являются системами пассивной безопасности.

Учитывая особенности существующих систем контроля «слепой» зоны, предлагается система активной безопасности, отличительными признаками которой является возможность ее работы в нескольких режимах (постоянная работа, включение при работе указателя поворота, выключена) и установка на автомобили различных производителей.

Система контроля «слепой» зоны работает с помощью двух, расположенных в заднем бампере автомобиля, либо четырех измерительных преобразователей, два из которых располагаются в заднем бампере автомобиля, а два дополнительных – под наружными зеркалами заднего вида, что способствует повышению эффективности работы всей системы в целом. Технический результат заключается в автоматическом контроле состояния «слепой» и в помощи водителю при перестроениях, который достигается за счет того, что водителю выдаются предупреждающие сигналы: если в просматриваемой системой зоне обнаруживается транспортное средство (ТС), то на передней стойке рядом с боковым зеркалом заднего вида с соответствующей стороны начинает мигать оранжевый индикатор. В случае, если водитель начнет маневр при нахождении ТС в контролируемой зоне, система немного увеличит усилие на рулевой колонке, тем самым препятствуя совершению нежелательного маневра, но не запрещая его.

В качестве измерительных преобразователей возможно применение ультразвуковых датчиков, например LV-MAXSONAR-EZ1 (рис. 1), используемых для обнаружения объектов на расстоянии до 6,45м. Данный сонар является одним из типовых решений на базе ультразвуковых датчиков MaxSonar-UT фирмы Maxbotix. При его применении может использоваться непрерывное изменение усиления для контроля за диаграммой направленности и подавления боковых лепестков, что позволяет определять объекты на нулевом расстоянии. На выходе платы сигналы о дальности объекта присутствуют в трёх формах: аналоговый сигнал, ШИМ и последовательные данные Rx и Tx.



Рис. 1. Ультразвуковой сонар LV-MAXSONAR-EZ1.

Для данного датчика были проведены испытания диаграммы направленности для двух мишеней, выполненных в форме окружности диаметрами 82,55 мм и 279,4 мм, в соответствии с документацией. При этом мишень подвешивалась перед сонаром на расстоянии от 0 до 6,6 м с шагом в 0,3 м, сам сонар закреплялся на штативе, выравниваемом при помощи интегрированных уровней (рис. 2).

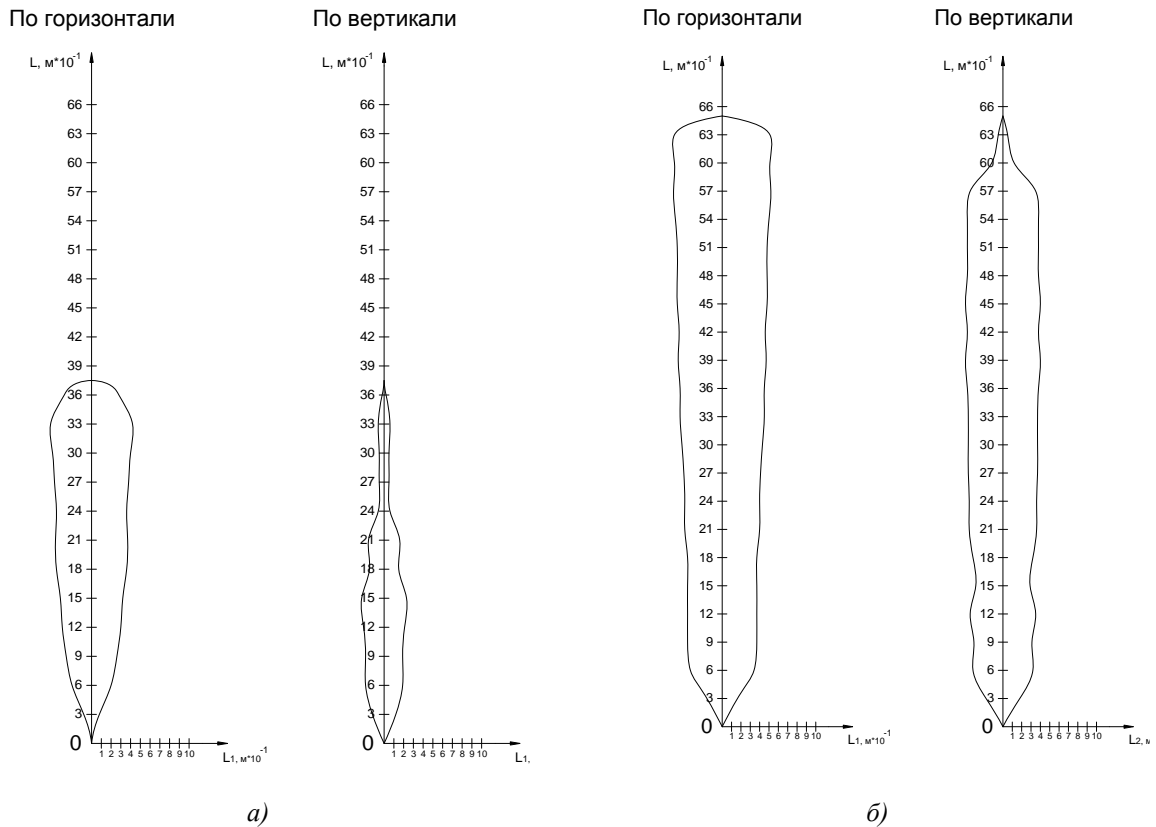


Рис. 2. Диаграммы направленности при определении объекта с диаметром окружности 82,55 и 279,4 мм соответственно.

В соответствии с правилами ЕЭК ООН № 46 (ГОСТ Р 41.46-99) и ГОСТ Р 51266-99 [5,6], определяющими требования к обзорности с места водителя, (рис. 3) разработана методика установки датчиков на различные типы транспортных средств в зависимости от их габаритных характеристик.

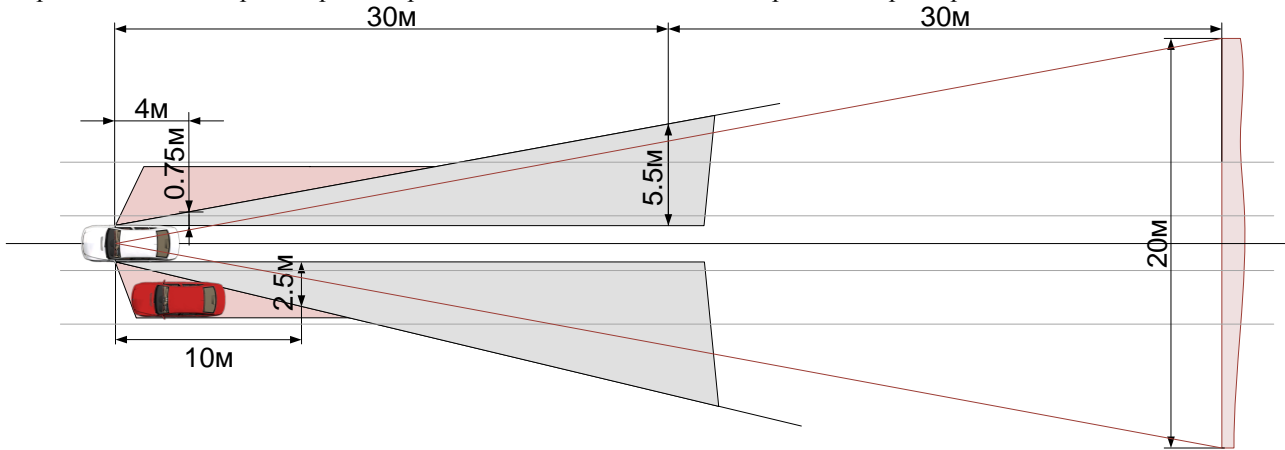


Рис. 3. Обзорность с места водителя.

На основании данной методики разработано программное обеспечение (рис. 4), использующее информацию о габаритных размерах транспортного средства и рассчитывающее углы установки ультразвуковых датчиков рассмотренного выше типа.

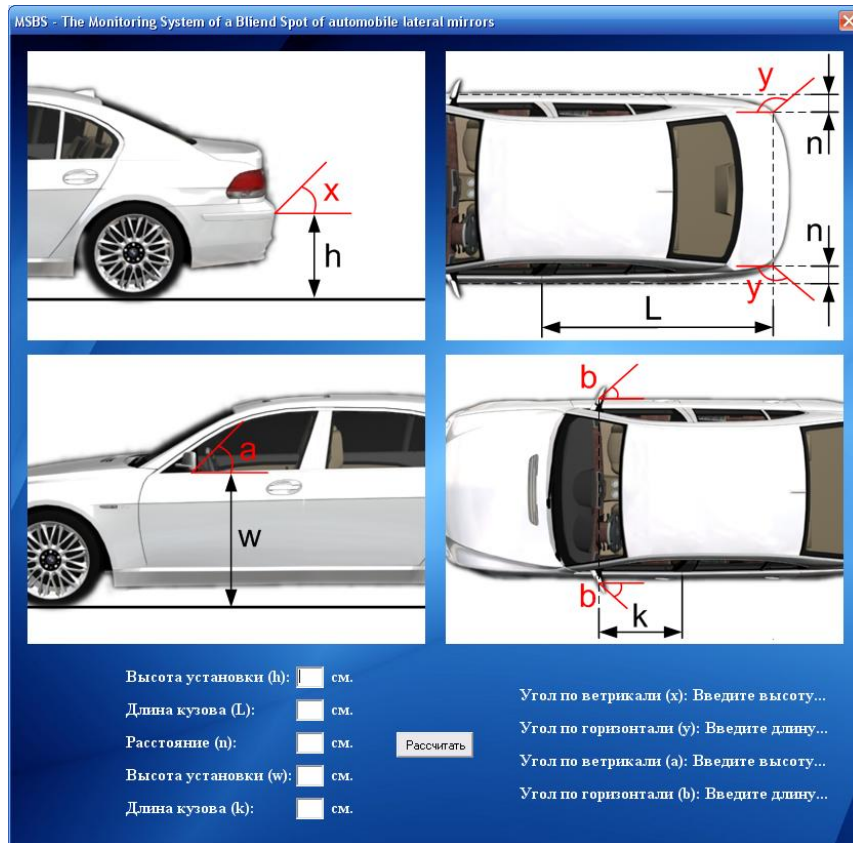


Рис. 4. Окно расчета углов установки сенсоров

Для создания усилия на рулевом колесе предлагается использовать электромеханический усилитель рулевого управления (ЭМУР). Для анализа поведения усилителя при подаче на него управляющих воздействий была разработана математическая модель (рис. 5), основанная на характеристиках, снятых с реального ЭМУРа в диссертационной работе Королева В.В. [4].

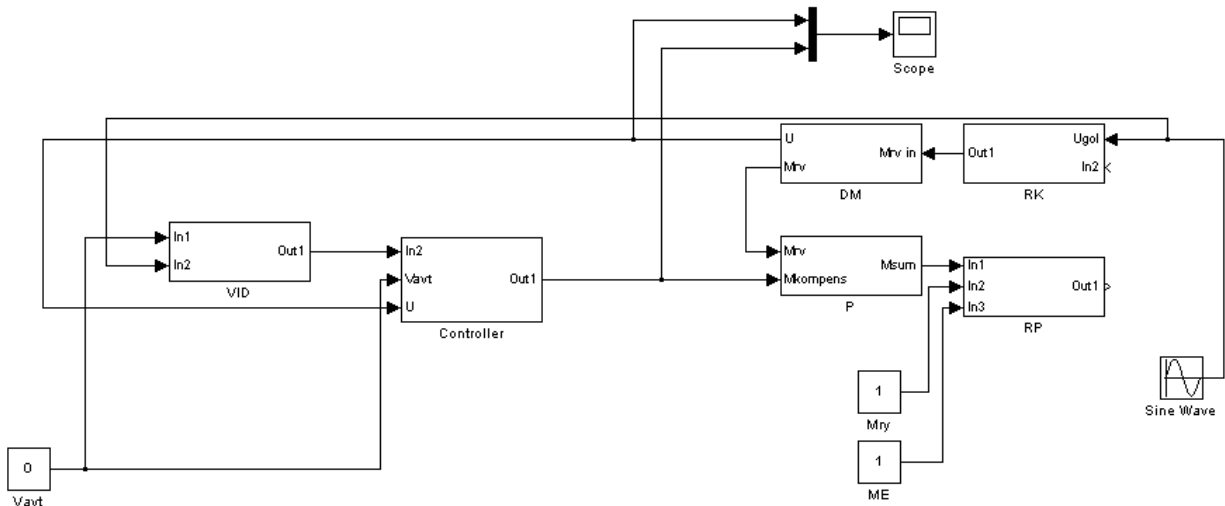


Рис. 5. Модель ЭМУР

Полученные характеристики (рис. 6) позволили судить об адекватности построенной модели и целесообразности ее применения для дальнейшего исследования поведения ЭМУР.

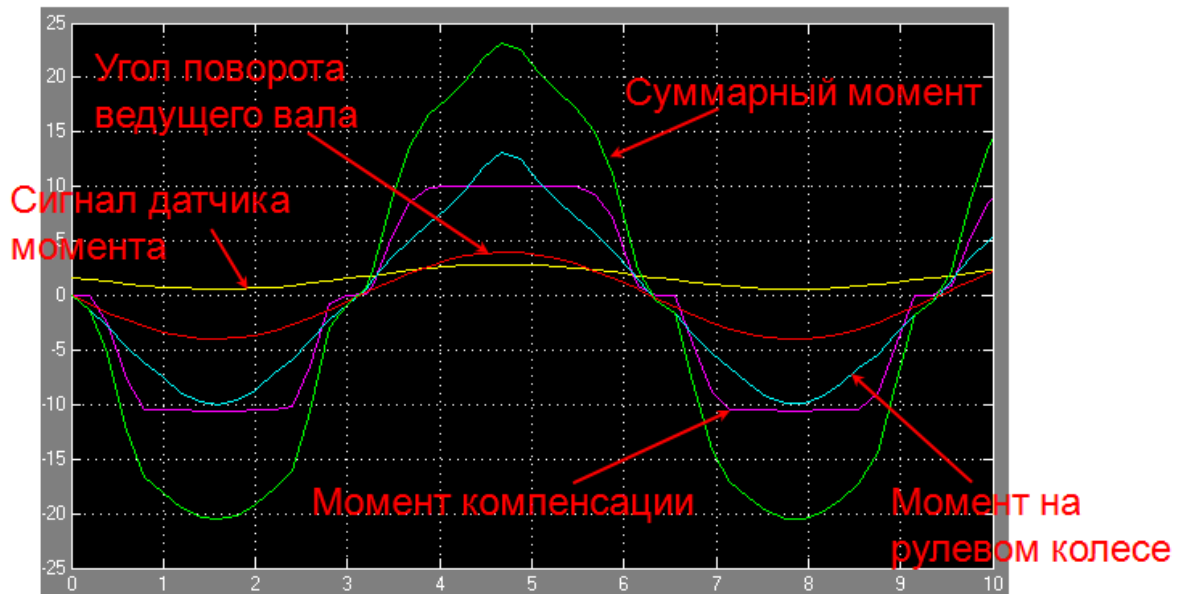


Рис. 6. Результаты работы модели ЭМУР

Для управления ЭМУР предлагается использовать вычислительный блок, на вход которого поступают данные о текущей скорости транспортного, состоянии «слепой» зоны и выбранном режиме работы системы. На выходе такого блока присутствует сигнал, аналогичный сигналу датчика скорости транспортного средства, но преобразованный в соответствии со входными параметрами.

Таким образом, проведенный анализ ГОСТов позволил разработать методику установки измерительных преобразователей для контроля состояния «слепой» зоны независимо от конкретной модели автомобиля. Применение данной методики позволило сделать разрабатываемую систему более универсальной по сравнению с существующими аналогами, а применение ЭМУРа в качестве устройства, предупреждающего ДТП, позволяет вывести подобные системы контроля «слепой» зоны на уровень систем активной безопасности.

Литература

1. Палагута К.А., Крюков А.И. Система контроля «мертвой зоны» боковых зеркал автомобиля // Сборник научных докладов: VIII Международная научно-практическая конференция «Молодые ученые – промышленности, науке и профессиональному образованию: проблемы и новые решения» – 2009. – С. 17-19.
2. Палагута К.А., Крюков А.И. Система контроля «мертвой зоны» боковых зеркал автомобиля // Научно-теоретический и прикладной журнал широкого профиля «Известия МГИУ. Естественные и технические науки» – 2009. – №4(17) – С. 12-17.
3. Крюков А.И., Палагута К.А. Система контроля «мертвой зоны» боковых зеркал автомобиля // Патент РФ №96822 U1 B60R1/02, 20.04.2010.
4. Королев В.В. Система электромеханического усилителя рулевого управления автомобиля // Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук, Тольятти – 2005.
5. ГОСТ Р 41.46-99 (Правила ЕЭК ООН № 46) «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения зеркал заднего вида и механических транспортных средств в отношении установки на них зеркал заднего вида»
6. ГОСТ Р 51266-99 «Автомобильные транспортные средства. Обзорность с места водителя. Технические требования. Методы испытаний»

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ СЕРВИСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Кулакова Ю.П.*, Третьякова Т.П.**

*Тольяттинский филиал Московского государственного университета пищевых производств;

**Поволжский государственный университет сервиса.

Рассмотрены современные информационные технологии, позволяющие существенно упростить выполнение этапов связанных с созданием и сопровождением изделия, повышением качества процессов проектирования и производства на основе разработанного программного комплекса.

Development of software for the implementation of CALS-technologies in various stages of service of process equipment. Kulakova U.P., Tretyakova T.P.

The modern information technology to significantly simplify the stages associated with the creation and maintenance of products, improve the quality of the design and production, on the basis of the developed software system.

Технологическое оборудование, применяемое на предприятиях общественного питания можно классифицировать по ряду следующих общих признаков: по характеру воздействия на обрабатываемый продукт; по структуре рабочего цикла; по степени автоматизации и механизации; по количеству выполняемых операций; по функциональному назначению.

По характеру воздействия на обрабатываемый продукт различают:

- машины, в которых продукт подвергается механическому воздействию, при этом он не изменяет своих свойств, но может изменять геометрическую форму, размеры или другие подобные параметры;
- аппараты как особую разновидность рабочих машин, в которых продукт испытывает воздействия, изменяющие его физические или химические свойства, либо агрегатное состояние.

В некоторых случаях технологическое оборудование является комбинацией машины и аппарата, в которой совмещаются механическое, физико-химическое, тепловое и другие виды воздействий. Характерная особенность машин — наличие движущихся рабочих органов, непосредственно воздействующих на обрабатываемый продукт. Особенностью же аппаратов является наличие определенного реакционного пространства (рабочей камеры, поверхности), в котором производится воздействие на продукт с целью изменения его свойств [2].

При этом в отличие от машин бытового назначения, технологическое оборудование предназначено для более длительной и интенсивной эксплуатации, и представляет собой сложные технические системы. В процессе эксплуатации оборудования происходит необратимое ухудшение рабочих характеристик деталей и узлов. Причины ухудшения можно разделить на два вида. В первом случае имеют место износы, которые проявляются в изменениях геометрических размеров и геометрической формы деталей. Во втором случае изменения связаны с потерей жесткости, преобразованиями в структуре и свойствах некоторых материалов. И как следствие, с течением времени или по мере роста наработки достигается предельное состояния оборудования в целом, или отдельных деталей. Критериями предельного состояния могут быть: неустранимый выход технических характеристик за допустимые пределы, недопустимое снижение эффективности эксплуатации, неустранимое нарушение требований безопасности. Количественные значения показателей предельного состояния устанавливаются нормативно - технической документацией.

Технологическое оборудование может находиться в следующих состояниях: исправном, работоспособном, неработоспособном и предельном. Переход от одного состояния к другому осуществляется с помощью операций восстановления или ремонта.

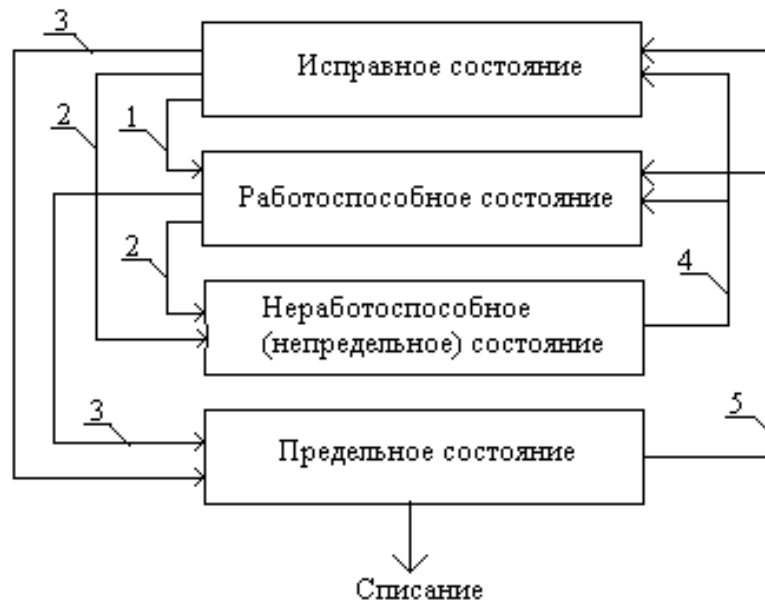


Рисунок 1. Основные состояния оборудования.
 1-повреждение, 2-отказ, 3-переход в предельное состояние,
 4- восстановление, 5- ремонт.

Как известно, контроль качества продукции заключается в проверке соответствия показателей качества продукции установленным требованиям, зафиксированным в технических условиях, паспорте изделия и других нормативных документах. Среди задач осуществляемых службой контроля можно выделить: входной контроль качества поступающего сырья, материалов, комплектующих; контроль точности применяемых

технологических процессов; контроль комплектности, упаковки готовой продукции; участие в работе по управлению качеством продукции на предприятии; анализ дефектов, появляющихся в процессе производства и обнаруживаемых при испытаниях или эксплуатации. Систематизация видов контроля по основным признакам представлена на рисунке 2.

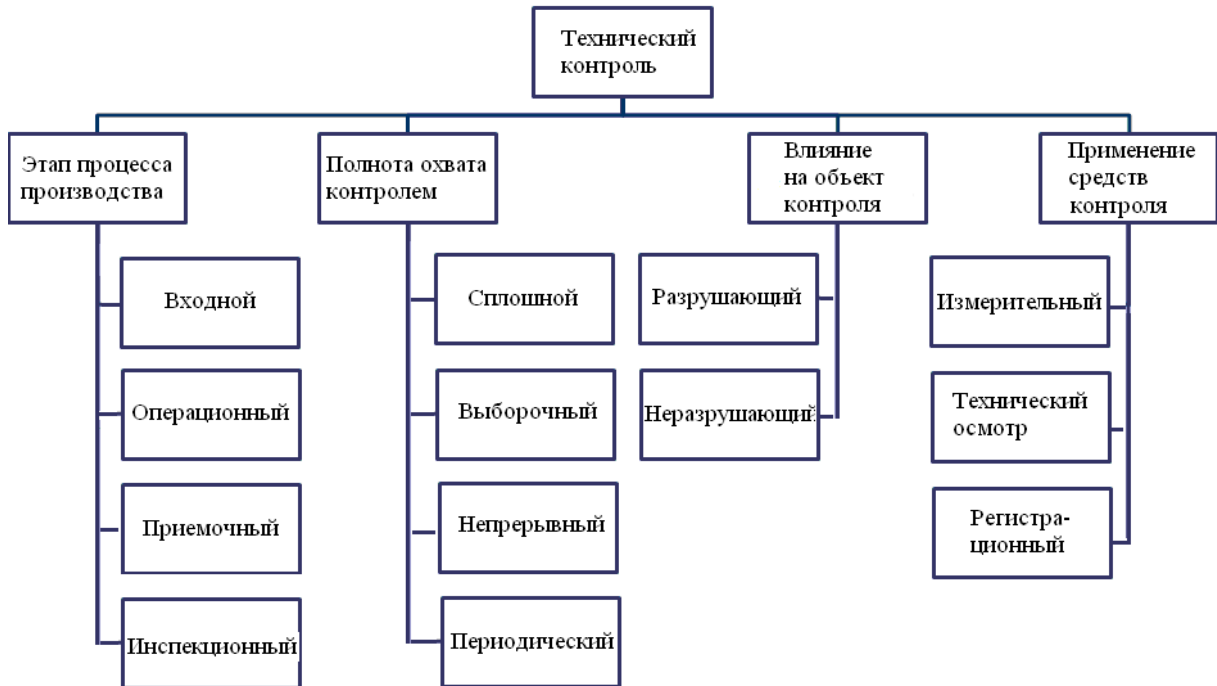


Рисунок 2. Виды контроля

В технологическом оборудовании, применяемом на предприятиях общественного питания, протекают разнообразные физические процессы. Прежде всего тепловые и механические. Всесторонний анализ свойств, как на стадиях проектирования, так и на последующих стадиях жизненного цикла возможен с применением современных информационных технологий и соответствующего программного обеспечения.

Анализ основных характеристик программных средств показывает, что большинство из них обладают следующими недостатками:

1. Отсутствие моделей и алгоритмов, учитывающих особенности конструктивной реализации и необходимого спектра воздействий дестабилизирующих факторов на выходные характеристики.
2. Ограниченный ряд аэродинамических и гидравлических моделей не позволяет исследовать аэродинамические и тепловые характеристики в стоечных конструкциях, в блоках микроэлектронных изделий и т.п.
3. При исследовании тепловых процессов отсутствует возможность в алгоритмах автоматического или полуавтоматического синтеза моделей учитывать конструкторско-технологические решения. Это, в свою очередь, не дает возможности в полной мере исследовать электрические характеристики, а также корректно проводить совместное моделирование аэродинамических, тепловых и механических процессов.

В наибольшей степени адаптированной к задачам комплексного исследования характеристик является система АСОНИКА, в которой нет выше перечисленных недостатков.

В процессе разработки моделей, методов и алгоритмов необходимо учитывать следующие требования: универсальность, точность, адекватность. При этом необходимо выделить специальную часть, отражающую специфику объектов проектирования, физические, функциональные и информационные особенности, и инвариантную часть, включающую методы и алгоритмы многовариантного анализа и параметрической оптимизации.

Программный комплекс должен удовлетворять следующим требованиям:

- обладать возможностью функционирования в автономном режиме и в составе интегрированной системы автоматизированного проектирования;
- комплекс должен быть разработан с учетом современных достижений в области программирования и технического обеспечения;
- обладать возможностью дополнения новых численных методов анализа, используемых при функционировании комплекса с целью повышения эффективности его применения в процессе контроля технологического оборудования;

- иметь блочно-модульную структуру, которая позволяет эффективным образом дополнять комплекс другими функциональными блоками и программными модулями, расширяющими его функциональные возможности, а также достичь эффекта экономии оперативной памяти ЭВМ за счет организации перекрытия блоков и модулей внутри программного комплекса.

В целом, программный комплекс создает фундамент для внедрения CALS-технологий на различных этапах сервиса технологического оборудования и включает: математический аппарат статистической обработки измерительной информации, программу интерпретации результатов обработки информации, монитор, программный модуль формирования протокола, модуль АСОНИКА, интерфейс взаимодействия с измерительными приборами.

Монитор представляет собой систему управления, взаимодействия и синхронизации процессов.

Программный модуль формирования протокола, представляет собой программу синхронизации данных измерений с системой Microsoft Office, осуществляет сбор результатов измерений и в выбранном формате сохранение файл результатов. Запоминает все задачи синхронизации и резервирования в виде профилей, что позволяет максимально упростить и ускорить выполнение периодически повторяющихся процессов даже в случае ручной синхронизации. Доступ к профилям может быть защищен паролем. Профили каталогизируются в виде дерева, что наглядно и удобно; кроме того, их можно импортировать и экспортировать, а это позволяет сохранять и восстанавливать их в случае смены системы и/или перехода на другой компьютер.

Модуль АСОНИКА-Т, выполняет две основные функции. Во-первых, данный модуль представляет собой управляющую оболочку подсистемы и содержит в себе несколько модулей и диалогов для связи между различными функционалами подсистемы и выполнения определенных функций, таких как расчет, обработка запросов к базам данных материалов и типовых элементов, вывод на экран различной, необходимой пользователю информации. Во-вторых данный модуль является графической оболочкой для построения графа, топологической модели тепловых процессов. Через этот модуль пользователь управляет всем информационным пространством подсистемы. Все управление и взаимодействие пользователя с программой осуществляется через данный модуль с помощью специальных диалоговых окон. Работа с подсистемой начинается с создания модели тепловых процессов или макромодели исследуемой конструкции.

Модуль АСОНИКА-М имеет в своем составе управляющую программу, обеспечивающую связь между сервисной оболочкой и программными модулями, входящими в систему, а так же дает возможность пользователю осуществить выбор задач, обеспечить программу входной информацией, организовать процесс управления программным обеспечением системы в соответствии с принятой методикой проектирования.

Сервисное обеспечение подсистемы включает графический ввод исходных данных для конструкции, графический ввод механического воздействия, графический вывод результатов расчета.

Программа интерпретации результатов обработки информации представляет собой программный комплекс, поставляемый вместе с измерительными приборами.

Интерфейс взаимодействия с измерительными приборами осуществляет последовательную синхронную и асинхронную передачу данных между терминалом и коммуникационными устройствами.

Современные условия характеризуются все более жесткой конкуренцией с повышением сложности и наукоемкости продукции, что ставит перед разработчиками новые проблемы. К их числу относятся: критичность времени, требующегося для создания изделия и организации его поставки; снижение всех видов затрат, связанных с созданием и сопровождением изделия; повышение качества процессов проектирования и производства; обеспечение гибкого и надежного эксплуатационного обслуживания.

Действенным средством решения этих проблем выступают новые информационные CALS-технологии сквозной поддержки сложной наукоемкой продукции на всех этапах ее жизненного цикла от маркетинга до утилизации. Базирующиеся на стандартизованном едином электронном представлении данных и коллективном доступе к ним, эти технологии позволяют существенно упростить выполнение этапов связанных с созданием и сопровождением изделия, повышения качества процессов проектирования и производства.

Литература

1. Информационно-вычислительные системы в машиностроении CALS-технологии / Ю.М.Соломенцев, В.Г.Митрофанов, В.В.Павлов, Л.В.Рыбаков - М.: Наука, 2003, 292 с.
2. Технологическое оборудование предприятий общественного питания: [веб-сайт]- Режим доступа : <http://www.hardholod.ru/ehlementy-oborudovaniya/klassifikaciya-tekhnologicheskogo-oborudovaniya-predpriyatij-obshhestvennogo-pitaniya>.

УДК 629.7.064.5

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПЕРВИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВОЗДУШНОГО СУДНА С УЧЁТОМ РЕЖИМА РАБОТЫ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Жмуров Б.В., *Матюшина А.В., *Соколов П.А.
ВУНЦ ВВС, *НПО «Мобильные информационные системы»

В докладе рассмотрен один из важных этапов проектирования систем электроснабжения самолётов: приведена методика выбора первичных источников электроэнергии и их параметров с учётом режимов работы аварийных источников электроэнергии. Показаны особенности этого этапа и возможные пути его реализации.

UDK 629.7.064.5

Features of the choice of the power supply system of the aircraft on the cyclogram power consumption.

Zhmurov B.V., Matyushina A.V., Sokolov P.A.

In the report considered one of the most important stages of the aircraft power supply systems design: the procedure of the choice of the primary energy sources and their parameters subject to operating conditions of emergency energy sources. Shows the peculiarities of this stage and possible ways of its realization.

При проектировании систем электроснабжения (СЭС) воздушного судна (ВС) возникает задача выбора количества и типов источников электроэнергии.

Источники электроэнергии должны выдерживать длительную работу при установившихся напряжениях нормальной и аварийной работы систем электроснабжения постоянного тока.

Нормальная работа системы электроснабжения – режим работы, при котором нормально функционируют элементы СЭС, обеспечивающие электропитанием все приемники, необходимые для выполнения полета на всех его этапах. При нормальной работе системы функционируют генераторы и аккумуляторные батареи, работающие в буферном режиме.

Аварийная работа системы электроснабжения – режим работы в полете при отказавших или отключенных первичных источниках электроэнергии, установленных на маршевых двигателях и вспомогательной силовой установке, когда происходит переход на электропитание от аварийных источников электроэнергии. Аварийными источниками электроэнергии служат аккумуляторные батареи (АБ), установленные на борту воздушного судна.

Аккумуляторные батареи характеризуются напряжением разряда U_p или заряда U_3 , что отражено на типовой разрядной характеристике аккумулятора (рис. 1)

$$U_p = E_0(t) - I_p R_{вн},$$

$$U_3 = E_0(t) + I_3 R_{вн},$$

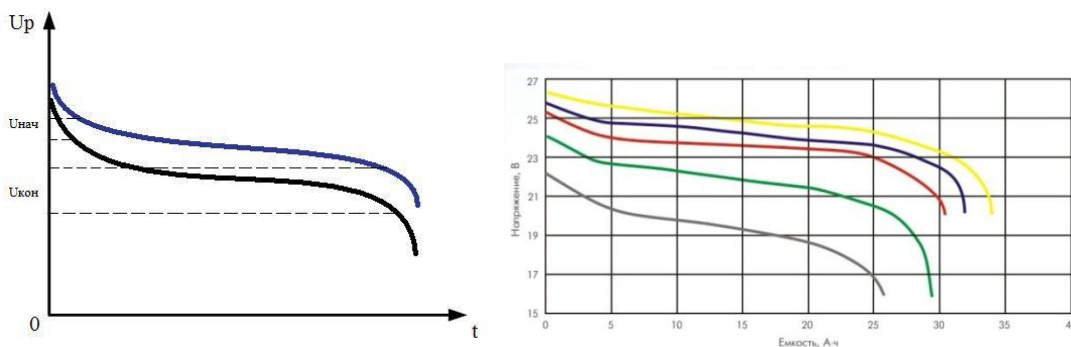


Рисунок 1. Типичные разрядные характеристики аккумуляторов

U_p, I_p, U_3, I_3 – соответственно напряжение и ток аккумулятора при разряде и заряде;

$U_{нач}, U_{кон}$ – начальное и конечное напряжение разряда

E_0 – электродвижущая сила;

$R_{вн}$ – полное внутреннее сопротивление аккумулятора;

Также АБ характеризуются разрядной ёмкостью Q_p – измеряемое в ампер-часах количество электричества, которое АБ отдаёт при заданном режиме разряда до достижения заданного $U_{кон}$.

$$Q_p = \int_0^{t_p} I_p dt \quad (1)$$

и энергозапасом (энергией) W_p – максимальная энергия, получаемая при полном разряде аккумулятора

$$W_p = U_p * Q_p. \quad (2)$$

В аварийном режиме АБ должна обеспечить электропитанием потребителей 1-й категории, а это приёмники ЭЭ, необходимые для завершения полёта и безопасной посадки воздушного судна, и три запуска

маршевых двигателей в воздухе. По заданным характеристикам выбирается аккумуляторная батарея, которая будет обеспечивать работу в аварийном режиме:

$$Q = \frac{W}{U} \approx \frac{W}{24} \quad (3)$$

Здесь W – располагаемая энергия аккумуляторной батареи, которая потребуется для работы в аварийном режиме. Она показана площадью под кривой на рис.2. Таким образом, подходящей АБ будет та, ёмкость которой будет больше или равна рассчитанной по формуле (3).

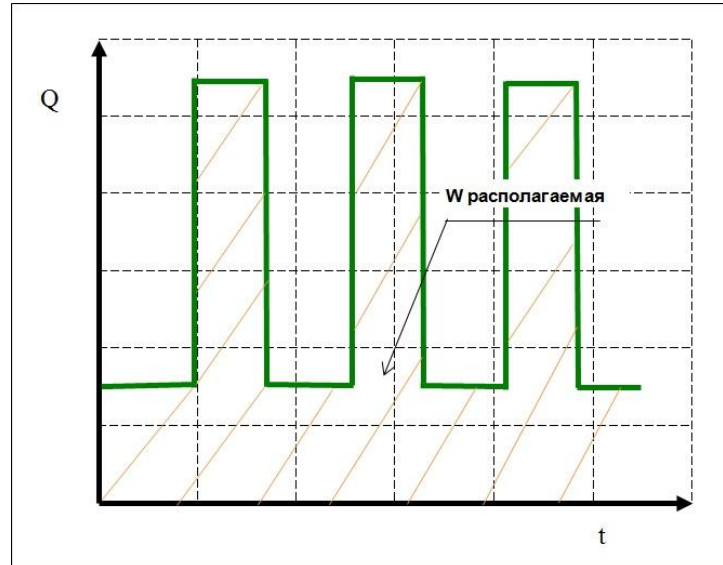


Рисунок 2. Располагаемая энергия АБ в аварийном режиме

В настоящее время наиболее вероятно использование на воздушном судне либо никель-кадмиевых, как наиболее отработанных с точки зрения технологии производства и эксплуатации батарей, либо литий-ионных батарей, которые обладают существенным преимуществом с точки зрения массогабаритных характеристик.

При нормальном режиме первичными источниками электроэнергии являются авиационные генераторы. Основными характеристиками генераторов являются его номинальная мощность и перегрузочная способность, которая выражается в допустимом времени его работы с перегрузкой, кратность которой определяется соответствующим коэффициентом K . Следует отметить, что после работы в перегрузочном режиме для генератора необходимо время для возврата в расчётный для него температурный режим работы.

В паспортных данных авиационных генераторов указывается, как правило, время работы при 150% нагрузке и 200% нагрузке ($K=1,5$ и $K=2$ соответственно). Однако это не означает, что генератор не может работать и при других значениях K . Для получения зависимостей допустимого времени работы генераторов при заданном K с учетом физических свойств нагревания и охлаждения элементов конструкции генератора предлагается аппроксимировать эту зависимость экспоненциальной функцией вида

$$T(K) = A e^{-BK}, \quad (4)$$

где A и B – постоянные коэффициенты,

T – допустимое время работы генератора при нагрузке K ,

K – коэффициент кратности нагрузки на генератор.

При наличии значений допустимых времен работы генератора при разных нагрузках достаточно просто находятся коэффициенты A и B . Например, если для $K=1,5$ $T=300$ с, а для $K=2$ $T=30$ с (параметры генератора ГТ30НЖЧ12) функция $T(K)$ (1) будет иметь вид (рисунок 3):

$$T(K) = 300000 e^{-4,60517K}, \quad (5)$$

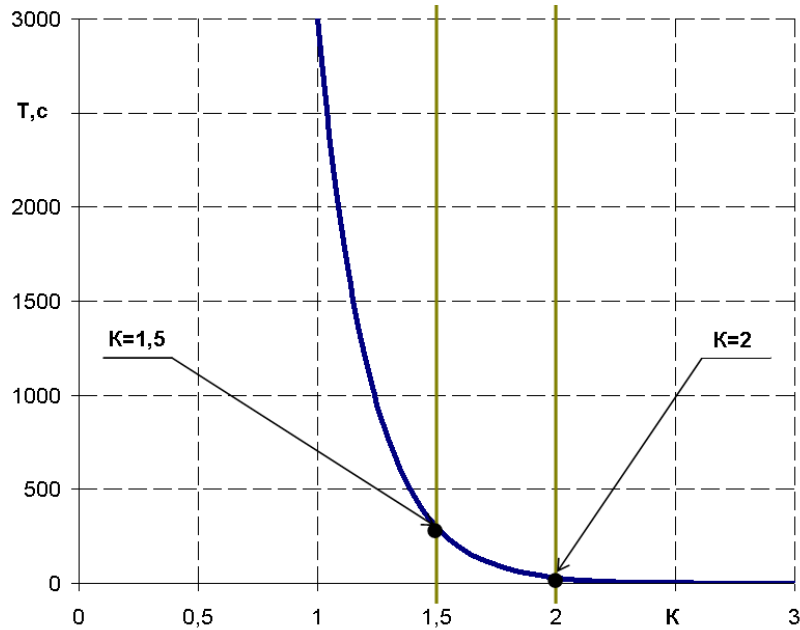


Рисунок 3 – Аппроксимация функции перегрузочной способности генератора

Для учета перегрузочной способности генераторов введена специальная функция $g(T)$, которая имеет вид, представленный на рисунке 4.

На рисунке обозначены:

- KS_n - абсолютная величина перегрузки,
- T_u – допустимое время перегрузки,
- T_n - необходимое время для восстановления температурного режима.

Если время T_u определяется аппроксимирующей функцией $T(K)$, т.е. на основании исходных паспортных данных, то для определения T_n необходимо знать реальное значение времени перегрузки. В расчётах T_n определяется как трёхкратное время реальной перегрузки.

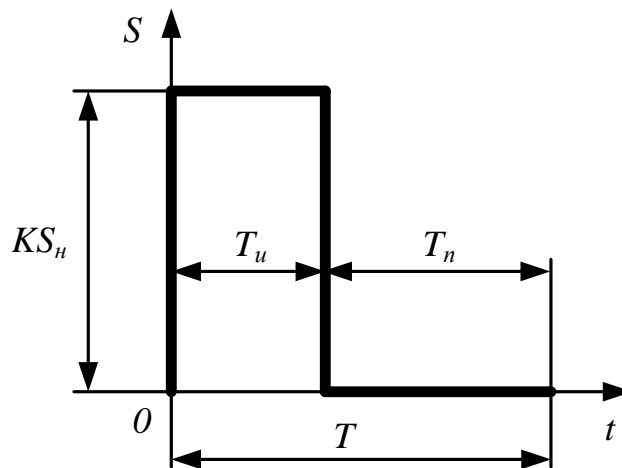


Рисунок 4 – Динамическая функция перегрузок $g(T)$

Пусть главным конструктором летательного аппарата определены все потребители электрической энергии на борту и известны их режимы работы (т.е. известны циклограммы потребления электрической мощности) на протяжении всего полёта. Все потребители разделены на соответствующие категории в зависимости от важности их задач [1].

На борту воздушного судна АБ может работать параллельно с основными источниками постоянного тока в буферном режиме при номинальном напряжении бортовой сети в соответствии с ГОСТ 54073-2010.

Рассмотрим случай, когда основными источниками электроэнергии являются генераторы и аварийные источники также участвуют в обеспечении мощности потребителей.

Введём функцию потребления электроэнергии

$$F(t) = \sum_{j=1}^n f_j(t), \quad (6)$$

где $f_j(t)$ - функция потребления j -го приёмника ЭЭ,

n - количество потребителей ЭЭ.

Типовая функция потребления ЭЭ представлена на рисунке 5 (график «Потребление ЭЭ»).

В процессе проектирования летательного аппарата, как правило, изменяются требования к его системам и подсистемам и, как следствие, графики потребления ими мощностей. Поэтому до этапа технического проекта предлагаемая методика может применяться многократно.

Располагаемая мощность систем генерирования ЛА с учётом выбранной типовой структуры СЭС определяется как количеством каналов генерирования (КГ), так и характеристиками одиночных источников ЭЭ (генераторов):

$$G(t) = \sum_{i=1}^m g_i(t), \quad (7)$$

где $g_i(t)$ - функция располагаемой мощности i -го генератора,

m - количество генераторов.

В формуле (4)

$$g_i(t) = g_{ik}(t) + \sum_{k=1}^l g_{ik}(T_{ik}), \quad (8)$$

где $g_{ik}(t)$ - номинальная мощность i -го генератора,

$g_{ik}(T_{ik})$ – динамическая функция перегрузки i -го генератора, введённая выше, при этом

$$T_{ik\theta} \cap T_{ik\mu} = \emptyset \quad \forall \theta, \mu: \theta \neq \mu, \quad (9)$$

l - количество участков работы генератора в перегрузочном режиме.

Особенностью функций (8) является то, что их формирование осуществляется динамически в процессе выбора структур и мощностей генераторов на основе функции потребления ЭЭ (6).

В общем случае задача выбора структуры СЭС заключается в определении количества и мощности первичных источников электроэнергии с учётом кратности их резервирования, при этом критерием выбора может быть

$$K_{\text{рез}} = \int_0^{t_n} [G(t) - K_{\text{рез}} F(t)] dt, \quad (10)$$

где $K_{\text{рез}}$ – кратность резервирования первичных источников ЭЭ,

t_n – предполагаемое максимальное время полёта.

При этом в качестве ограничения выступает условие

$$G(t) \geq K_{\text{рез}} F(t). \quad (11)$$

Существует два принципиально разных подхода к решению указанной задачи, выбор одного из которых определяется экономическими и технологическими особенностями.

Первый подход связан с решением оптимизационной задачи минимизации функционала (10) с учётом (4)-(8) и ограничений (11). В качестве модели системы потребления и системы генерирования ЭЭ предлагается использовать объектно-энергетические модели, приспособленные для моделирования переходных процессов в сложных электроэнергетических системах [2].

В этом случае получается минимальная избыточность и, соответственно полётная масса, источников ЭЭ. Результатом являются требования к характеристикам и параметрам генераторов, которые необходимо спроектировать. Наличие отлаженного технологического процесса проектирования генераторов и производственной базы позволяет получить наиболее эффективное решение.

В случае отсутствия необходимых условий для проектирования и разработки новых генераторов возможен второй подход, который заключается в использовании информационной базы данных доступных генераторов и использовании их параметров и характеристик для выбора конкретной модели для использования в СЭС в качестве первичного источника ЭЭ.

Методика выбора в этом случае заключается в последовательном переборе номинальных мощностей генераторов и «натягивании колпачков» динамических функций перегрузок на участки превышения функцией потребления (6) номинальной мощности рассматриваемого генератора с учётом (9) и (11). В случае невозможности «натягивания колпачков» перегрузок проверяется возможность совместной работы генератора и аккумуляторной батареи, когда недостающая мощность, требуемая для потребителей в пиковых режимах, компенсируется за счет работы аккумуляторной батареи. АБ в таком режиме работы при возрастании токовой нагрузки разряжается, отдавая свою мощность в сеть, а при снижении – подзаряжается. При этом должно учитываться условие, что дополнительная мощность должна быть меньше располагаемой мощности аккумулятора:

$$W_{\text{дон}} < W_{\text{расн.АБ}} \quad (12)$$

Использование АБ в буферном режиме позволяет снизить мощность, а следовательно, и размеры и массу основного источника, так как его мощность теперь уже будет определяться не величиной пиковой мощности, а меньшей за определенный период времени. После полного перебора имеющихся в наличии генераторов, оценки недостающих мощностей и сравнения их с располагаемой выбранного аккумулятора, определяется множество генераторов, при условии выполнения условия (12). Выбор конкретных генераторов определяется, как правило, по условию минимальной полётной массы.

В качестве демонстрации второго подхода рассмотрена типовая функция потребления (рисунок 5), проведена проверка 2-х генераторов переменного тока на предмет удовлетворения условиям выбора. Первый генератор не удовлетворяет условиям перегрузки, поэтому недостающая мощность компенсируется работой выбранного ранее аккумулятора. Второй генератор всем условиям удовлетворяет.

Таким образом, использование буферного режима работы аккумуляторных батарей позволяет избежать переразмерность и большую массу выбранных генераторов из-за наличия большой разницы в номинальных мощностях и параметрах перегрузки рассматриваемых генераторов.

Выводы

1. Рассмотрены особенности выбора первичных источников электроэнергии с использованием буферного режима работы аккумуляторных батарей при проектировании самолётов нового поколения.
2. Проведена формализация задачи выбора типов и характеристик источников ЭЭ для последующей её автоматизации.
3. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны предложенной методики выбора первичных источников ЭЭ воздушного судна.
4. Автоматизация предложенных подходов может существенно сократить сроки разработки новых систем электроснабжения при многократных изменениях исходных данных и условий проектирования.

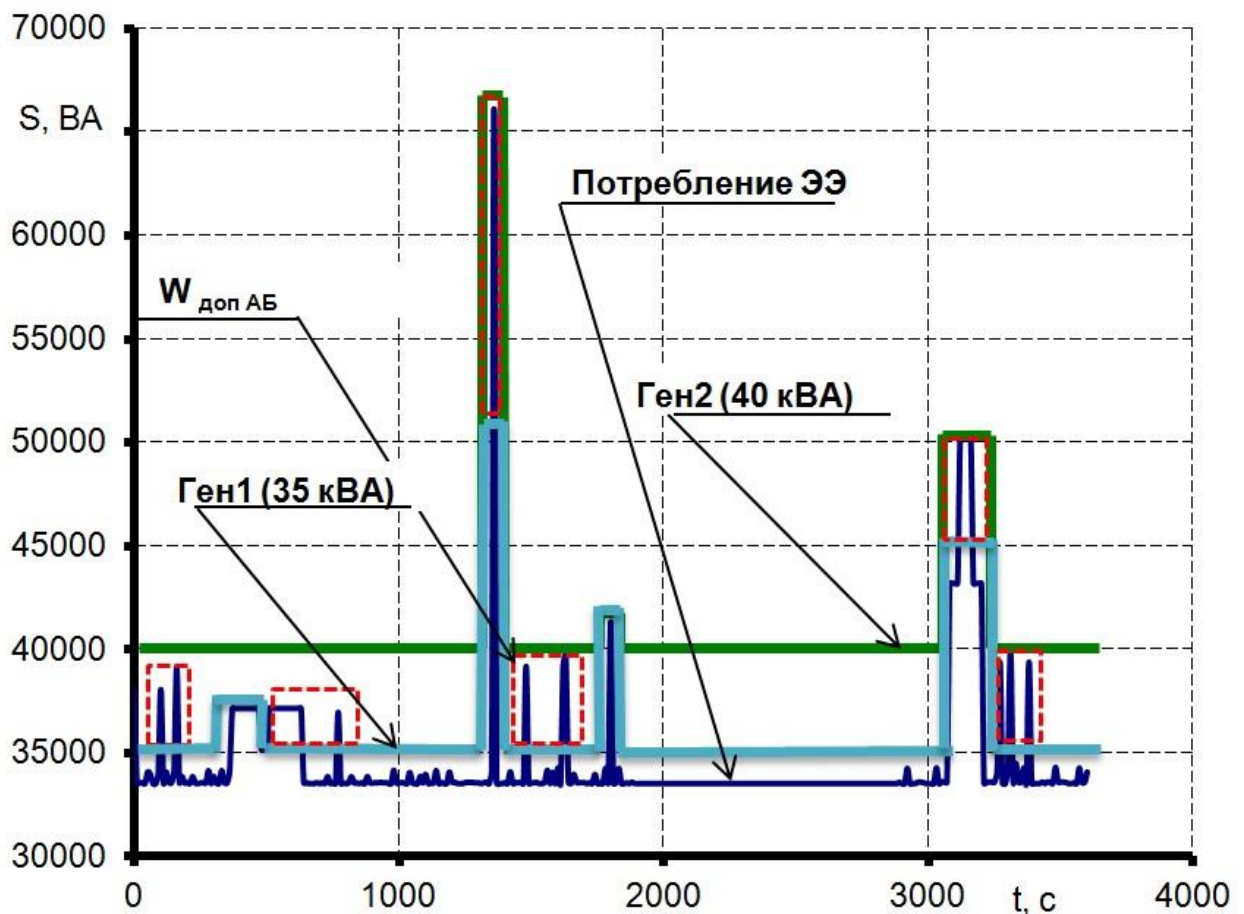


Рисунок 5 – Иллюстрация выбора генератора для заданной циклограммы потребления переменного тока с учетом работы АБ

Литература

1. ГОСТ Р 54073-2010 «Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие требования и нормы качества электроэнергии», М.: Изд-во стандартов, 2010.
2. Грузков С.А., Останин С.Ю., Сугробов А.М., Токарев А.Б., Тыричев П.А. Электрооборудование летательных аппаратов Том 1 Системы электроснабжения летательных аппаратов. М.: Изд-во МЭИ, 2005, 568 с.
3. Халютин С.П., Жмуров Б.В., Тюляев М.Л., Старостин И.Е. Моделирование сложных электроэнергетических систем летательных аппаратов. Монография. М.: Изд-во ВУНЦ ВВС, 2010, 188с.

**ПРИМЕНЕНИЕ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ
ПРИ ПОСТРОЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ЗДАНИЕМ**

Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В.
Москва, МЭСИ

Рассматривается возможность построения автоматизированной системы управления зданием на основе применения многопрофильной инструментально-технологической платформы, с помощью которой обеспечивается высокая степень масштабируемости и адаптивности системы к потребностям пользователя.

Service-oriented architecture application for creating of automated building control systems. Berketov G.A., Mikryukov A.A., Fedoseev S.V.

We consider the possibility of building an automated building management system through the use of multi-instrumental and technological platform, through which a high degree of scalability and adaptability of the system to your needs.

Сегодня все большую популярность приобретает сервис-ориентированный подход при построении сложных территориально распределенных информационных систем. Вендоры активно используют сервис-ориентированную архитектуру (SOA), а также технологии облачных вычислений для разработки и проектирования информационных систем [1]. Тем не менее на сегодня решены далеко не все задачи для которых обосновано применение подобного подхода. Одной из таких задач является задача построения автоматизированной системы управления зданием (АСУЗ) которая является составной частью проекта “Умный дом”.

АСУЗ представляет собой распределенный программно-аппаратный комплекс, который осуществляет централизованный мониторинг и управление всеми инженерными системами и компонентами умного дома. АСУЗ позволяет распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и соответствующим образом на них реагировать, грамотно распределяет ресурсы, снижает эксплуатационные затраты и обеспечивает простоту контроля и управления и др. [2].

Большинство существующих систем АСУЗ не в полной удовлетворяют потребностям пользователей. Вследствие использования классических подходов к построению архитектуры АСУЗ имеют место следующие недостатки: неудовлетворительный уровень надежности, масштабируемости, использования ресурсов АСУЗ, адаптивности к потребностям пользователей и удобства применения. Для решения задач эффективного управления в рамках умного города АСУЗ умными домами объединяются в единую интеллектуальную территориально-распределенную систему управления умным городом [3]. Такая система становится достаточно громоздкой и потребляет огромное количество вычислительных ресурсов, как правило поставляемых Центрами обработки данных (ЦОД).

В статье предложен разработанный инновационный подход к построению концепции проекта АСУ умным городом на базе многопрофильной инструментально-технологической платформы (МИТП) [4]. Подобный подход обеспечивает высокую степень масштабируемости и адаптивности системы к потребностям пользователя, а также позволяет существенно сократить используемые вычислительные ресурсы.

На рис.1 представлена структурная схема распределенного информационно-вычислительного кластера управления умным городом на базе МИТП.



Рис. 1. Распределенный информационно-вычислительный кластер управления умным городом.

Для управления эффективным функционированием распределенной АСУЗ умными домами умного города с использованием технологий облачных вычислений, предполагается применение МИТП (рис.2), которая представляет собой программный комплекс, предназначенный для создания, исполнения и управления прикладными сервисами и

композитными приложениями, построенными на их основе, в среде облачных вычислений; а также управления вычислительными, информационными и программными ресурсами распределенной вычислительной среды АСУЗ в рамках модели облачных вычислений. Композитные приложения позволяют интегрировать и оптимизировать функциональные процессы АСУЗ; расширить функциональность унаследованных систем; обеспечить построение новых приложений за счет комбинирования функций имеющихся приложений с дополнительными сервисами.

При создании МИТП применяется качественно новый подход к построению распределенных вычислительных платформ на основе технологии динамического управления комплексом программно-информационных ресурсов, доступных посредством облачной вычислительной среды. Процесс управления включает в себя процедуры построения композитного приложения, обеспечивающего решение сложной вычислительной задачи; запуска и контроля вычислительного процесса в рамках этого приложения; анализа и оценки полученного результата. Как следствие, МИТП будет обладать механизмами, обеспечивающими:

- семантическое описание композитных приложений в распределенной среде на основе Workflow, обеспечивающих запуск, выполнение, остановку и возобновление работы цепочки заданий в ручном и автоматическом режимах, а также интеллектуальный поиск и выбор прикладных сервисов для их реализации. Интеллектуальный поиск осуществляется с помощью интеллектуальной системы поддержки пользователей, построенной на основе применения механизмов логического вывода;

- динамическое управление (мониторинг состояния, запуск приложений, передача данных, распределение нагрузки) в автоматическом режиме набором распределенных ресурсов, доступных в распределенных средах различного уровня (от корпоративных ЛВС до распределенных сетей GRID);

- автоматическую оптимизацию (по временным и/или другим характеристикам) процесса исполнения композитного приложения путем манипулирования выбором доступных вычислительных ресурсов и прикладных сервисов;

- обеспечение возможностей предоставления композитных приложений как облачных продуктов в среде Интернет, включая механизмы квотирования, биллинга и тарификации, так и интерпретации получаемых результатов (в том числе на основе технологий визуализации).

Эти механизмы формируют системный подход к развитию линейки решений, позволяющих строить технологические платформы облачных вычислений на существующей или перспективной распределенной вычислительной инфраструктуре. Применение композитных приложений позволит актуализировать каждому

пользователю набор необходимых ему сервисов, обеспечивающих, с одной стороны, оптимальное управление умным домом, а с другой – минимизацию используемого ресурса информационно-вычислительного кластера.

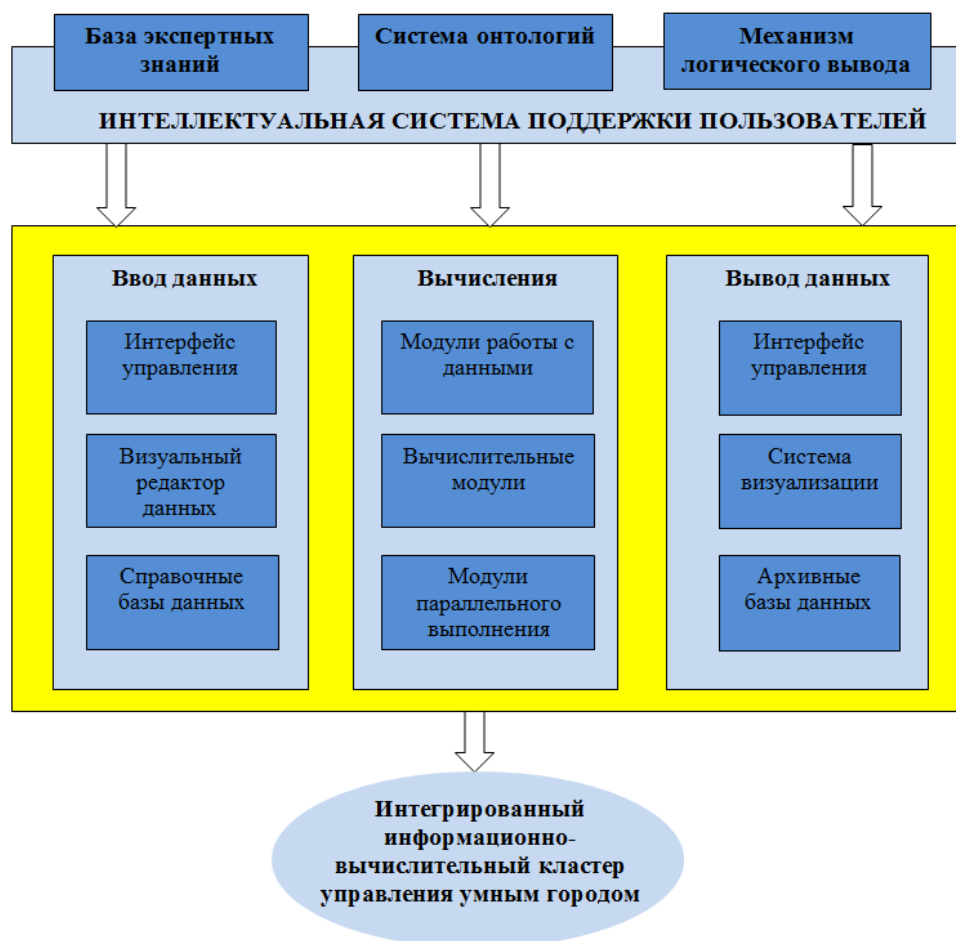


Рис.2. Многопрофильная инструментально-технологическая платформа.

Вывод: таким образом использование разработанных предложений по построению целевой архитектуры (бизнес архитектуры, информационной архитектуры, архитектуры программных систем и технологической архитектуры, средств интеграции в единую информационную среду) распределенного информационно-вычислительного кластера с использованием многопрофильной инструментально-технологической платформы позволит существенно повысить эффективность его функционирования.

Литература

1. Пырлина И., Пузыня С., Корпоративная архитектура и SOA // Журнал Открытые системы. №2. 2010. С. 46-49.
2. Город будущего глазами IBM // Журнал Инновации в технологиях и бизнесе. №2. 2011. С. 12-17.
3. Облачные сервисы. Взгляд из России // Под ред. Е. Гребнева.-М.: CNews. 2011-282 с.
4. Д. Смирнов, С. Сухоруков. Возможности облачных технологий в процессе проникновения ИТ в обучение // PC Week Review: Образование и ИТ, август 2011.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР И АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ СОВРЕМЕННЫХ БЕСПЛАТФОРМЕННЫХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ АВИАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Переляев С.Е.

Москва, ОАО «Концерн «Авионика»

Рассматриваются современные бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) авиационного назначения. БИНС – основная автономная информационно-измерительная система параметров движения летательного аппарата, без которой невозможно выполнение требуемых функций магистрального самолета гражданской авиации. Никакие другие средства навигации, включая навигацию по сигналам

глобальных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС, не заменят инерциальные навигационные системы на борту магистральных самолетов. Такие системы могут их только дополнить, поскольку они уязвимы для помех, как случайных, так и преднамеренных.

An analytical review and analysis of the technical level of modern aircraft strapdown inertial navigation systems. Perelyaev S.

A modern strapdown inertial navigation system (SINS) are considered.

SINS is a basic autonomy information-measuring system for determination of aircraft motion parameters, without which it can not perform the required functions of the main aircraft of civil aviation. No other means of navigation, including navigation signals of global navigation satellite systems GPS and GLONASS, are no substitute for inertial navigation systems on board the main planes, and they can only supplement, because they are vulnerable to interference, both casual and deliberate.

Введение

Современное состояние бортового оборудования летательных аппаратов (ЛА) характеризуется внедрением современных инерциальных навигационных систем (НС) [1] на базе квантово-оптических измерителей: лазерных или волоконно-оптических гироскопов. Функционирование таких гироскопов основано на эффекте Саньяка [2], когда при вращении кольцевого оптического интерферометра измеряется разность хода между двумя встречными световыми волнами.

Анализ исследований и разработок [1] в области бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) показывает, что их развитие идет в следующих направлениях:

1. совершенствование аппаратного обеспечения [2], которое предусматривает улучшение точностных, массо-габаритных, надежностных и стоимостных характеристик чувствительных элементов (ЧЭ): гироскопов и акселерометров, а также средств преобразования и первичной обработки сигналов.
2. Разработка новых методов [3] и алгоритмов счисления параметров ориентации и навигации, учитывающих конструктивные особенности ЧЭ, возможности вычислительных средств, а также условия подготовки и применения БИНС.
3. Разработка новых методов, алгоритмов [4] и программно-математических средств комплексирования БИНС с устройствами, работа которых основана на других физических принципах. Создание на этой базе интегрированных навигационных систем, например, инерциально-спутниковых и других.
4. Разработка программно-математического обеспечения (ПМО) с учетом современного состояния бортовых вычислительных средств, а именно:
 - возможностей аппаратной платформы и системного ПМО;
 - требований режима реального времени;
 - требований соответствующих стандартов и нормативных документов заказчика или головного разработчика по обмену информацией в бортовом комплексе [5].

Системный подход к разработке БИНС должен учитывать указанные направления и особенности развития БИНС. Особенности развития БИНС на современном этапе связаны с реализацией требований международных стандартов к интегрированной модульной авионике [5], а также общеизвестного и принятого в приборостроительных корпорациях критерия эффективность-стоимость.

Данный критерий является определяющим в перспективных разработках навигационной аппаратуры ведущих зарубежных фирм: Honeywell, Northrop Grumman (подразделение Litton), Kearfott, Systron Donner - США, BAE - Англия, Sagem, Thales - Франция. К таким разработкам в настоящее время относят, в частности, волоконно-оптические, волновые твердотельные и микромеханические датчики.

Указанные датчики по сравнению с лазерными имеют существенно меньшую стоимость, однако уступают им в точности. Поэтому при построении БИНС на основе таких чувствительных элементов предусматривается непрерывная спутниковая коррекция параметров движения, определяемых инерциальными методами. Следует ожидать, что лазерные ЧЭ в будущем будут находить применение в высокоточных автономных системах, прежде всего, военного назначения.

В настоящее время фирма Honeywell является мировым лидером в разработке лазерных гироскопов. С 1990 г. фирмой выпущено более 100000 штук таких датчиков. Последние разработки – это кольцевые лазерные гироскопы GG1308, GG1320, GG1342. Приведем пример параметров одного прибора, который серийно выпускается фирмой в количестве не менее 200 приборов в месяц. Характеристики лазерного гироскопа GG1320AN:

Bias Stability (Стабильность смещения) – 0.0035 °/ч.

Angular Random Walk (Угловой случайный уход) – 0.0035 °/√ч .

Start Time (Время готовности) – 1.0 сек.

Temp Range (Температурный диапазон):

Operating (Эксплуатационный) – от -65F до +185F (от -54 до +85°C)

Operating (Нерабочий диапазон) – от -65F до +200F (от -54 до +93,5°C)

Shock, Operating and Non-Operating (Ударная нагрузка, эксплуатационная и не эксплуатационная) – 22 g, полусинус, 11 мс.

Следует отметить, что в настоящее время повышение точности всех типов датчиков, разработанных ведущими зарубежными фирмами, реализуется комбинацией технологических и математических методов повышения ТТХ базовых ЧЭ (гироскопов и акселерометров). Большинство отечественных фирм преимущественно путем копирования зарубежных разработок 80-х и 90-х годов прошлого века. Комбинированный подход предполагает кроме классических технологических методов и приемов, аналитическую компенсацию конструктивных недостатков ЧЭ. Целесообразность его применения подтверждают, например, специалисты, создавшие отечественные БИНС и утверждающие [7]:

«Улучшение точностных характеристик инерциальных датчиков может быть достигнуто двумя основными путями – технологическим и структурно-алгоритмическим». Первый из них состоит в улучшении точности изготовления деталей и узлов датчиков, совершенствовании технологических процессов их изготовления, повышении культуры производства, например, улучшение качества изготовления подложек зеркал ЛГ, их напыления и т. д. Второй путь, структурно-алгоритмический, основан на выборе новой структуры датчика или на применении новых алгоритмов обработки информации. Наиболее ярким примером реализации такого пути является переход от датчиков прямого измерения к датчикам компенсационного типа (применение новой структуры) или использование фильтрации помех (применение нового алгоритма обработки сигналов).

Использование первого пути обычно связано с применением дорогостоящего оборудования и технологий, и требует больших материальных и временных затрат. Как показывает практика, повышение точности датчика на порядок традиционными технологическими методами требует примерно 10-ти лет непрерывных капиталовложений и соответствующей работы конструкторов и технологов.

С другой стороны, применение второго пути, в случае удачного выбора направления работ, может привести к большому успеху гораздо быстрее и с меньшими затратами. Так, переход к датчикам с силовой обратной связью был произведен за 2-3 года и привел к повышению точности более чем на два порядка. Однако, следует заметить, что для достижения максимального результата оба указанных пути должны использоваться комплексно и взаимно дополнять друг друга».

По этим же причинам на объектах ВВТ вооруженных сил России, особенно стратегического назначения, в ближайшем будущем останутся ИНС [1] с традиционными гироскопами, в том числе платформенные ИНС с динамически настраиваемыми гироскопами. Следует отметить, что в платформенных ИНС обеспечиваются более «комфортные» условия работы акселерометров, поскольку в БИНС блок чувствительных элементов жестко закрепляется в корпусе объекта и «пропускает» через себя все его колебания.

Поэтому в настоящее время точностные характеристики БИНС поддерживаются в основном путем периодической коррекции выходных параметров по информации от спутниковых навигационных систем. Некорректируемые автономные БИНС устанавливаются либо на слабо возмущаемых объектах, либо на объектах с непродолжительным временем функционирования, либо они используются как резервные.

Это подтверждает актуальность проведения работ по 2-4 направлениям развития БИНС. Причем в этом случае могут быть использованы чувствительные элементы средней точности и сравнительно низкой стоимости с дрейфами гироскопов порядка $0.1^0/ч$.

Затрата средств на разработку новых ЧЭ с лучшими точностными характеристиками для некорректируемых БИНС, на мой взгляд, требует существенных материальных вложений и в сложившейся конъюнктурной обстановке является достаточно проблематичной для отечественной промышленности.

Следует также отметить, что разработка элементной базы для БИНС нового поколения в странах «Запада» в основном обеспечивается государственными заказами через Министерство Обороны. На лекции [1] в ЦНИИ «Электроприбор», г. Санкт-Петербург, представитель Charles Stark Draper Laboratory (Бостон, США) Schmidt G.T. заявил, что МО США выделило в лабораторию на разработку микромеханических датчиков до 400 млн. долларов на 4 года. В таких условиях достаточного финансирования ведущие фирмы США за 20-ть лет прошли путь от микромеханических датчиков 100 град/ч в середине 80-х годов, 10 град/ч в середине 90-х годов, 1 град/ч в начале 2000 года и наконец по состоянию на 2007 год фирмы Honeywell, Northrop Grumman (подразделение Litton), Kearfott, Systron Donner имеют микромеханические гироскопы и соответственно БИНС военного применения класса 0.1 - 0.2 град/ч (military), которые пока не подлежат продаже даже странам партнерам по НАТО. Датчики класса 1град/ч и более открыто продаются по цене от 10 до 18 тыс. долларов в составе БИНС.

Аналогично охарактеризовали техническую политику своих стран и представители фирм ВАЕ (Великобритания) [8] и Sageм (Франция) [9].

Очень целенаправленно и долгосрочно (более 20-лет) проводились исследования и разработки точных MEMS датчиков французской фирмой Thales – результаты таковы. На май 2007 года этой фирмой налажено серийное производство соответствующих MEMS датчиков военного применения класса 0,2...0,3 град/ч, до 2010 года предполагается повысить точность этих датчиков в серийном производстве до уровня 0,1 град/ч.

Ниже приводится анализ состояния и тенденций развития современных гироскопов ведущих «западных» фирм, а также систем на их основе. Визуально это отображено на рис. 1-4.

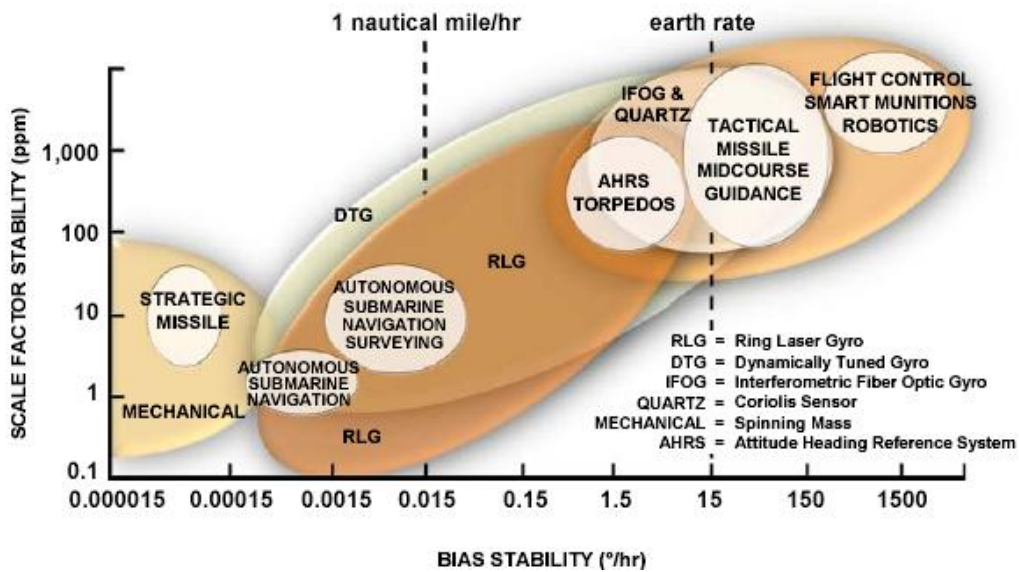


Рис. 1.

Scale factor stability (ppm – part per million) – масштабный коэффициент стабильности дрейфа (чнм – частей на миллион).

Strategic missile – стратегическая ракета

Autonomous submarine navigation – автономная навигация подводных лодок

RLG – кольцевой лазерный гироскоп (КЛГ);

DTG – динамически настраиваемый гироскоп (ДНГ);

IFOG – интерферометрический волоконно-оптический гироскоп (ВОГ);

Tactical missile midcourse guidance – управление тактическими ракетами

1 nautical mile/hr – 1 морская миля в час (1852 м);

earth rate – угловая скорость вращения Земли;

QUARTZ = Coriolis sensor – MEMS (микромеханический датчик)

Ниже приведен схематичный анализ и основные тенденции развития зарубежной гироскопической базы после 2010-ого года.

RLG = Ring Laser Gyro
IFOG = Interferometric Fiber Optic Gyro

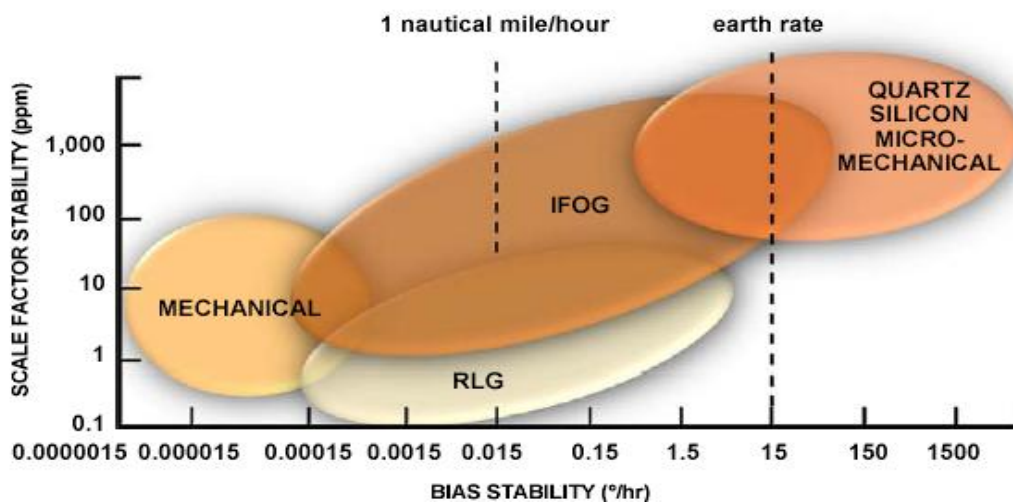


Рис.2.

Здесь обозначены: Bias stability – систематический дрейф; Mechanical – механические гироскопы; Quartz silicon micromechanical – кварцево-силиконовые микромеханические гироскопы.

Анализ рис.2 и открытых публикаций ведущих специалистов зарубежных фирм показывают, что динамически-настраиваемые гироскопы (ДНГ) активно вытесняются волоконно-оптическими и микромеханическими гироскопами соответствующего класса точности. Лазерные гироскопы также постепенно уступают место более дешевым и надежным волоконным.

Более дальняя перспектива развития зарубежных гиротехнологий на период после 2010 года о до 2020 года показана схематично на рис.3.

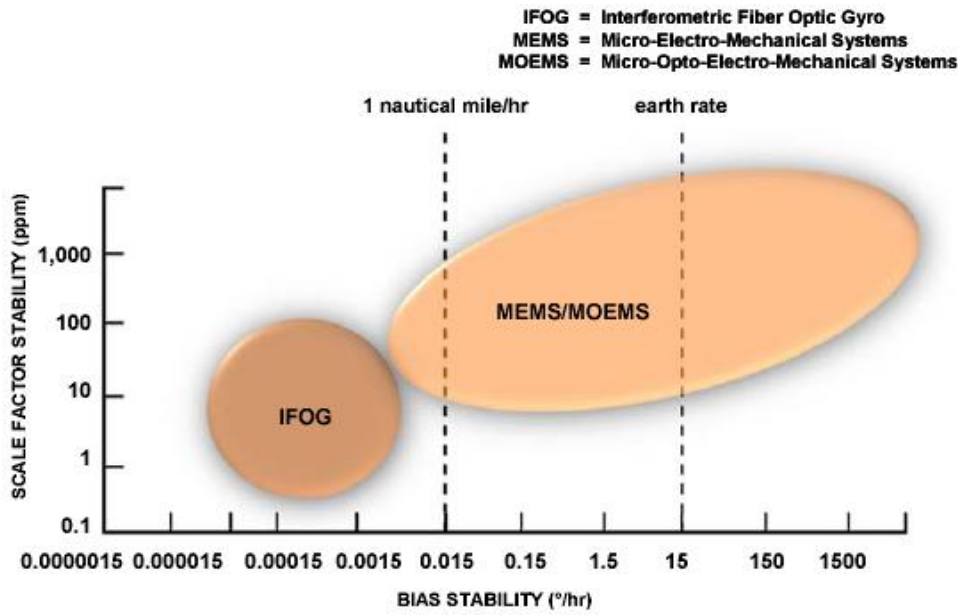
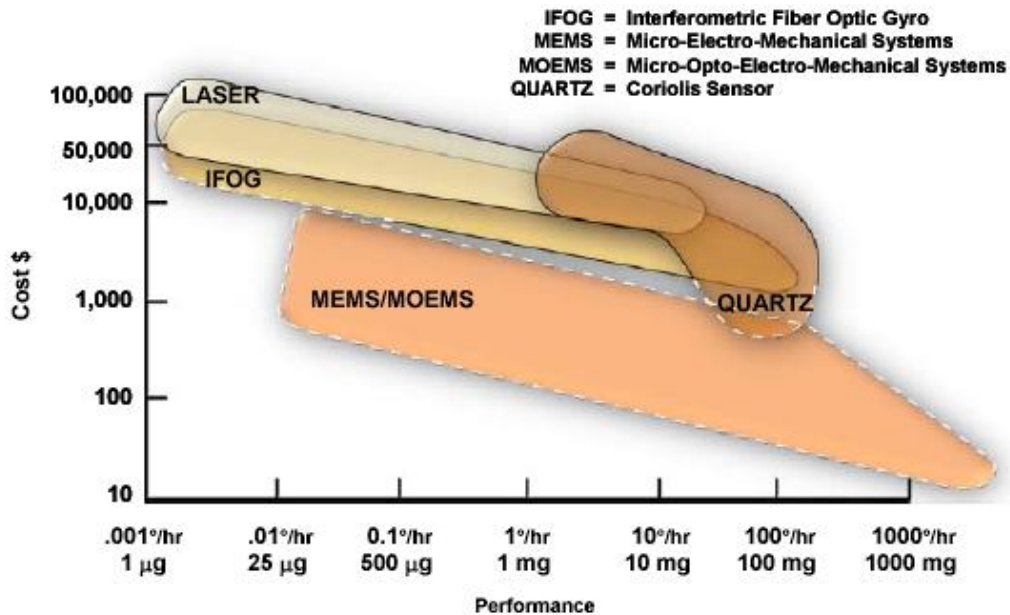


Рис.3.



Современная инерциальная навигационная система на лазерных гироскопах является одним из наиболее сложных и высокотехнологичных изделий авиационной промышленности, включающая в себя самые передовые решения в областях материаловедения, электроники, программно-математического обеспечения.

Обладание всей номенклатурой возможностей для разработки и производства БИНС выдвигает страну на передовые рубежи научно-технического развития. Недаром в настоящее время только США обладают монополией на производство БИНС для магистральных самолетов, включая самолеты основного конкурента самолетостроительных фирм США – Airbus.

Поскольку инерциальные навигационные системы относятся к продукции двойного применения, и для продажи их за рубеж требуется специальное разрешение государственных властей страны-экспортера, отсутствие такого отечественного элемента оборудования приводит к технико-экономической зависимости России, а в ряде случаев может непосредственно влиять на безопасность страны.

Наличие в России собственных возможностей для разработки и производства БИНС уменьшает технологическую зависимость, повышает экономическую безопасность и экспортный потенциал страны. Кроме того, разработка и производство инерциальных навигационных систем обеспечивает создание в стране большого числа наукоемких рабочих мест в авиационной и смежных отраслях промышленности.

Как известно автору данного аналитического обзора, ведущие фирмы США весьма активно разрабатывают микро-оптические гироскопы (МОГ) – они на схеме рис.3 обозначены как МОEMS. Наибольших успехов в разработке МОEMS достигла уже известная фирма Honeywell (США).

На данный момент уже имеются опытные датчики МОГ, совмещающие технологию ЛГ, ВОГ и МЭМС класса точности не хуже 1 град/ч, а на период до 2020 года эти датчики будут иметь базовые точности не хуже 0.015 град/ч и вытеснят ЛГ и ВОГ соответствующего класса точности.

Заключение

Анализ состояния и тенденций развития базовых гироскопов и систем на их основе показывает:

- лазерные чувствительные элементы (ЧЭ) находят и будут находить применение в высокоточных автономных системах различного назначения;
- для выполнения перспективных требований, предъявляемых к лазерным БИНС по точности, надежности и времени готовности, требуется их интеграция с устройствами, работа которых основана на других физических принципах работы/

Учитывая совершенно недостаточные и малые объемы финансирования в отечественные приборостроительные корпорации и фирмы, в сложившейся обстановке в отечественном приборостроении наиболее перспективным и менее затратным по требуемым капиталовложениям можно считать алгоритмический и программно-математический путь повышения точности и надежности инерциальных навигационных систем.

Литература

1. Schmidt G.T. INS/GPS Technology Trends.– In: Advances in Navigation Sensors and Integration Technology. RTO Lecture series 232 (2004) Pre-prints, pp.1/1-1/16.
2. Barbour N.M. Inertial Navigation Sensors. – In: Advances in Navigation Sensors and Integration Technology. RTO Lecture series 232 (2004) Pre-prints, pp.2/1-2/22.
3. Savage P.G. Strapdown System Performance Analysis. – In: Advances in Navigation Sensors and Integration Technology. RTO Lecture series 232 (2004) Pre-prints, pp.4/1-4/33.
4. Schmidt G.T. INS/GPS Integration Architecture Performance Comparisons. – In: Advances in Navigation Sensors and Integration Technology. RTO Lecture series 232 (2004) Pre-prints. pp.6/1-6/21.
5. Azarova V.V., Golyaev Yu.D., Dmitriev V.G., et.al. Zeeman laser gyros. In: Optical Gyros and their Application. RTO-AG-339, Neuilly-sur-Seine Cedex, France, 1999, P. 5/1-29.
6. Dr J. Richard Fountain. Characteristics and Overview of a Silicon Vibrating Structure Gyroscope. BAE SYSTEMS, Clittaford Road, Plymouth PL6 6DE, UNITED KINGDOM.
7. Gaëtan Menozzi, Eric Pleska. An Overview of Trends and Products for Aeronautic & Defense Applications. Parc des Fontaines 38 926–Crolles- France, DGA- STTC, Département Guidage et Navigation, 8 Boulevard Victor - 00303 –Armées.
8. Gramble A.E., Jenkins P.N. Low cost guidance for the multiple launch rocket system (MRLS). PLANS-2000, pp.193-199.
9. Чесноков Г.И., Поликовский Е.Ф., Молчанов А.В., Кремер В.И. Некоторые пути улучшения тактико-технических характеристик бесплатформенных инерциальных навигационных систем // Материалы X Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам. – СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор», 2003, с.155-164.
10. Dr J. Richard Fountain. Characteristics and Overview of a Silicon Vibrating Structure Gyroscope. BAE SYSTEMS, Clittaford Road, Plymouth PL6 6DE, UNITED KINGDOM.
11. Gaëtan Menozzi, Eric Pleska. An Overview of Trends and Products for Aeronautic & Defense Applications. Parc des Fontaines 38 926–Crolles- France, DGA- STTC, Département Guidage et Navigation, 8 Boulevard Victor - 00303 –Armées.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ

Пушкарский Е.Ю., Тригубович А.Г., Мухин А.Н., Халютин С.П.

Ахтубинск, 929 ГЛИЦ им. В.Чкалова

Москва, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

В докладе предложена системная математическая модель формирования оценок процесса испытаний. Данная модель может быть использована при разработке методов оптимального планирования испытаний.

Development of system mathematical model of tests process estimates formation. Pushkarsky E., Trigubovich A., Muchin A., Khaluyutin S.

In the report the system mathematical model of tests estimates formation is offered. This model can be used when developing methods of optimum planning of tests.

Анализ литературы [1, 2, 3] показывает, что в общем случае вся совокупность задач, выполняемых при испытаниях авиационной техники (АТ), может быть представлена в виде дерева.

Пусть Z_0 – общая задача, при испытании образа АТ и определяющая назначение системы в целом.

Будем считать, что Z_0 находится на верхнем иерархическом уровне, т.е. является корнем дерева D^Z задач, решаемых системой. Место любой другой задачи в дереве задач определим номером u^z уровня иерархии, значение которого изменяется в диапазоне $[0, U^z]$, т.е. $u^z = 0, U^z$. Тогда задача Z_0 находится на уровне декомпозиции, имеющем значение номера $u^z = 0$.

На следующем уровне декомпозиции ($u^z = 1$) размещается множество частных задач, решение которых обеспечивает достижение глобальной цели испытаний:

$$Z_0 = \{ Z_{i1_0}, i1_0 = \overline{1, I1_0} \}, \tag{1}$$

где двойным индексом $i1_0$ обозначен номер задачи 1-го уровня иерархии.

На уровне декомпозиции с номером $u^z = 2$ расположены совокупности подзадач, решение которых необходимо для достижения целей решения частных задач 1-го уровня:

$$Z_{i1_0} = \{ Z_{i1_0, i2_{i1_0}}, i1_0 = \overline{1, I1_0}, i2_{i1_0} = \overline{1, I2_{i1_0}} \}, \tag{2}$$

где $i2_{i1_0}$ – номер частной задачи 2-го уровня, обеспечивающей решение задачи с номером $i1_0$ предыдущего иерархического уровня.

В дальнейшем опустим индекс при общей задаче и обозначим ее через Z . Тогда выражения (1) и (2) запишутся в виде:

$$Z = \{ Z_{i1}, i1 = \overline{1, I1} \}; \quad Z_{i1} = \{ Z_{i1, i2_{i1}}, i1 = \overline{1, I1}, i2_{i1} = \overline{1, I2_{i1}} \}. \tag{2.3}$$

Общий вид дерева D^Z решаемых задач представлен на рисунке 1.

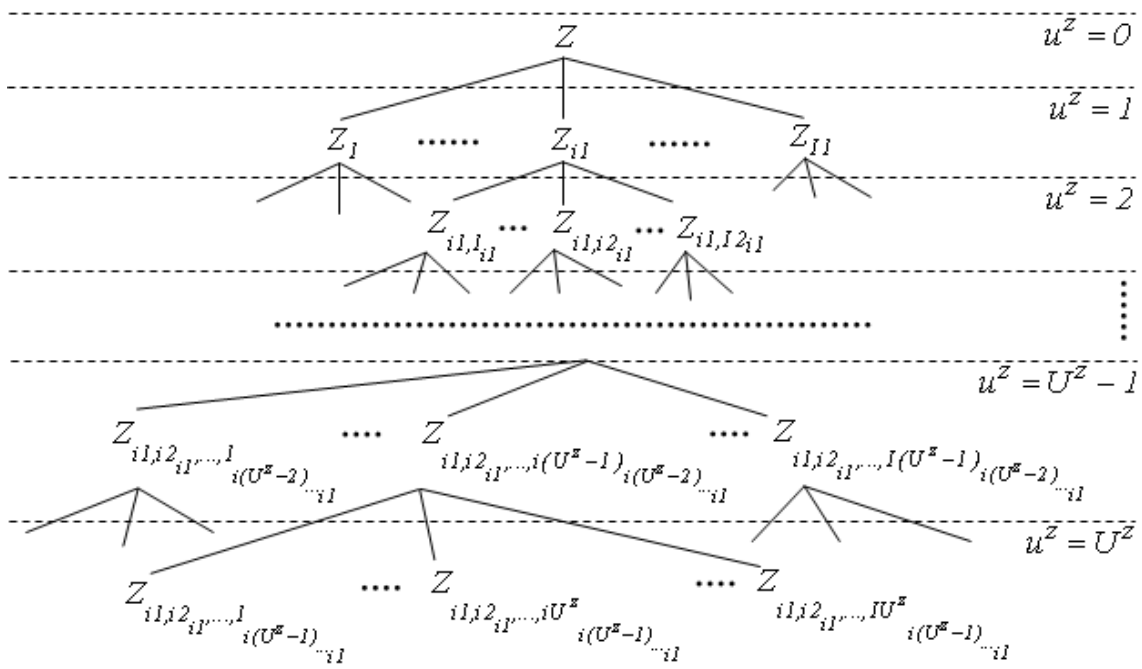


Рисунок 1 – Дерево задач

Дерево задач обладает следующими особенностями:

- задача, решаемая в различных условиях, в дереве D^Z должна быть представлена отдельным узлом дерева;
- при осуществлении декомпозиции могут быть повторяющиеся узлы;
- одна и та же задача может размещаться на разных уровнях иерархии;
- необязательна одинаковая глубина декомпозиции по ветвям дерева.

Значение номера уровня декомпозиции, на котором находится задача, можно определить либо через количество ее индексов, либо через «этажность» последнего индекса.

Дерево задач описывает лишь подчиненность функциональных единиц, обеспечивающих решение целевых задач. Для уточнения связей подчиненных узлов дерева (т.е. подзадач) целесообразно использовать схемно-математическое описание их информационного взаимодействия, т.е. морфологию системы [4, 5].

Любая система обладает некоторой совокупностью (множеством) свойств, которые определяют ее качество [6-8]. Каждое из свойств системы может быть описано количественно и (или) качественно с помощью некоторой переменной, значение которой характеризует качество системы относительно этого свойства. Такую переменную называют показателем свойства системы [8]. Некоторые из свойств системы могут определяться через множество других ее свойств, и, следовательно, показатель такого свойства может быть представлен в виде некоторой функции показателей других свойств системы. Показатель, получаемый как функция других (частных) показателей, называют обобщенным [8].

Пусть p – показатель некоторого подлежащего оцениванию свойства системы (показатель оценивания), представленный, с учетом [6, 9-11, 12, 8], в виде кортежа

$$p = \langle \alpha, \chi, \theta \rangle, \quad (3)$$

где α – значение (качественное или количественное) показателя p ; χ – множество исходных данных, требуемых для формирования значения α ; $\theta: \chi \rightarrow \alpha$ – отображение, описывающее механизм формирования α .

Обозначая через p_0 – обобщенный показатель, а p_g – частные показатели оценивания некоторого свойства системы, процесс формирования значения показателя p_0 можно описать отображением вида [12]

$$\lambda^P: \{ p_g, g = \overline{1, G} \} \rightarrow p_0, \quad (4)$$

где p_0 и p_g кортежи вида (3).

Совокупность показателей оценивания $(p_0, p_g, g = \overline{1, G})$ и отображение λ^P назовем комплексом $P(p_0, p_g, \lambda^P, g = \overline{1, G})$ показателей оценивания некоторого свойства системы. Такой комплекс P может быть представлен в виде двухуровневого дерева, корнем которого служит обобщенный показатель p_0 , узлами – частные показатели p_g , а ветви характеризуют отображение λ^P (рисунок 2).

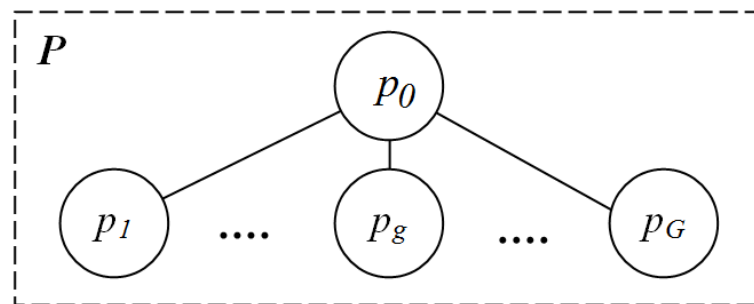


Рисунок 2 – Комплекс показателей P

Для формирования требуемых оценок свойств системы необходимо иметь некоторый механизм сравнения (с применением заданных критериев) фактических (текущих) значений показателя этого свойства с заданными (эталонными) [14].

Обозначая верхним индексом «Ф» показатели оценивания некоторого свойства системы, определяемые в ходе оценивания (назовем их фактическими показателями), а индексом «З» – показатели оценивания, задаваемые нормативно-технической документацией (заданные показатели), выражения (3) и (4) можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 p_i^3 &= \langle \alpha_i^3, \chi_i^3, \theta_i^3 \rangle; \\
 p_i^\Phi &= \langle \alpha_i^\Phi, \chi_i^\Phi, \theta_i^\Phi \rangle, \quad i = \overline{0, G}; \\
 \lambda^{P^3} &: \{ p_g^3 \} \rightarrow p_0^3; \\
 \lambda^{P^\Phi} &: \{ p_g^\Phi \} \rightarrow p_0^\Phi, \quad g = \overline{1, G}.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Тогда формирование оценки можно представить отображением вида

$$\psi_i^{P^3} : \{ p_i^3, p_i^\Phi \} \rightarrow c_i, \quad i = \overline{0, G},
 \tag{6}$$

где c_i – оценка соответствия значения фактического показателя p_i^Φ значению заданного показателя p_i^3 .

Совокупность показателей оценивания свойств процесса испытаний условно может быть разделена [6, 8-12, 15-18] на три крупных класса: функциональных, технических и экономических показателей.

К первому классу могут быть отнесены показатели, характеризующие функциональные свойства процесса испытаний, определяющие качество выполнения им задач, обусловливаемых его целевым назначением. Модель формирования оценок свойств, принадлежащих данному классу, назовем частной моделью формирования оценок функциональных свойств процесса испытаний.

Второй класс объединяет показатели, отражающие функционирование аппаратных средств испытаний. Соответствующую модель формирования оценок будем называть частной моделью формирования оценок технических свойств испытаний.

Третий класс (экономических показателей) характеризует экономические свойства процесса испытаний (затраты на ОКР; затраты на объекты капитального строительства под монтаж образца; эксплуатационные затраты на образец, связанные с работами и услугами промышленности и т.п.). Поскольку основной целью проведения оценивания любой системы является определение степени соответствия ее функционирования заданным требованиям [6], то рассмотрение показателей третьего класса здесь не осуществляется.

При построении частных моделей формирования оценок функциональных и технических свойств процесса испытаний будем полагать известными исходные данные χ и отображения θ , требуемые для получения значений заданных и фактических показателей.

Сначала рассмотрим класс функциональных показателей оценивания, обозначая через $p_{i^z}^{3-z}$ и $p_{i^z}^{\Phi-z}$ ($i^z = \overline{0, G^z}$), соответственно, заданные и фактические показатели функциональных свойств процесса испытаний.

Отметим, что соотношения (3) и (4) справедливы для каждого узла дерева D^z задач. Тогда вся совокупность как заданных, так и фактических показателей оценивания функциональных свойств процесса испытаний представляет собой соответствующие деревья, узлами которых являются комплексы показателей

оценивания. Нетрудно видеть, что деревья заданных $D^{P^{3-z}}$ и фактических $D^{P^{\Phi-z}}$ показателей оценивания будут структурно изоморфны друг другу и дереву D^z , т.е.

$$\begin{aligned}
 D^{P^{3-z}} &\overset{Str}{\Leftrightarrow} D^{P^{\Phi-z}}; \\
 D^{P^{3-z}} &\overset{Str}{\Leftrightarrow} D^z; \\
 D^{P^{\Phi-z}} &\overset{Str}{\Leftrightarrow} D^z,
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Str

где символом « \Leftrightarrow » обозначена структурная изоморфность.

Формирование оценки степени соответствия решения произвольной задачи $Z_l \in D^z$ заданным требованиям может быть представлено соотношением

$$\Psi^{P^z} : \{ p_{l,i^z}^{3-z}, p_{l,i^z}^{\Phi-z} \} \rightarrow c_{l,i^z}^z, \quad i^z = \overline{0, G_l^z}, \quad (8)$$

где

$$p_{l,i^z}^{3-z} = \langle \alpha_{l,i^z}^{3-z}, \chi_{l,i^z}^{3-z}, \theta_{l,i^z}^{3-z} \rangle;$$

$$p_{l,i^z}^{\Phi-z} = \langle \alpha_{l,i^z}^{\Phi-z}, \chi_{l,i^z}^{\Phi-z}, \theta_{l,i^z}^{\Phi-z} \rangle, \quad i^z = \overline{0, G_l^z};$$

$$\lambda_l^{P^{3-z}} : \{ p_{l,g_l^z}^{3-z} \} \rightarrow p_{l,0_l^z};$$

$$\lambda_l^{P^{\Phi-z}} : \{ p_{l,g_l^z}^{\Phi-z} \} \rightarrow p_{l,0_l^z}, \quad g_l^z = \overline{1, G_l^z}.$$

В выражениях (8) и (9) нижним индексом $l = i1, \dots, iu^z$ обозначен номер узла показателя оценивания в дереве показателей, соответствующий индексу рассматриваемой задачи.

Применяя соотношения (8) и (9) ко всем узлам деревьев $D^{P^{3-z}}$ и $D^{P^{\Phi-z}}$, получим дерево D^{c^z} результатов оценивания, т.е. дерево оценок степени соответствия решения всей совокупности задач заданным требованиям. Формирование узлов такого дерева будет описываться семейством отображений Ψ^{P^z} . Кроме того, представляется очевидным, что

$$D^{c^z} \stackrel{Str}{\Leftrightarrow} D^z. \quad (10)$$

Совокупность деревьев фактических и заданных показателей, результатов оценивания, а также семейство отображений, описывающих механизм получения оценок, представляет собой частную системную математическую модель M^{c^z} формирования оценок функциональных свойств процесса испытаний. Такая модель может быть записана в виде четверки

$$M^{c^z} = \langle D^{P^{3-z}}, D^{P^{\Phi-z}}, \Psi^{P^z}, D^{c^z} \rangle. \quad (11)$$

Аналогичными выражениями (с заменой символа «z» на символ «s») описывается частная системная математическая модель M^{c^s} формирования оценок технических свойств процесса испытаний:

$$M^{c^s} = \langle D^{P^{3-s}}, D^{P^{\Phi-s}}, \Psi^{P^s}, D^{c^s} \rangle. \quad (12)$$

Тогда общая системная математическая модель M^C формирования оценок свойств процесса испытаний может быть представлена кортежем

$$M^C = \langle M^{c^z}, M^{c^s} \rangle, \quad (13)$$

элементами которого являются частные системные математические модели формирования оценок функциональных M^{c^z} и технических M^{c^s} свойств системы.

Схема формирования оценок свойств процесса испытаний представлена на рисунке 3.

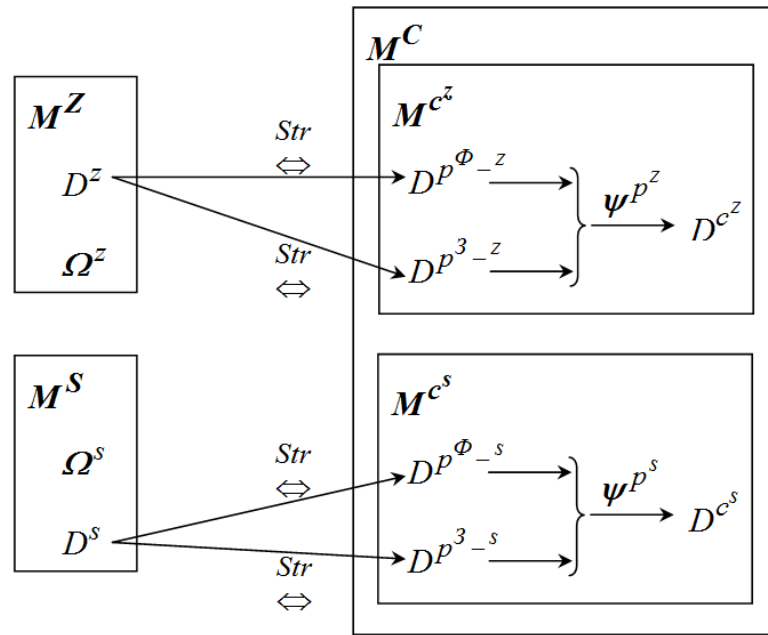


Рисунок 3 – Схема формирования оценок свойств процесса испытаний

Разработанные математические модели процесса испытаний как объекта оценивания дают возможность постановки и решения задачи планирования проведения оценивания функциональных свойств испытаний. Для этого необходимо осуществить формирование набора (конфигурации) аппаратных средств, требующихся для выполнения конкретной задачи, подлежащей оцениванию.

Литература

2. Зыков, А.А. Основы теории графов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 384 с.
3. Свами, М. Графы, сети и алгоритмы / М. Свами, К. Тхуласираман. – М.: Мир, 1984. – 454 с.
4. Харари, Ф. Теория графов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1973. – 278 с.
5. Денисов, А.А. Теория больших систем управления / А.А. Денисов, Д.Н. Колесников – Л.: Энергоиздат, 1982. – 288 с.
6. Острейковский, В.А. Теория систем. – М.: Высшая школа, 1997. – 240 с.
7. Информационные технологии в испытаниях сложных объектов: Методы и средства / В.И. Скурихин, В.Г. Квачев, Ю.Р. Валькман, Л.П. Яковенко. – Киев: Наукова думка, 1990. – 320 с.
8. Назаров, А.В. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем / А.В. Назаров, А.И. Лоскутов. – СПб.: Наука и Техника, 2003. – 384 с.
9. Элементы теории испытаний и контроля технических систем / В.И. Городецкий, А.К. Дмитриев, В.М. Марков и др.; Под ред. Р.М. Юсупова. – Л.: Энергия, 1978. – 192 с.
10. Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование / О.П. Глудкин, А.Н. Енгальчев, А.И. Коробов, Ю.В. Трегубов; Под ред. А.И. Коробов. – М.: Радио и связь, 1987. – 272 с.
11. Испытания РЛС (Оценка характеристик) / А.И. Леонов, С.А. Леонов, Ф.В. Нагулинка и др.; Под ред. А.И. Леонова. – М.: Радио и связь, 1990. – 208 с.
12. Испытания систем ракетно-космической техники / А.А. Голяков, В.И. Миронов, В.В. Смирнов и др. – СПб.: ВИККИ им. А.Ф. Можайского, 1992. – 392 с.
13. Натурный эксперимент: Информационное обеспечение экспериментальных исследований / А.Н. Белонов, Г.М. Солодихин, В.А. Солодовников и др.; Под ред. Н.И. Баклашова. – М.: Радио и связь, 1982. – 304 с.
14. Мухин, А.В. Обобщенная математическая модель информационно-управляющей системы как объекта испытаний // Сборник научно-технических материалов / Тамбовский ВАИИ. – 2004. – № 17. – С. 135–144.
15. Безбогов, А.А. Теория, модели и алгоритмы оценивания состояния эргатических систем управления: Дис... д-ра техн. наук. – Тамбов, 1997. – 382 с.
16. Животкевич, И.Н. Надежность технических изделий / И.Н. Животкевич, А.П. Смирнов. – М.: Олита, 2003. – 472 с.
17. Кринецкий, Е.И. Летные испытания систем управления летательными аппаратами / Е.И. Кринецкий, Л.Н. Александровская. – М.: Машиностроение, 1975. – 193 с.
18. Летные испытания систем пилотажно-навигационного оборудования / Е.Г. Харин, П.М. Цветков, В.К. Волков и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 136 с.

19. Методология летных испытаний пилотажно-навигационного оборудования самолетов и вертолетов / Д.-Е.П. Новодворский, Г.И. Поярков, Е.Г. Харин и др.; Под ред. Д.-Е.П. Новодворского и Е.Г. Харина – М.: Машиностроение, 1984. – 136 с.

ИМИТАЦИОННОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОТУРБОМАШИН ДЛЯ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Понамарёва Л.Н., Румянцев М.Ю., Сизякин А.В.

Simulation computer modeling of high electric turbo machine autonomous system of power generation.
Ponamareva L.N., Rumyancev M. Yu., Sizyakin A. V.

Введение

Энергосбережение и повышение эффективности использования энергетических ресурсов является в настоящее время важнейшими задачами, стоящими перед человечеством. Одним из путей решения этих задач является развитие малой и нетрадиционной энергетики, всё более широкое использование децентрализованных и автономных систем энергоснабжения (СЭС), в том числе малой (от единиц до сотен кВт) мощности. В Российской Федерации актуальность развития систем малой энергетики диктуется ещё дополнительным рядом причин:

- наличием огромного числа территорий, удалённых от централизованных сетей электропитания и/или не охваченных централизованным электроснабжением;
- необходимостью обеспечения надёжного электроснабжения потребителей в условиях участвовавших в последние годы техногенных и климатических катастроф, при возникновении чрезвычайных ситуаций;
- наличием множества объектов, требующих для работы сравнительно небольших мощностей и удалённых от централизованных систем электропитания, таких как газоперекачивающие станции, системы катодной защиты нефте- и газопроводов, радиорелейные станции, буровые установки и т.д.;
- необходимостью обеспечения автономного и аварийного электроснабжения специальных объектов, обеспечивающих обороноспособность страны, в том числе в условиях возникновения террористической или военной угроз;
- ограниченностью мощностей местных электросетей и постоянным повышением стоимости как подключения к сетям централизованного электроснабжения, так и пользования электроэнергией.

На сегодняшний день для систем малой энергетики одними из самых перспективных считаются СЭС на основе микротурбинных установок (МТУ), мощность которых в настоящее время ограничена на уровне 250 - 400 кВт.

1. Структура СЭС на основе микротурбинных установок

Основным функциональным элементом МТУ является газовая турбина, на одном валу с которой расположен ротор электрического генератора. Разработка МТУ активно началась во многих промышленно-развитых странах в 90-х годах прошлого века, мировыми лидерами по производству таких установок являются компании Capstone, Honeywell, Calnetix, и др. Преобразование тепловой энергии в электрическую в МТУ осуществляется в различных термодинамических циклах (Брайтона, Стирлинга, Ренкина, Эиксона и др). Источником теплоты в МТУ может служить теплота сгорания большинства промышленных (природный газ и попутный газы, дизельное топливо, бензин, керосин, уголь, торф), а также перспективных видов топлива (биодизель и биогаз, древесные гранулы и брикеты). Кроме того, в МТУ возможно эффективное преобразование низкопотенциальной тепловой энергии, например, солнечной и геотермальной, а также энергии, являющейся побочным продуктом технологических процессов (так называемое сбросное тепло). Расчёты специалистов показывают, что для преобразования энергии низкопотенциальных тепловых источников с возможным диапазоном температур от 60 до 180 °С наиболее экономичным является органический цикл Ренкина (Organic Rankine Cycle, ORC), в котором в качестве рабочего тела используются органические вещества, например, современные экологически безопасные фреоны. Функциональная схема микротурбинной энергоустановки, работающей по органическому циклу Ренкина, приведена на рис. 1.

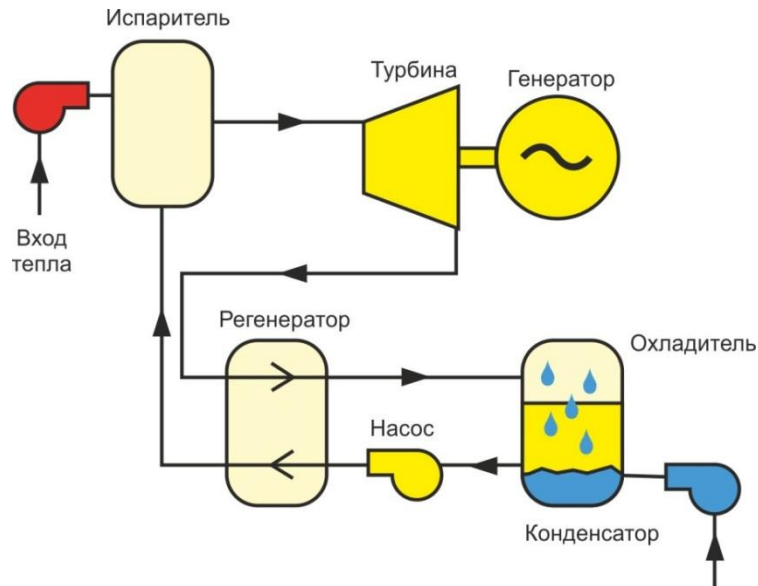


Рис. 1 Функциональная схема микротурбинной энергоустановки, работающей по ORC

1.1. Генератор

При относительно небольших мощностях МТУ, наибольшая эффективность преобразования энергии рабочего тела в механическую энергию вращения ротора достигается при использовании радиально-осевых центробежных турбин. При этом, как показывают расчёты специалистов, частота вращения таких маломощных турбин должна быть относительно высокой, исчисляемой десятками-сотнями тысяч об/мин.

Соответственно, электрический генератор МТУ, ротор которого располагается на общем валу с турбиной, также является высокоскоростным, что достижимо только в бесконтактных электрических машинах (ЭМ), среди которых наиболее распространены:

- асинхронные электрические машины;
- индукторные машины;
- ЭМ с возбуждением от постоянных магнитов (ПМ).

Для **асинхронных ЭМ** характерно потребление из сети реактивного тока и наличие значительного тепловыделения в роторе, что в конечном счёте приводит к недостаточно высокому КПД и сравнительно низким массо-габаритным показателям.

Индукторная ЭМ отличаются улучшенными массо-габаритными показателями, надёжностью и простотой конструкции, низкой себестоимостью, хорошими регулировочными и динамическими характеристиками. Однако, в этих машинах, также как и в асинхронных, имеют место потери в роторе.

Машины с возбуждением от ПМ теоретически обладают наибольшей энергетической эффективностью по сравнению с остальными типами бесконтактных машин, практически не потребляют из сети реактивного тока ($\cos\phi \rightarrow 1$), отличаются простотой электрической схемы и высокой надёжностью. Поэтому, как показывает практика, именно ЭМ с возбуждением от постоянных магнитов применяются в подавляющем большинстве МТУ ведущих мировых производителей.

1.2. Подшипники МТУ

Работоспособность работы микротурбинной установки во многом определяется выбором подшипников. Основные трудности этого выбора связаны с высокими скоростями вращения вала, с большими радиальными и осевыми нагрузками, с необходимостью работы в широком диапазоне температур при воздействии вибрационных и ударных нагрузок. Для высокоскоростных МТУ в подавляющем большинстве случаев применяются бесконтактные подшипники, так как на сегодняшний день даже самые совершенные подшипники качения с керамическими шариками имеют ограниченный ресурс работы, нуждаются в сложных системах смазки и охлаждения, требуют прецизионного монтажа и, в целом, являются достаточно дорогостоящим изделием. Среди бесконтактных подшипников на сегодняшний день наибольшее распространение получили магнитные гасостатические и газодинамические подшипники. При этом опыт показывает, что для применения в МТУ наиболее целесообразно применять лепестковые газодинамические подшипники (ЛГП), являющиеся разновидностью подшипников с газовой смазкой. Эти подшипники не нуждаются ни во внешнем источнике сжатого газа, необходимом для работы гасостатических опор, ни в источнике электроэнергии, питающем электромагнитные опоры. Ресурс ЛГП превышает 200000 часов и 100000 циклов «пуск/останов», частота вращения может достигать до 750 тысяч об/мин, а вес ротора может достигать 70 кг.

1.3. Электрическая часть установок

Величина и частота напряжения, вырабатываемого электротурбогенератором (ЭТМ), в процессе работы изменяются в зависимости от мощности нагрузки, давления и температуры рабочего тела и других факторов, тогда как выходное напряжение МТУ должно соответствовать стандартному напряжению общепромышленных сетей переменного тока: однофазного 220 В, 50 Гц при мощности энергоустановки до 10 кВт или трёхфазного 380/220 В, 50 Гц при мощности 10 ÷ 200 кВт с достаточно жёсткими требованиями к стабильности этих

значений и коэффициенту гармоник. Поэтому электрическая силовая часть МТУ, функциональная схема которой изображена на рис. 2, выполняется по схеме со звеном постоянного тока. Выходное напряжение ЭТГ переменного тока высокой нестабильной частоты подаётся на вход электронного преобразователя ЭЛП1 (в простейшем случае неуправляемого мостового выпрямителя с фильтром на выходе). На выходе ЭЛП1 формируется напряжение U_d шины постоянного тока, к которой подключается электронный преобразователь ЭЛП2, основной функцией которого является формирование выходного синусоидального напряжения переменного тока заданного качества с частотой 50 Гц. Заметим, что такая структура СЭС позволяет осуществлять электрический запуск энергоустановки. В этом случае ЭЛП1 будет выполнять роль инвертора, передавая энергию от шины постоянного тока к электрической машине и обеспечивая работу ЭТГ в двигательном режиме. Соответственно, источником энергии в шине постоянного тока могут служить автономные источники, например, аккумуляторные батареи (на рис. 2 не показаны) или энергия может потребляться из сети переменного тока. В последнем случае преобразователь ЭЛП2 будет играть роль выпрямителя (активного или пассивного).

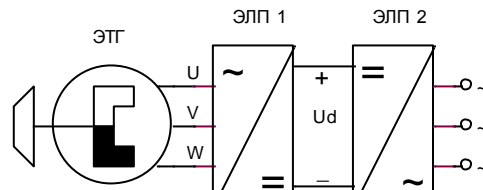


Рис. 2 Функциональная схема микротурбинной

2. Моделирование процессов ЭТМ

2.1. Постановка задачи

На первом этапе исследования рассматриваемой микротурбинной установки требовалось оценить работоспособность электрогенератора. Как известно, одним из способов исследования физических систем (особенно когда проведение экспериментов над реальной системой невозможно или нецелесообразно) является замена реального объекта на виртуальный посредством математических моделей. Именно при помощи имитационного компьютерного моделирования были проанализированы различные режимы работы МТУ и оценены ее параметры.

В качестве объекта исследования рассматривается электромеханическая система на базе синхронного электрогенератора на лепестковых газодинамических подшипниках с возбуждением от постоянных магнитов, входящая в состав установки для утилизации низкопотенциального тепла в органическом цикле Ренкина.

Параметры электрогенератора приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры электрогенератора

Параметр	Величина
Номинальная мощность P_2	1000 Вт
Номинальная частота вращения $n_{ном}$	100 тыс. об/мин
Частота всплывтия опор $n_{вспл}$	12 тыс. об/мин
Число полюсов $2p$	2
Число фаз m	3
Схема соединения фаз	звезда
Сопротивление фазы R_f	0,28 Ом
Индуктивность фазы L_f	360 мкГн
Рабочее тело	Фреон

2.2. Моделирование магнитного поля в электрогенераторе

На первом этапе исследования проводилось моделирование магнитного поля в электрогенераторе. В настоящее время существует множество вычислительных пакетов, позволяющих моделировать магнитные поля. Подавляющее большинство этих пакетов используют метод конечных элементов для расчёта индукций и напряжённостей в каждой точке пространства. В качестве основного пакета для моделирования был выбран пакет прикладных программ COMSOL, исходными данными являлись геометрические и обмоточные данные ЭТГ, характеристики материалов постоянного магнита и участков магнитопровода, а также параметры исследуемого режима работы.

В результате проведённого моделирования получены картины распределения магнитного поля в ЭТГ для различных режимах его работы, а также осциллограммы линейных и фазных напряжений и токов. Распределение индукции магнитного поля вдоль расточки якоря приведено на рис. 7, а на рис. 8 – пространственное распределение магнитного поля в зазоре ЭТГ. Видно, что распределение индукции является синусоидальным, с проявлением зубцовых гармоник.

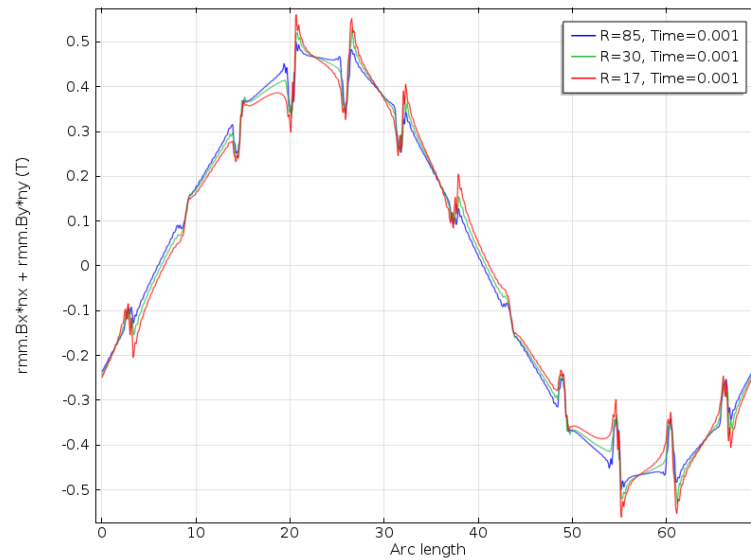


Рис. 7 Распределение индукции вдоль рашочки якоря при различных сопротивлениях нагрузки генератора

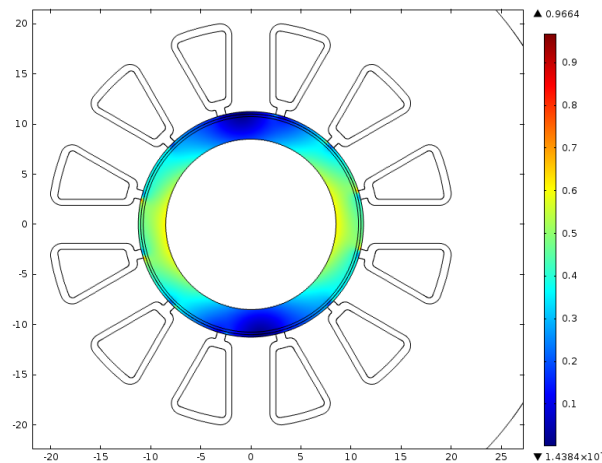


Рис. 8 Двухмерная картина распределения магнитного поля

На следующем этапе исследования определялись электромагнитные параметры ЭТГ при подключении нагрузки. Для этого разработанная модель была расширена электрической схемой, имитирующей нагрузку. Для сокращения времени расчётов нагрузка была задана симметричной трёхфазной, подключенной непосредственно к выводам фазных проводов ЭТГ. На рис. 9 приведены кривые фазных напряжений, а на рис. 10 фазных токов для различных значений сопротивления нагрузки. Моделирование проводилось для номинального режима, режима перегрузки (примерно в 2,8 раза) и режима, соответствующего примерно 60% номинальной мощности. По рис. 9 видно, что при изменении нагрузки выходное напряжение ЭТГ изменяется несущественно, а именно, при изменении мощности нагрузки в 5 раз амплитуда фазного напряжения изменяется лишь на 6%. Полученный результат позволил сделать вывод о том, что при работе ЭГ постоянный магнит практически не изменяет своего состояния, что характерно для цилиндрической конструкции ротора. Полученные результаты моделирования позволили ввести допущение о том, что вне зависимости от режима работы потокосцепление в ЭГ не изменяется. Для номинального режима в COMSOL было рассчитано значение потокосцепления $\Psi = 13,85$ мВб.

Таким образом, с помощью пакета COMSOL были определены основные характеристики магнитного поля, проведена проверка ЭГ на устойчивость к перегрузкам и определено значение потокосцепления, которое использовалось в дальнейших расчётах.

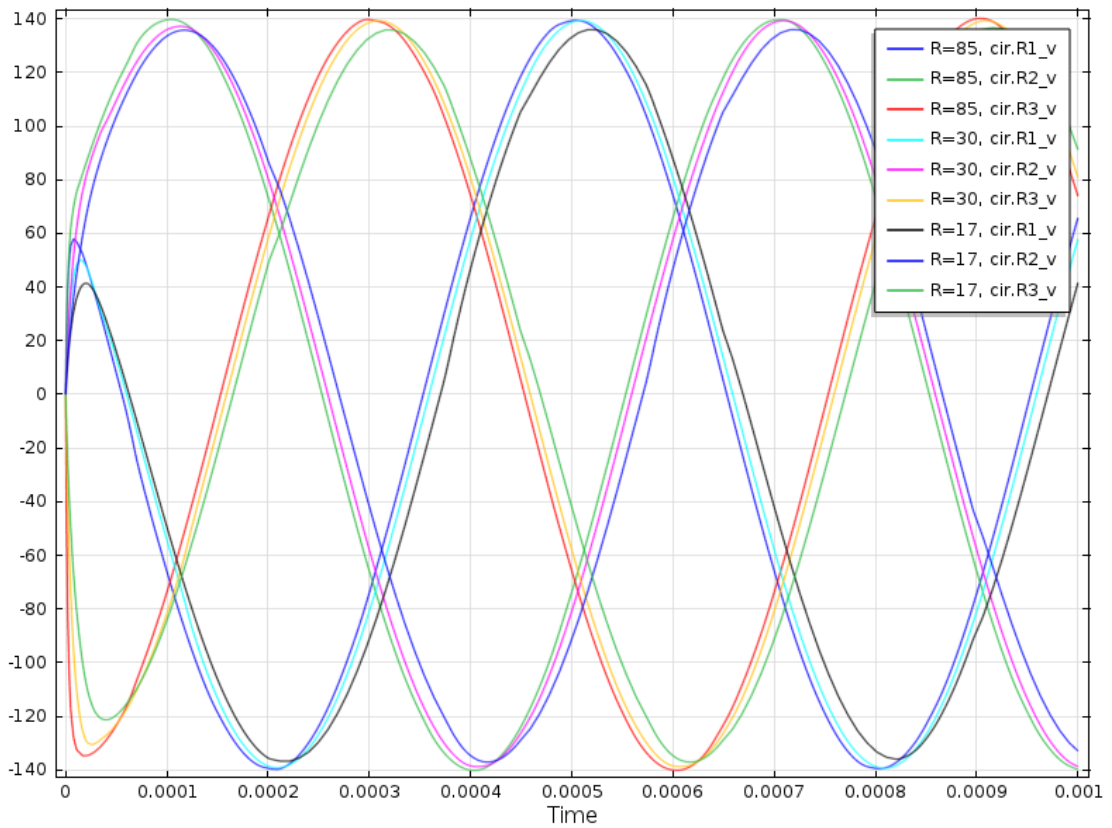


Рис. 9 Фазные напряжения

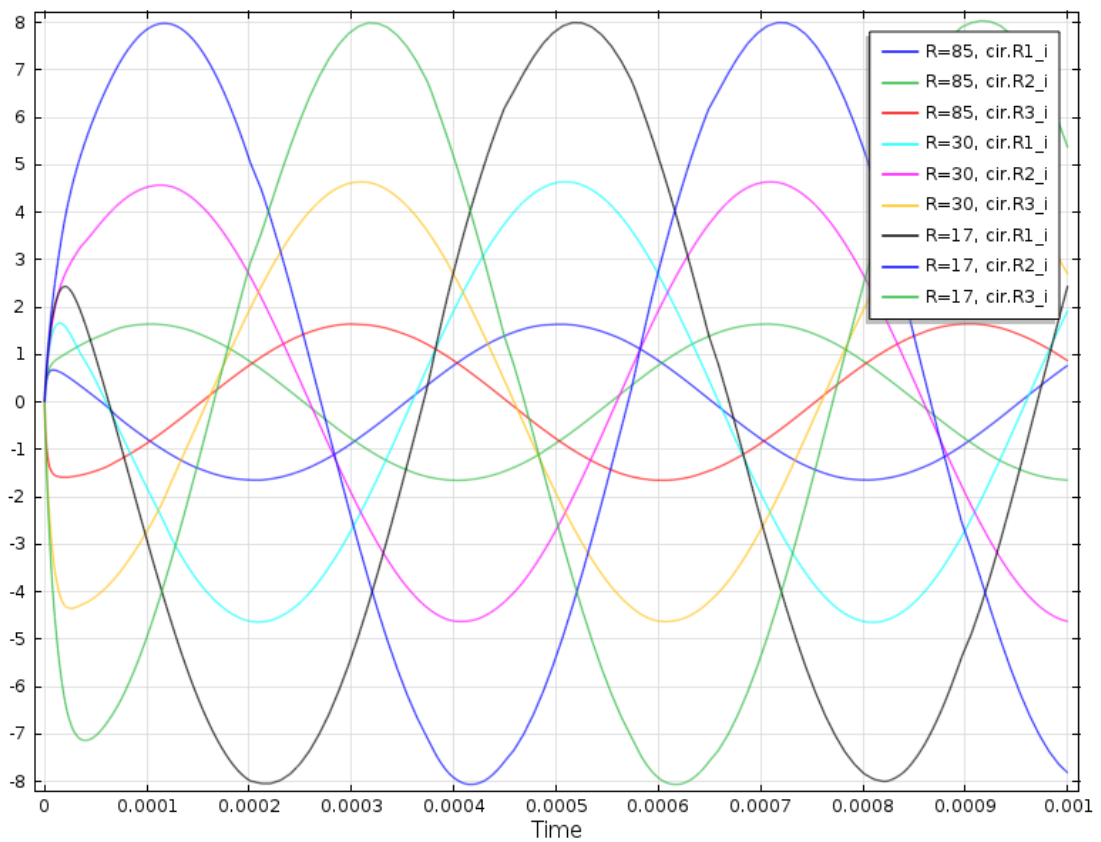


Рис. 10 Фазные токи

2.3. Моделирование ЭТМ при работе на нагрузку в генераторном режиме

Анализ процессов, происходящих в ЭТМ посредством программы COMSOL дал хорошие результаты, но потребовал больших затрат машинного времени. Для анализа большинства режимов работы ЭТМ не требуется доскональное исследование распределения магнитного поля в пространстве. Так же результаты, моделирования

в программе COMSOL показали малое изменение поля машины при работе на различные нагрузки. Поэтому было принято решение ввести допущение о неизменности картины поля в машине в процессе работы. Помимо этого было решено распределение магнитного поля считать синусоидальным. Это позволило подойти к анализу ЭГ с позиции обобщённой электрической машины. Дальнейшие исследования работы ЭГ проводились с помощью программы Matlab (пакет Simulink).

Рассматриваемый ЭТГ представляет собой систему, состоящую из нескольких блоков: электрической машины, преобразователя (выпрямителя) и нагрузки.

Уравнение, описывающее электрические процессы в обмотке фазы А статора в модели ЭТГ, имеет вид:

$$u_{as} = i_{as} r_{as} + \frac{d\Psi_{as}}{dt}, \text{ где } \frac{d\Psi_{as}}{dt} = L_{as} \frac{di_{as}}{dt} - 0.5M \frac{di_{bs}}{dt} - 0.5M \frac{di_{cs}}{dt}.$$

Схема замещения обмотки представлена на рис. 11:

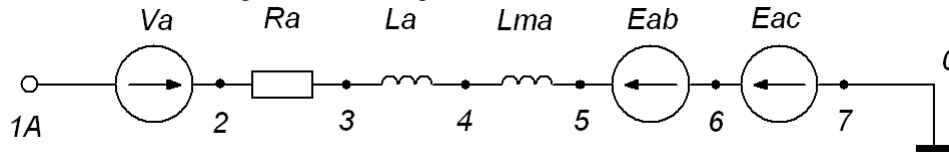


Рис. 11 Схема замещения обмотки

Система уравнений, описывающая электромагнитные процессы в ЭТГ, реализована с помощью силовых элементов библиотеки SimPower Systems и визуальных блоков пакета Simulink.

Схема такой модели блока ЭМ представлена на рис. 12.

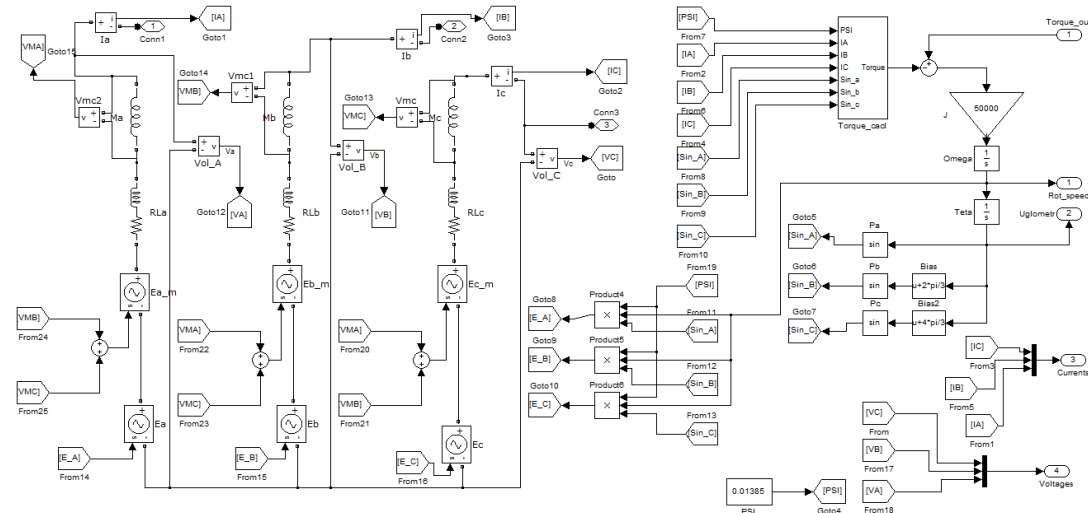


Рис. 12 Схема модели электрической машины

Обмотки машины представлены в виде электрической цепи, состоящей из активных сопротивлений, собственных индуктивностей каждой фазы и взаимных индуктивностей фаз. В состав электрической цепи также входят ЭДС, формируемая в фазе рабочим потоком ЭМ и ЭДС взаимоиндукции.

Уравнения, описывающие значения фазных ЭДС $e_i = \Psi \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi)$, реализованы

следующим образом: сигналы с блоков PSI (имитирует величину потокосцепления), Sin, и Integrator (блок скорости вращения) подаются на вход блока операции умножения Product. На выходе этого блока формируется сигнал, равный мгновенному значению ЭДС соответствующей фазы. Этот сигнал подаётся на вход управляемого источника напряжения, формирующего ЭДС в электрической цепи фазы.

При протекании фазного тока через индуктивное сопротивление M (Ma для фазы А, Mb для фазы В и Mc для фазы С) на нём формируется падение напряжения, равное $\Delta U_M = M \frac{di_{\phi}}{dt}$. ЭДС взаимоиндукции фазы

задаётся в модели как сумма падений напряжений на индуктивных сопротивлениях M двух других фаз. Измерение этих падений напряжений выполняется с помощью блока вольтметра Voltage Measurement. Полученные величины ЭДС взаимоиндукции, также как и в случае вычисления фазного ЭДС подаются на вход управляемых источников напряжения $E_{a,m}$, $E_{b,m}$ и $E_{c,m}$.

Модель механической подсистемы представлена на рис. 13. В ней реализованы уравнение вычисления электромагнитного момента ЭМ:

$$M_{эм} = \frac{3}{2} p \cdot \sum \Psi_{ik} \cdot i_{ki} \text{ (блок Torque_calc) и уравнение движения } M_{эм} = \frac{3}{2} p \cdot \sum \Psi_{ik} \cdot i_{ki}$$

$$J \frac{d\Omega}{dt} \pm M_c = M_{эм}$$

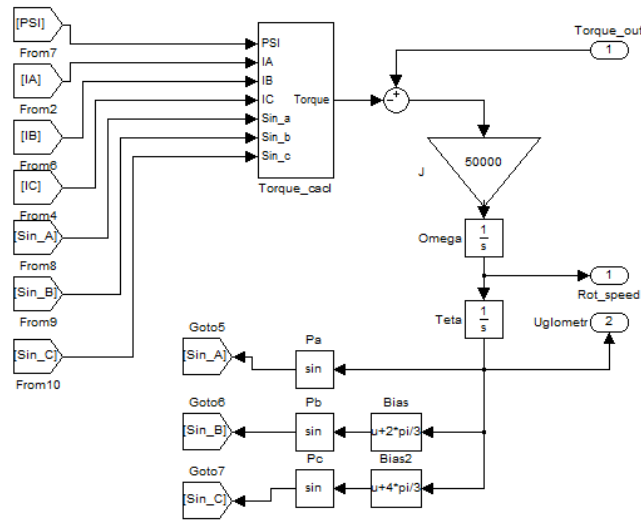


Рис. 13 Модель механической подсистемы

Структурная схема блока Torque_calc, приведена на рис. 14. Входными данными для вычисления электромагнитного момента являются значения потокосцепления, синуса, а также сигналы с датчиков измерения тока Current Measurement в цепях обмоток статора. В блоках Product, Product1 и Product2 осуществляется вычисление проекции вектора тока каждой фазы на поперечную ось ЭМ. Далее, эти проекции складываются в блоке суммирования. С помощью блока Product3 осуществляется вычисление произведения двух величин: суммарного тока по поперечной оси и потокосцепления ЭМ, таким образом, на выходе этого блока формируется сигнал, равный электромагнитному моменту ЭМ.

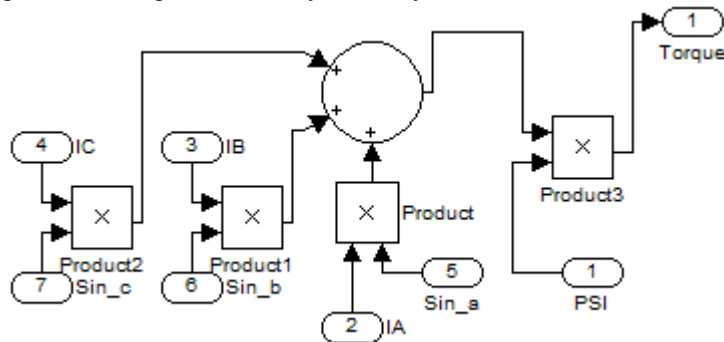


Рис. 14 Блок-схема алгоритма вычисления электромагнитного момента

Угловое положение ротора является величиной, формируемой интегрированием частоты вращения ротора, которая в свою очередь также является интегральной величиной от разницы моментов относительно момента инерции.

Моделирование генераторного режима работы машины осуществляется посредством имитации подключения к ней блоков электрической нагрузки и выпрямителя, а также блока, формирующего внешний вращающий момент. Структурная схема такой системы приведена на рис. 15.

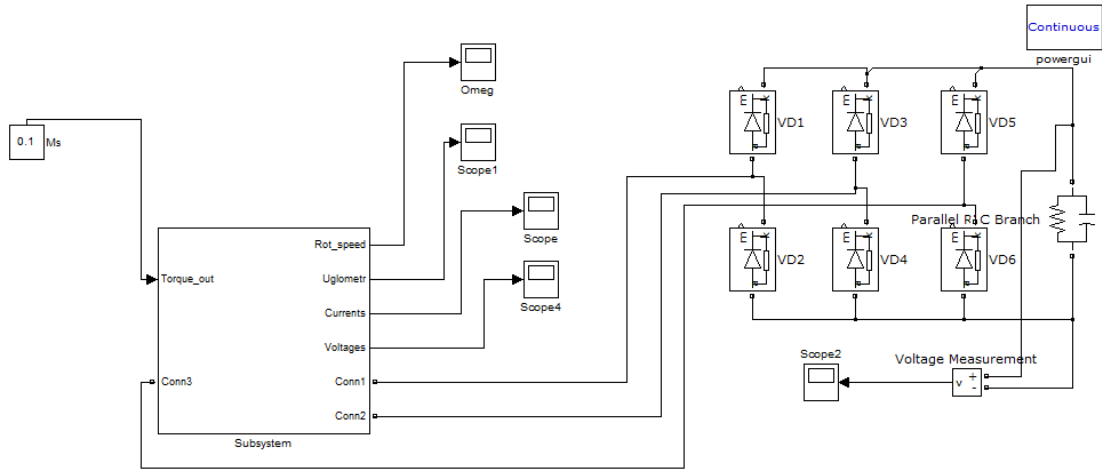


Рис. 15 Структурная схема генераторного режима работы ЭТМ

В момент времени $t=0$ на вход блока электрической машины подается постоянный вращающий момент величиной $0.1 \text{ Н}\cdot\text{м}$, представленный блоком *Ms*. Для сокращения времени расчёта в блоке интегратора *Omega* (рис. 12) задано значение начальной скорости, близкое к скорости установившегося режима. Возможность изменять начальную частоту вращения ротора генератора позволяет исследовать на модели рабочий режим, не затрачивая времени на расчёт режима запуска, который требует значительных затрат машинного времени.

Осциллографы *Omeg*, *Score*, *Score1* и *Score4* отображают величины фазных напряжений и токов, а также скорость вращения ротора ЭМ и угол положения ротора в пространстве.

Результаты моделирования приведены на рис. 16,17.

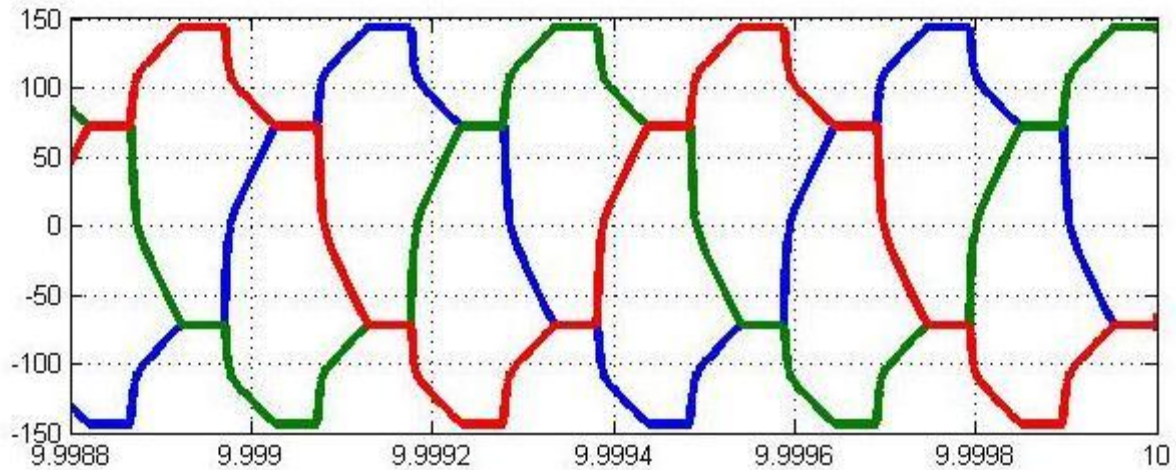


Рис. 16 Фазные напряжения генератора в номинальном режиме работы.

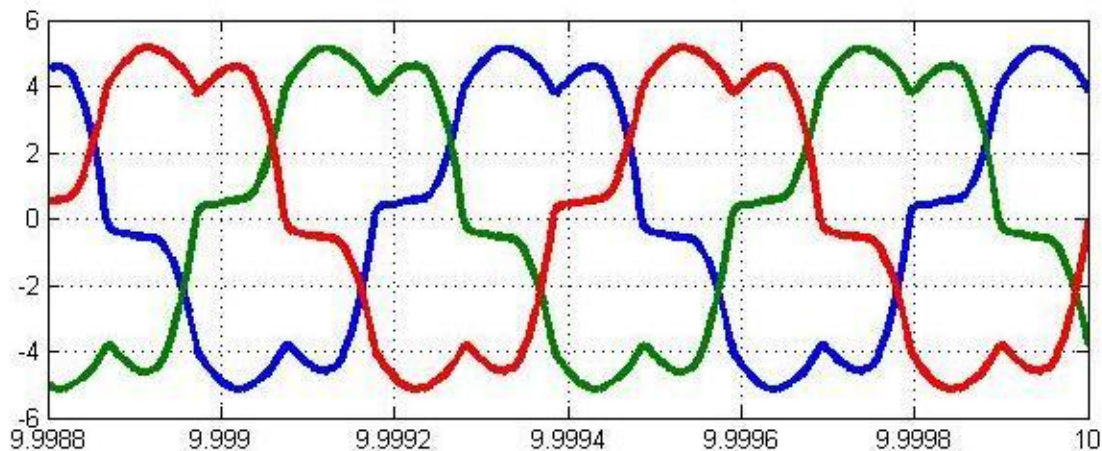


Рис. 17. Фазные токи в номинальном режиме работы.

2.4. Эксперимент

На основе ТЗ и расчетных данных на кафедре электротехнических комплексов автономных объектов (ЭКАО) НИУ МЭИ был разработан и изготовлен опытный образец электротурбогенератора ЭТГ-1, фото и

трехмерный эскиз которого приведены на рис. 18. Проверка работоспособности турбогенератора была проведена уже на реальном образце.

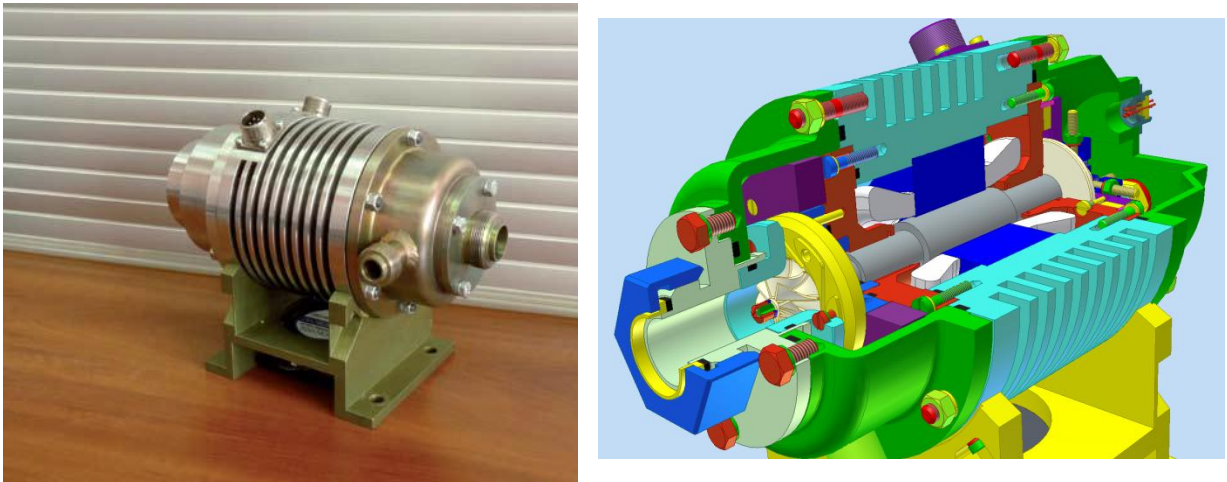


Рис. 18 Вид ЭТГ-1

Для этого специалистами в НИИ механики МГУ им. М.В. Ломоносова был изготовлен стенд, на котором с помощью сжатого воздуха приводится во вращение ротор турбогенератора и осуществляются различные режимы его нагрузки. Схема электрической части стенда приведена на рис. 19.

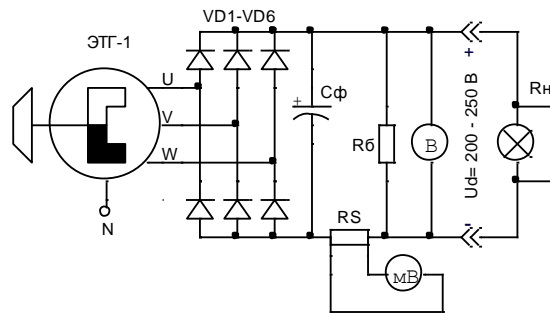


Рис. 19 Схема электрической части экспериментальной установки

Выводы U, V, W, фаз турбогенератора ЭТГ-1 подключаются к входу трёхфазного мостового неуправляемого выпрямителя, собранного на высокочастотных выпрямительных диодах.

C_{ϕ} - фильтр.

Резистор R_b выполняет роль балластной нагрузки, которая позволяет избежать разрушения на холостом ходу при наличии давления на входе в турбину.

Вольтметр «В» используется для измерения напряжения U_d на шинах постоянного тока,

С помощью милливольтметра «мВ» измеряется величина тока нагрузки по падению напряжения на шунте RS.

Резистор R_n представляет собой ряд ламп накаливания мощностью 200 и 300 Вт, используемых в качестве внешней нагрузки. Лампы подключались с помощью тумблеров, имитировалось четыре дискретных уровня внешней нагрузки. На рис. 22 приведена фотография процесса испытаний турбогенератора на воздушном стенде при максимальной подключённой нагрузке.

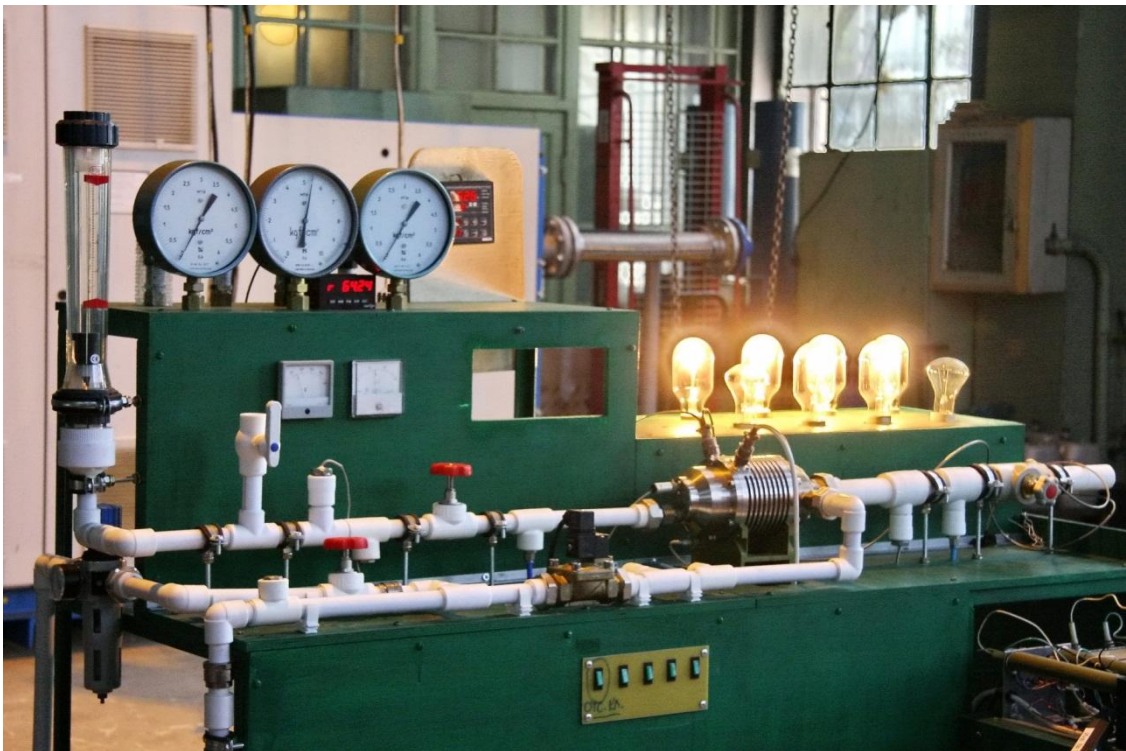


Рис. 20 Испытания ЭТГ-1 на воздушном стенде

Испытания установки проводились при частотах вращения ротора $n=60, 90$ и 100 тыс. об/мин. При этом частота вращения поддерживалась на постоянном уровне ($\pm 10\%$ от заданного) при переменной нагрузке. Стабилизация осуществлялась с помощью ручного регулирования давления и расхода воздуха.

Экспериментально полученные осциллограммы фазных токов и напряжений ЭТГ приведены на рис. 21.

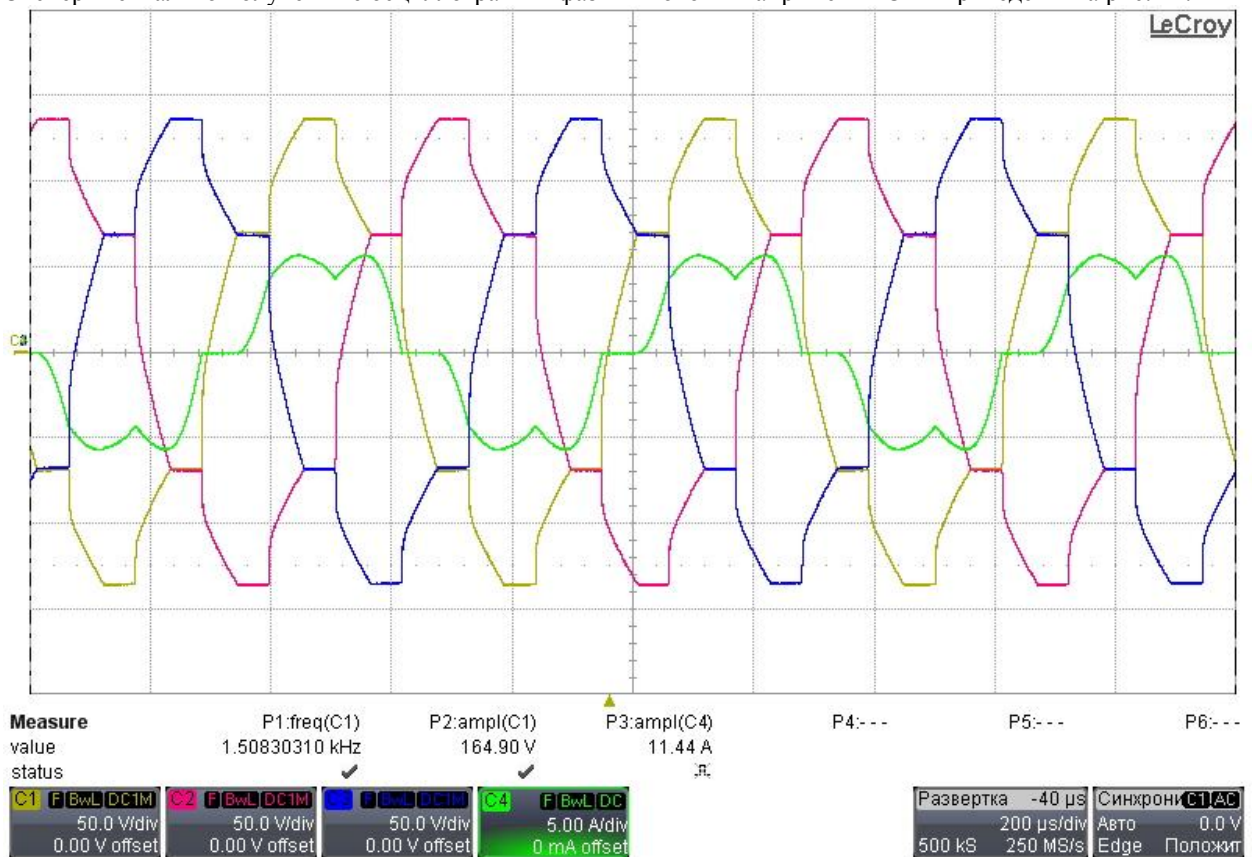


Рис. 21. Осциллограммы фазных напряжений и одного фазного тока при экспериментальном исследовании.

Сопоставление результатов моделирования и экспериментальных исследований (см. рис. 16 и 17 и 21) показали их несущественное различие, что позволяет судить об адекватности разработанной модели.

В результате экспериментального исследования также были получены внешние характеристики турбогенератора, которые приведены на рис. 22.

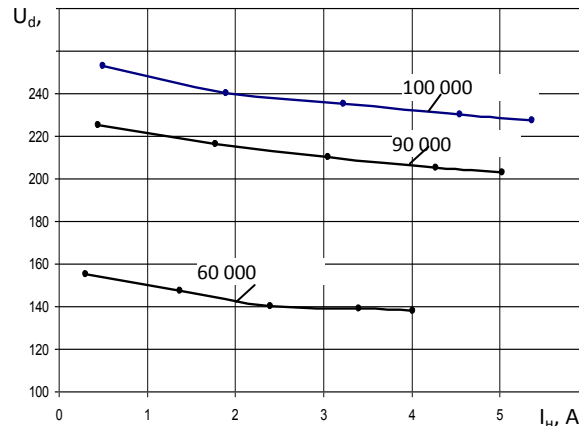


Рис. 22 Внешние характеристики генератора

Заключение

В докладе рассмотрена энергетическая установка для преобразования низкопотенциального тепла в электрическую энергию. Рассмотрены типовые структуры микротурбинных установок, приведены обоснования для выбора наиболее оптимальной структуры. Рассмотрены различные варианты исполнения электрических машин для микротурбинных установок, обоснована перспективность применения электрически машин с постоянными магнитами. Рассмотрены подходы к созданию модели электрической машины с постоянными магнитами, и разработаны две различные модели. С помощью разработанных моделей проведены расчёты, которые дали результаты, близкие к результатам экспериментального исследования. Таким образом, рассмотренные в докладе модели подтвердили свою адекватность и могут быть использованы для дальнейших исследований ЭТГ, в частности для исследования режима запуска, для которого экспериментальное исследование затруднено, ввиду невозможности осуществления частых запусков машин с ЛГП.

В дальнейшем планируется расширить и дополнить разработанную модель блоком турбины для исследования работы всей системы электроснабжения в целом.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРОИЗВОДСТВА КОЛЬЦЕВЫХ ЛАЗЕРОВ

Новиков С.С., Потапова Т.А., Савельев И.И., Хлебников П.А.
МИЭМ НИУ ВШЭ, Москва МФТИ

Рассмотрены этапы проектирования единой информационной системы поддержки производства лазеров, в итоге, разработана ее модель сущность–связь с использованием CALS – и CASE – технологий.

Information system support in ring laser productions. Novikov S., Potapova T., Sevel'ev I., Khlebnikov P.

Issues on the stages of designing a unified information system support of the laser productions, in turn, a new entity-relationship model is developed, using CALS – and CASE – technologies.

Производство кольцевых лазеров – наукоёмкий процесс, основанный на современных технологиях. Его производительность и устойчивость в большей степени зависит от организации информационной системы поддержки этого процесса.

Актуальной задачей сегодня является переход от распределенных хранилищ данных к единой информационной системе.

В настоящей работе на основе анализа технологического процесса производства кольцевых лазеров – датчиков лазерных гироскопов с использованием CALS – и CASE – технологий разработана модель сущность–связь единой информационной поддержки производства лазеров.

В ходе концептуального проектирования определены типы сущностей и связей, атрибуты и их домены, потенциальные и первичные ключи. Проведена проверка модели на отсутствие избыточности и соответствие конкретным пользовательским транзакциям.

На этапе логического проектирования исключены особенности, несовместимые с реляционной моделью, определен набор отношений, проведена проверка отношений с помощью правил нормализации и соответствия

отношений требованиям пользовательских транзакций, определены требования поддержки целостности данных.

На этапе физического проектирования определены базовые отношения в среде целевой СУБД, ограничения предметной области, выбрана файловая структура и определены индексы. Разработаны инструменты подключения существующих распределенных хранилищ к единой информационной системе.

Проектирование информационной системы

Проектирование информационной системы включает в себя создание проекта базы данных, предназначенной для поддержки функционирования предприятия. Этот этап охватывает концептуальное, логическое и физическое проектирование базы данных. Однако, этап физического проектирования выходит за рамки данного доклада и может рассматриваться в контексте отдельно выбранной работы.

Концептуальное проектирование

Концептуальное проектирование информационной системы можно разделить на ряд этапов:

1. Определение типов сущностей.
2. Определение типов связей.
3. Определение атрибутов и их доменов.
4. Определение атрибутов, являющихся потенциальными и первичными ключами.
5. Проверка модели на отсутствие избыточности.
6. Проверка соответствия концептуальной модели конкретным пользовательским транзакциям.

Этап 1. Определение типов сущностей

Тип сущности (entity type) является основной концепцией ER-модели. Он представляет собой группу объектов реального мира, обладающих одинаковыми свойствами.

На данном этапе каждой сущности присваивается определенное осмысленное имя, которое помещается в словарь данных. Для большей наглядности в словаре данных выделены участки производства датчика лазерного гироскопа (таблица 1).

Таблица 1. Фрагмент словаря данных, содержащий описание сущностей

Имя сущности	Описание	Местонахождение экземпляра сущности
Корпус		
Body	Заготовка корпуса	Заготовки корпуса поступают с завода-изготовителя на входной контроль.
BodyMap	Маршрутно-проводительная карта, формируется после успешного прохождения корпусом входного контроля.	Маршрутно-проводительная карта передается вместе с корпусом в соответствии с технологическим маршрутом, конечный этап – передача на сборку резонатора.
BodyLegend	История прохождения корпусом ТО и измеряемые параметры.	Отображена в маршрутно-проводительной карте. Передается на сборку резонатора.
BodyTrash	Информация по бракованным корпусам.	Отображена в актах, хранится в лаборатории.
Ножка		
Disk	Диск	Диски поступают с завода-изготовителя на входной контроль.
StemLegend	История прохождения ножкой ТО и измеряемые параметры.	Отображена в маршрутно-проводительной карте. Передается на сборку резонатора.
StemTrash	Информация по бракованным ножкам.	Отображена в актах, храниться в лаборатории.
Комплект зеркал		
Substrate	Подложка	Подложки поступают с завода изготовителя на входной контроль.
SubstrateTrash	Информация по бракованным подложкам.	Отображена в актах, храниться в лаборатории.
SubstrateSet	Комплект подложек, проходит напыление в отдельной лаборатории без измерения параметров.	Комплект подложек формируется и проходит напыление в НИИ «Полус».
SubstrateSetLegend	История прохождения комплектом подложек ТО с параметрами оборудования, на котором проводились ТО.	Заполняется в лаборатории, проводящей напыление.

Mirror	Зеркала, делятся на плоские, сферические и пьезо.	Зеркала поступают комплектом после напыления и проходят контроль параметров.
MirrorTrash	Информация по бракованным зеркалам.	Отображена в актах, храниться в лаборатории.
MirrorSet	Комплект зеркал	Комплект зеркал формируется из свободных на данный момент с учетом их параметров. Передается на сборку резонатора.
Резонатор		
Resonator	Резонатор	Собирается из корпуса, комплекта зеркал, ножки и катода. Для обезгаживания используется геттер.
ResonatorLegend	История сборки резонатора и прохождения им ТО.	Отображена в маршрутно-сопроводительной карте. Передается на сборку датчика.
Датчик		
Sensor	Датчик	Собирается на основе резонатора с использованием различных деталей.
SensorLegend	История сборки датчика и прохождения им ТО.	Отображена в маршрутно-сопроводительной карте. Передается на следующий этап производства лазерного гироскопа.
Пользователи		
AuthorizedUser	Список пользователей системы с различными правами доступа.	Участок производства датчиков.

Этап 2. Определение типов связей

На этом этапе определяются типы связей сущностей, а также накладываются ограничения кратности. Способы представления ограничений кратности представлены в таблице 2, фрагмент словаря данных, содержащий описание связей в таблице 3.

Таблица 2. Способы представления ограничений кратности

Способы представления ограничений кратности	Описание
0...1	Ноль или один экземпляр сущности
1...1	Только один экземпляр сущности
1...*	От одного и больше экземпляров сущности
0, 1, 3-5	Ноль, один, три, четыре или пять экземпляров сущности

Таблица 3. Фрагмент словаря данных, содержащий описание связей

Имя сущности	Кратность	Имя сущности	Кратность
Body	0...1	BodyMap	1...1
	0...1	BodyLegend	1...*
	0...1	BodyTrash	1...1
Disk	0...1	StemLegend	1...*
	0...1	StemTrash	1...1
Substrate	0...1	SubstrateSet	*...*
	0...1	Mirror	1...1
	0...1	SubstrateTrash	1...2
SubstrateSet	0...1	SubstrateSetLegend	1...1
Mirror	0...1	MirrorSet	4...4
	0...1	MirrorTrash	1...1
Resonator	1...1	MirrorSet	0...1
	1...1	Body	0...1
	1...1	Disk	0...1
	0...1	ResonatorLegend	1...1
	0...1	Sensor	1...1
Sensor	0...1	SensorLegend	1...1

AuthorizedUser	0...1	BodyLegend	1...*
	0...1	StemLegend	1...*
	0...1	SubstrateSetLegend	1...*
	0...1	ResonatorLegend	1...*
	0...1	SensorLegend	1...*

Выявленные типы сущностей и связей позволяют создать первую версию ER-диаграммы, изображенную на рисунке 1.

При разработке концептуальной модели данных могут возникнуть проблемы, которые принято называть дефектами соединения (connection trap). Существуют два основных типа дефектов соединения: дефект типа «разветвление» и дефект типа «разрыв». При недостаточном понимании сути установленных связей может быть создана модель, не отвечающая истинным представлениям реального мира. Представленная модель была проанализирована на наличие дефектов соединения, единственный найденный дефект был устранен.

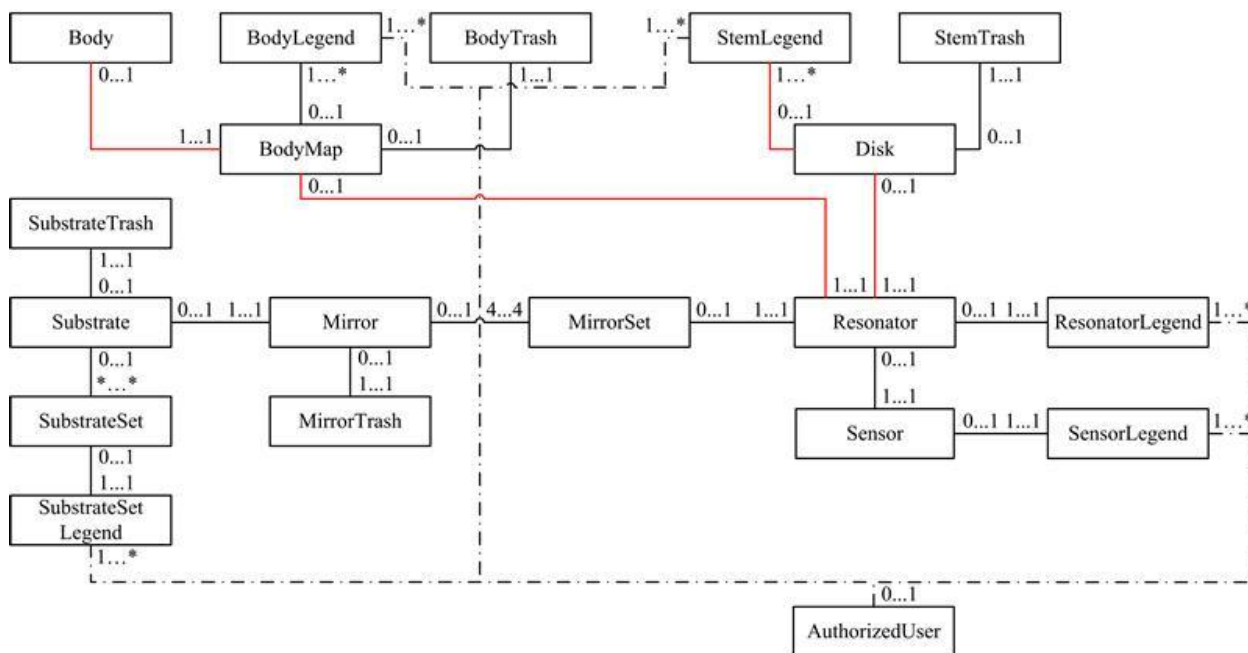


Рис. 1. ER-модель

Этап 3. Определение атрибутов и их доменов

Основные атрибуты выявленных сущностей, относящихся к корпусу и ножке резонатора, представлены в таблице 4. Для краткости часть атрибутов, являющихся набором параметров элемента, объединены в составной атрибут «parameters». Все части этого атрибута равнозначны между собой относительно представленной модели данных, поэтому такой подход не влияет на наглядность.

Этап 4. Определение атрибутов, являющихся потенциальными и первичными ключами

На этом этапе для каждой сущности устанавливается потенциальный ключ (или ключи), после чего осуществляется выбор первичного ключа (ПК). Потенциальным ключом называется атрибут или минимальный набор атрибутов заданной сущности, позволяющий однозначно идентифицировать каждый ее экземпляр. Для некоторых сущностей возможно наличие нескольких потенциальных ключей. В этом случае среди них выбирается один ключ, который будет называться первичным ключом. Все остальные ключи будут называться альтернативными ключами.

В ходе анализа атрибутов были выявлены потенциальные ключи для каждой сущности. В таблице 4 такие атрибуты выделены нижним подчеркиванием **ID body map**.

Для выбора первичного ключа были сформулированы ряд критериев:

- ПК должен быть с минимальным набором атрибутов.
- Вероятность изменения значений ПК должна быть минимальной (что особенно важно в условиях изменяющегося технологического процесса НИИ «Полус»).
- ПК должен иметь минимальную длину.
- ПК должен обеспечивать простоту работы с точки зрения пользователей.

В таблице 4 первичный ключ выделен жирным шрифтом с нижним подчеркиванием **ID body**.

Таблица 4. Фрагмент словаря данных, содержащий описания атрибутов сущностей

Имя сущности	Атрибуты	Описание	Тип и размерность представления данных	Пустые значения
Body	ID body	Номер заготовки корпуса	Символьное поле длиной до 20 символов, состоит из трех цифр от 1 до 999, разделенных точками. В случае реставрации добавляется «Вр» от одного до трех раз, так же отделяется точками	Нет
	Parameters	Параметры заготовки корпуса (углы между осями каналов, диаметры диафрагм, соосность каналов и т.д.)		Да
BodyMap	ID_body_map	Номер маршрутно-сопроводительной карты	Символьное поле длиной до 9 символов, состоит из порядкового номера карты и года в формате ГГГГ, разделенных дефисом	Нет
	ID body			Нет
	date_creation	Дата создания карты	ГГГГ-ММ-ДД	Нет
	Manufacturer	Завод изготовитель	Текстовое поле со значением «ОМЗ» или «ВМЗ»	Нет
Body Legend	ID body			Нет
	operation_number	Номер ТО	Числовое поле длиной 3 символа	Нет
	operation_date	Дата проведения ТО	ГГГГ-ММ-ДД ЧЧ:ММ:СС	Нет
	user_login	Логин сотрудника, выполнившего ТО	Текстовое поле длиной до 10 символов	Нет
	Parameters	Параметры, измеряемые после ТО		Да
	Failure	Годность	1 или 0	Нет
	Comment	Комментарий	Текстовое поле длиной до 250 символов	Да
	Directed	Местонахождение корпуса (номер ТО, возврат, брак)	Текстовое поле длиной до 10 символов	Нет
Body Trash	ID body			Нет
	Comment	Описание причины брака	Текстовое поле длиной до 250 символов	Нет
Disk	ID_disk	Номер диска	Текстовое поле, состоит из четырех цифр от 1 до 9 и года изготовления в формате ГГ, разделенных пробелом	Нет
	disk_type	Тип диска	Числовое поле	Нет
	Manufacturer	Завод изготовитель	Текстовое поле со значением «ОМЗ», «ВМЗ» или «Leonardo»	Нет
	report_number	Номер акта приемки	Числовое поле	Нет
	receipt_date	Дата получения партии дисков	ГГГГ-ММ-ДД	Нет
	Failure	Годность	0 или 1	Нет
	Comment	Комментарий	Текстовое поле длиной до 250 символов	Да
Stem Legend	ID_disk			Нет
	operation_number	Номер ТО	Числовое поле длиной 3 символа	Нет
	operation_date	Дата проведения ТО	ГГГГ-ММ-ДД	Нет
	user_login	Логин сотрудника, выполнившего ТО	Текстовое поле длиной до 10 символов	Нет

	P	Оптическая частота		Нет
	N	Плоскостность		Нет
	deltaN			
	H	Глубина канавки		Нет
	Failure	Годность	0 или 1	Нет
	Comment	Комментарий	Текстовое поле длиной до 250 символов	Да
	Directed	Местонахождение корпуса (номер ТО, возврат, брак)	Текстовое поле длиной до 10 символов	Нет
Stem Trash	ID disk			Нет
	Comment	Описание причины брака	Текстовое поле длиной до 250 символов	Нет

Этап 5. Проверка модели на отсутствие избыточности

На этом этапе концептуальная модель данных анализируется на наличие избыточности данных. Для этого выполняются следующие операции:

1. Повторное исследование связей «один к одному» (1:1).

Возможно наличие двух сущностей, которые соответствуют на данном предприятии одному и тому же концептуальному объекту. В таком случае эти две сущности объединяются.

2. Удаление избыточных связей.

Связь является избыточной, если представленная в ней информация может быть получена с помощью других связей. Такие связи должны быть удалены.

Концептуальной модели данных, представленной на рисунке 1, избыточность данных не свойственна.

Этап 6. Проверка соответствия локальной концептуальной модели конкретным пользовательским транзакциям

На этом этапе происходит проверка концептуальной модели для определения того, поддерживает ли эта модель все транзакции, необходимые для пользовательского представления.

Рассмотрим пример транзакции. Необходимо просмотреть историю прохождения ТО корпусом и ножкой, установленной в конкретном резонаторе. Сведения о прохождении корпусом ТО содержатся в сущности BodyLegend, а ножки в сущности StemLegend. Номер резонатора, а так же номер использованных в нем элементов содержится в сущности Resonator. Таким образом, будут использованы связи Body (0...1) Resonator (1...1) и BodyMap (1...1) Body (0...1) для нахождения истории корпуса, Disk (0...1) Resonator (1...1) и StemLegend (1...1) Disk (0...1) для нахождения истории ножки. Графическое представление этой транзакции можно увидеть на рисунке 1 красным цветом.

Этот этап разработки является достаточно трудоемким, однако проводимые проверки крайне важны. Устранение любых ошибок в модели данных впоследствии становится намного сложнее и дороже.

В ходе проведенного анализа можно утверждать, что разработанная концептуальная модель данных отвечает требованиям пользователей и не содержит распространенных ошибок проектирования.

Логическое проектирование

Логическое проектирование информационной системы можно разделить на ряд этапов:

1. Исключение особенностей, несовместимых с реляционной моделью.
2. Определение набора отношений.
3. Проверка отношений с помощью правил нормализации.
4. Проверка соответствия отношений требованиям пользователей транзакций.
5. Определение требований поддержки целостности данных.

Этап 1. Исключение особенностей, несовместимых с реляционной моделью

Концептуальная модель данных пользовательских представлений может содержать некоторые структуры, которые плохо поддаются моделированию в обычных реляционных СУБД. К таким структурам относятся:

- Двухсторонние связи «многие ко многим» (*...*).
- Рекурсивные связи «многие ко многим» (*...*).
- Сложные связи.
- Многозначные атрибуты.

Анализ разработанной концептуальной модели данных не выявил наличия указанных выше структур при изготовлении датчика лазерного гироскопа на стадии концептуального моделирования. Таким образом, моделирование с использованием реляционной СУБД не должно вызывать трудностей.

Этап 2. Определение набора отношений

На данном этапе на основе результатов концептуального проектирования определяются наборы отношений, необходимые для представления сущностей, связей и атрибутов, входящих в представления отдельных пользователей о предметной области приложения.

Полученные на этом этапе отношения, соответствующие пользовательским представлениям, показаны в таблице 5.

Таблица 5. Отношения

Отношение
Корпус
Body (ID_body, parameters) Первичный ключ ID_body
BodyMap (ID_body, ID_body_map, date_creation, manufacturer) Первичный ключ ID_body Альтернативный ключ ID_body_map Внешний ключ ID_body ссылается на Body(ID_body)
BodyLegend (ID, ID_body, operation_number, operation_date, user_login, parameters, failure, comment, directed) Первичный ключ ID Альтернативные первичные ключи ID_body, operation_date Внешний ключ ID_body ссылается на Body(ID_body) Внешний ключ user_login ссылается на AuthorizedUser(user_login)
BodyTrash (ID_body, comment) Первичный ключ ID_body Внешний ключ ID_body ссылается на Body(ID_body)
Ножка
Disk (ID_disk, disk_type, manufacturer, report_number, receipt_date, failure, comment) Первичный ключ ID_disk
StemLegend (ID, ID_disk, operation_number, operation_date, user_login, P, h, N, deltaN, failure, comment, directed) Первичный ключ ID Альтернативные первичные ключи ID_disk, operation_date Внешний ключ ID_disk ссылается на Disk(ID_disk) Внешний ключ user_login ссылается на AuthorizedUser(user_login)
StemTrash(ID_disk, comment) Первичный ключ ID_disk Внешний ключ ID_disk ссылается на Disk(ID_disk)
Набор зеркал
Substrate (ID_substrate, substrate_type, manufacturer, parameters, failure, comment) Первичный ключ ID_substrate
SubstrateTrash (ID_substrate, comment) Первичный ключ ID_substrate Внешний ключ ID_substrate ссылается на Substrate(ID_substrate)
SubstrateSet (ID_sset, ID_substrate) Первичные ключи ID_sset, ID_substrate Внешний ключ ID_substrate ссылается на Substrate(ID_substrate)
SubstrateSetLegend (ID_sset, operation_date, user_login, parameters) Первичный ключ ID_sset Внешний ключ ID_sset ссылается на SubstrateSet(ID_sset) Внешний ключ user_login ссылается на AuthorizedUser(user_login)
Mirror (ID_substrate, parameters, failure) Первичный ключ ID_substrate Внешний ключ ID_substrate ссылается на Substrate(ID_substrate)
MirrorTrash (ID_substrate, comment) Первичный ключ ID_substrate Внешний ключ ID_substrate ссылается на Mirror(ID_substrate)
MirrorSet (ID_mset, mirror_1, mirror_2, mirror_sphere, mirror_piezo, parameters) Первичный ключ ID_mset Внешний ключ mirror_1 ссылается на Mirror(ID_substrate) Внешний ключ mirror_2 ссылается на Mirror(ID_substrate) Внешний ключ mirror_sphere ссылается на Mirror(ID_substrate) Внешний ключ mirror_piezo ссылается на Mirror(ID_substrate)
Резонатор
Resonator (ID_resonator, ID_body, ID_disk, ID_mset, ID_kathode, ID_getter) Первичный ключ ID_resonator

Внешний ключ ID_body ссылается на Body(ID_body) Внешний ключ ID_disk ссылается на Disk(ID_disk) Внешний ключ ID_mset ссылается на MirrorSet(ID_mset)
ResonatorLegend (ID, ID_resonator, operation_number, operation_date, user_login, parameters, failure, comment, directed) Первичный ключ ID Альтернативные первичные ключи ID_resonator, operation_date Внешний ключ ID_resonator ссылается на Resonator(ID_resonator)
Датчик
Sensor (ID_sensor, ID_resonator) Первичный ключ ID_sensor Внешний ключ ID_resonator ссылается на Resonator(ID_resonator)
SensorLegend (ID, ID_sensor, ID_elements, operation_number, operation_date, user_login, parameters, failure, comment, directed) Первичный ключ ID Альтернативные первичные ключи ID_sensor, operation_date Внешний ключ ID_sensor ссылается на Sensor(ID_sensor)
Пользователи
AuthorizedUser (user_login, user_password, user_full_name) Первичный ключ user_login

Этап 3. Проверка отношений с помощью правил нормализации

На данном этапе отношения логической модели данных проверяются с использованием методов нормализации с целью ее улучшения. Процесс нормализации включает следующие основные этапы:

1. *Приведение к первой нормальной форме (1НФ)*, позволяющее удалить из отношений повторяющиеся группы атрибутов.

Анализ отношений, полученных на этапе 2 логического проектирования, показал, что модель данных соответствует 1НФ.

2. *Приведение ко второй нормальной форме (2НФ)*, позволяющее устранить частичную зависимость атрибутов от первичного ключа.

Ввиду того, что все первичные ключи отношений состоят из одного атрибута, можно сразу сделать вывод о соответствии модели данных 2НФ.

3. *Приведение к третьей нормальной форме (3НФ)*, позволяющее устранить транзитивную зависимость атрибутов от первичного ключа.

В ходе анализа была выявлена транзитивная зависимость атрибута BodyMap(date_creation) – BodyMap(ID_body_map) – BodyMap(ID_body). Для устранения этого несоответствия требованиям нормализации атрибут BodyMap(ID_body_map) принимаем первичным ключом, атрибут BodyMap(ID_body) альтернативным первичным ключом, а атрибут BodyMap(manufacturer) перенесем в отношение Body. Таким образом, все отношения соответствуют 3НФ.

4. *Приведение к нормальной форме Бойса-Кодда (НФБК)*, позволяющее удалить из функциональных зависимостей оставшиеся аномалии, связанные с потенциальными ключами.

Нормальная форма Бойса-Кодда (НФБК) – отношение, в котором каждый его детерминант (атрибут или группа атрибутов, от которой полностью функционально зависит другой атрибут) является потенциальным ключом.

Отношения, полученные на предыдущих этапах нормализации, соответствуют этому условию.

Таким образом, логическая модель данных полностью отвечает требованиям НФБК, а, следовательно, верна и правильно преобразована в набор отношений.

Этап 4. Проверка соответствия отношений требованиям пользовательских транзакций

На этапе 6 концептуального проектирования проведенная проверка показала, что концептуальная модель данных поддерживает все необходимые транзакции. На этом этапе, в ходе проверки, было установлено, что все созданные на предыдущем этапе отношения, также, поддерживают указанные транзакции.

Этап 5. Определение требований поддержки целостности данных

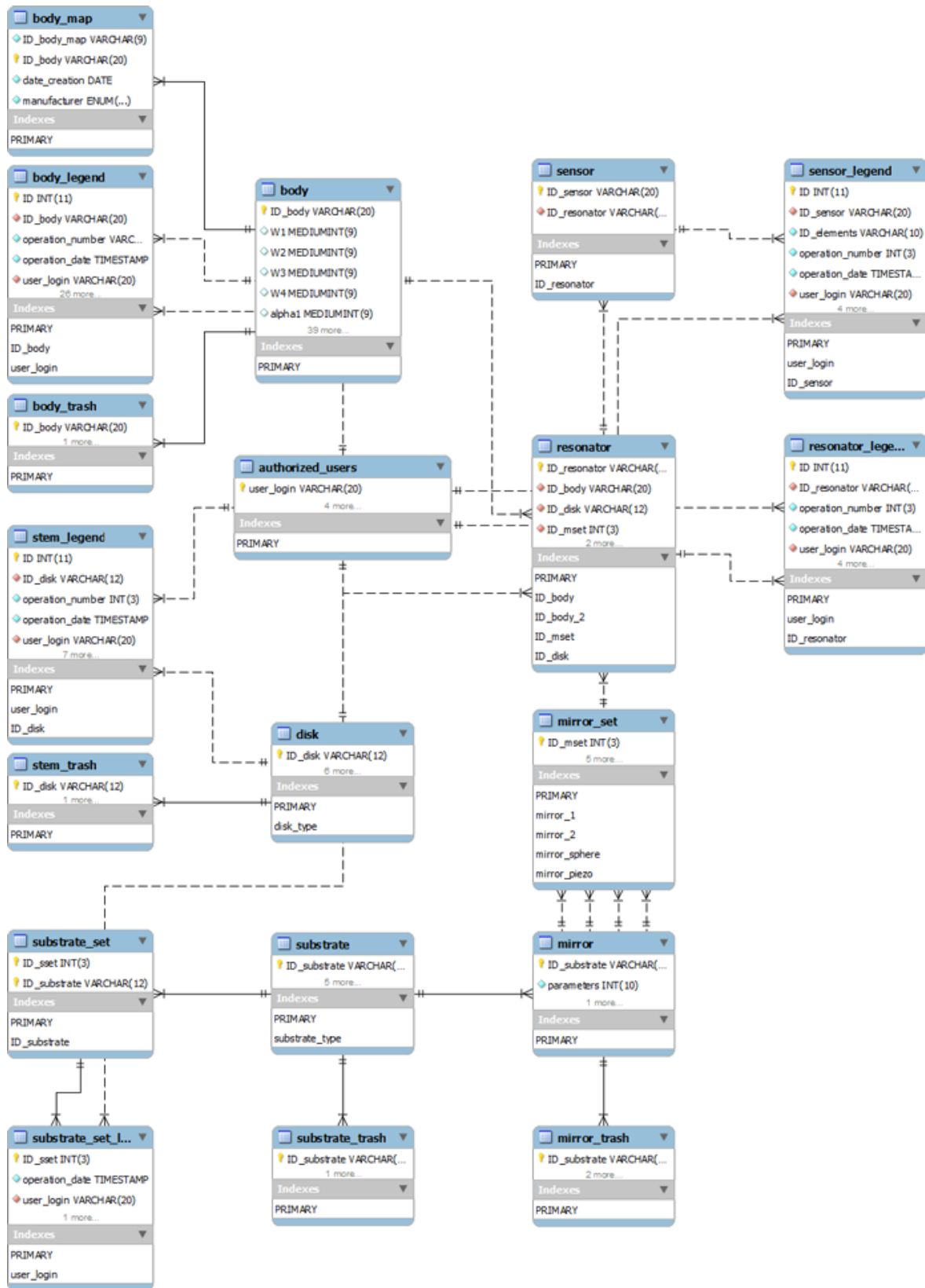


Рис. 2. ER-модель единой информационной системы

На данном этапе определены требования поддержки целостности данных. Существует пять основных типов ограничения целостности данных:

1. Обязательные данные (атрибуты не могут иметь пустых значений)
Эти ограничения частично отражены в таблице 6.
2. Ограничения для доменов атрибутов.

Каждый атрибут имеет домен, представляющий собой набор его допустимых значений. Данные ограничения устанавливаются при определении доменов и частично отображены в таблице 6.

3. Целостность сущностей.

Первичный ключ любой сущности не может содержать пустого значения. Эти ограничения были учтены при выборе первичных ключей для каждой сущности.

4. Ссылочная целостность.

Для обеспечения ссылочной целостности при добавлении или обновлении строк дочернего отношения, значение внешнего ключа должно соответствовать значению, присутствующему в одной из строк родительского отношения.

Удаление строки из родительского отношения запрещается, если в дочернем отношении существует хотя бы одна ссылающаяся на нее строка (NO ACTION).

При обновлении первичного ключа в строке родительского отношения обновить строки, ссылающиеся на исходное значение первичного ключа в дочерних отношениях (CASCADE).

5. Ограничения предметной области.

Ограничения предметной области отражают принятые в организации правила. Например, корпус резонатора может повторно отправляться на ТО не более трех раз.

Разработанная логическая модель данных полностью прошла все этапы проектирования. С помощью правил нормализации была проверена правильность ее структуры, предложены методы поддержания целостности данных и выполнены необходимые пользовательские транзакции. Это позволяет говорить о том, что полученная модель данных полная, точная и соответствует структуре данных в организации. Окончательный вид ER-модели, построенный при помощи CASE – инструмента MySQL Workbench, представлен на рисунке 2.

Заключение

Описанный подход позволяет перейти к единой информационной системе с минимальными затратами на её разработку и внедрение, во многом облегчая трудоемкий процесс ведения данных пользователями, привыкших к старым распределенным хранилищам. Данный метод не создает дополнительных барьеров у пользователей при реализации, а лишь способствует экономии времени, систематизации данных, а также позволяет внедрять данную систему на предприятиях смежных отраслей.

Литература

1. Коннолли Т., Бегг К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. Пер. с англ. Имамутдиновой Р.Г., Птицына К.А. / Под ред. Птицына К.А. М.: Издательский дом «Вильямс». 2003. 1440 с.
2. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание. Пер. с англ. Птицына К.А. / Под ред. Птицына К.А. М.: Издательский дом «Вильямс». 2005. 1328 с.
3. Отчёт о НИР «Исследование и оптимизация характеристик кольцевых оптических резонаторов для лазерной гироскопии и других приложений», Черкасов А.С. и др. номер гос. регистрации 01.2.00901166. М., МИЭМ, 2010.
4. Хлебников П.А. Разработка базы данных комплекта зеркал лазерного резонатора // Дипломная работа. М.: МИЭМ. 2010.
5. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS – технологии. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2002. 320 с.

ИМИТАТОР КАЧКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ КОРАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ ПОСАДКИ

Увайсов С.У., Теличкань В.С.

Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ, ОАО «МКБ «Компас»

Рассмотрены требования, предъявляемые к техническим характеристикам имитатора качки (ИК) для испытания корабельной системы спутниковой посадки (КССП), задачи, которые он решает, реализованные этапы и перспективы развития.

Simulator pitching for testing the system landing satellite on ship, Uvaysov S., Telichkan V.

The reviewed requirements imposed on the technical characteristics of the simulator pitching (SP) to test the shipboard system of satellite landing (SSSL), the problem that it solves, implemented stages and prospects.

В настоящее время активно развиваются системы, позволяющие как в автоматическом, так и полуавтоматическом режиме сажать летательные аппараты на различные поверхности. Это позволяет уменьшить риски, связанные с человеческим фактором, и оптимизировать управление летательным средством в целом.

В диссертационном исследовании рассматривается случай, когда вертолет садится на палубу корабля в полуавтоматическом режиме. Для этой задачи используется КССП.

Перед вводом в эксплуатацию КССП для проверки ее работоспособности и отладки необходимо проводить предварительные испытания. В реальных условиях такие операции проводить очень дорого. Это обусловлено высокой стоимостью организации похода корабля в открытое море, проведения полетов вертолета и сопутствующие расходы. Еще одной неблагоприятной составляющей таких испытаний является их длительный срок проведения.

Использование ИК для имитации морских условий эксплуатации КССП позволит значительно снизить стоимость испытаний. Также, на ИК можно симитировать определенные варианты качки, которые в реальных условиях можно получить лишь в редких случаях. При постоянной имитации каждого типа качки можно значительно сократить общее время испытаний.

Ввиду технических особенностей испытаний КССП и требований, предъявляемых к используемому оборудованию, были определены следующие задачи, которые должен решать ИК:

1. Первоочередной задачей является имитация корабельной качки в морских условиях для приемной антенны сигналов (блок АС). Антенна устанавливается на ИК. Согласно условиям эксплуатации КССП необходимо обеспечить имитацию бортовой и килевой качки под разными углами и изменяемым периодом качки:

- a. температура окружающей среды от 243 до 328 К (от минус 30 до плюс 55 °С);
- b. относительная влажность не более 100 % при температуре не выше 308 К (плюс 35 °С);
- c. углы крена и дифферента до 30°;
- d. вибрация с частотой от 1 до 60 Гц с ускорением 19,6 м/с² (2 g);
- e. солнечное излучение (интегральное – 1120 Вт/м², ультрафиолетовое – 68 Вт/м²);
- f. воздушный поток со скоростью 50 м/с;
- g. качка с амплитудой ±30° и с периодом качки 7-16 с;
- h. длительные наклоны на угол до 15° и кратковременные наклоны (до 3 мин) на угол 30°.

2. Общее энергопотребление ИК не должно превышать 100 Вт. (Данное ограничение связано с тем, что имитатор устанавливается на автомобиль и питается от его штатного генератора.)

3. Необходимо разработать конструкцию ИК, прочностные характеристики которой учитывают вышеуказанные требования и особенности эксплуатации. Для этого потребуется рассчитать ИК на различные типы нагрузок.

4. Определить точность выполнения поставленные задачи. Если существуют погрешности, то необходимо их определить и исследовать способы их устранения.

5. Влияние работы ИК на электромагнитную совместимость с блоком АС. В случае если его работа вносит дополнительные помехи в работу антенны, то исследовать возможные варианты для устранения этого нежелательного эффекта.

Исходя из условий испытания, блок АС должен повторять траекторию колебаний корабля. Задача ИК испытывать КССП во всем диапазоне эксплуатации. Чтобы приблизить условия испытаний к реальным условиям необходимо смоделировать ИК таким образом, чтобы центры касательных бортовой (Рис.1) и килевой (Рис.2) качки, по которым движется блок АС, были близки.

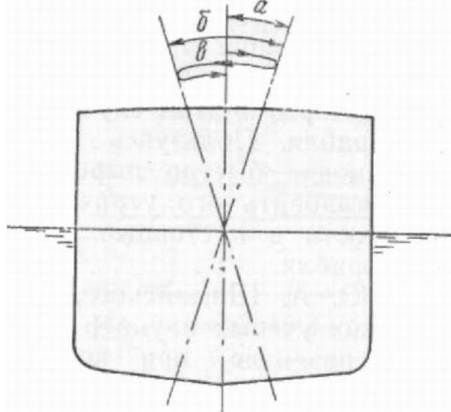


Рис.1 Бортовая качка корабля

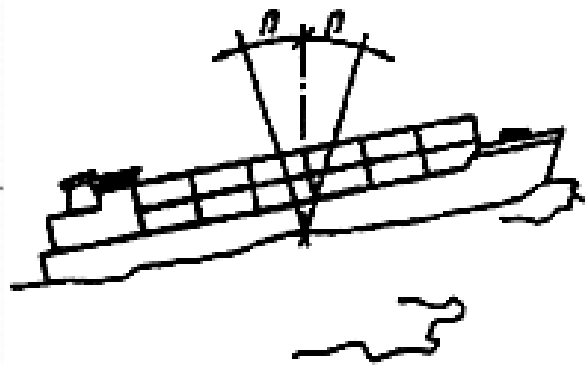


Рис.2 Килевая качка корабля

После детальной проработки различных конструктивных решений был выбран наиболее оптимальный вариант, удовлетворяющий этим требованиям.

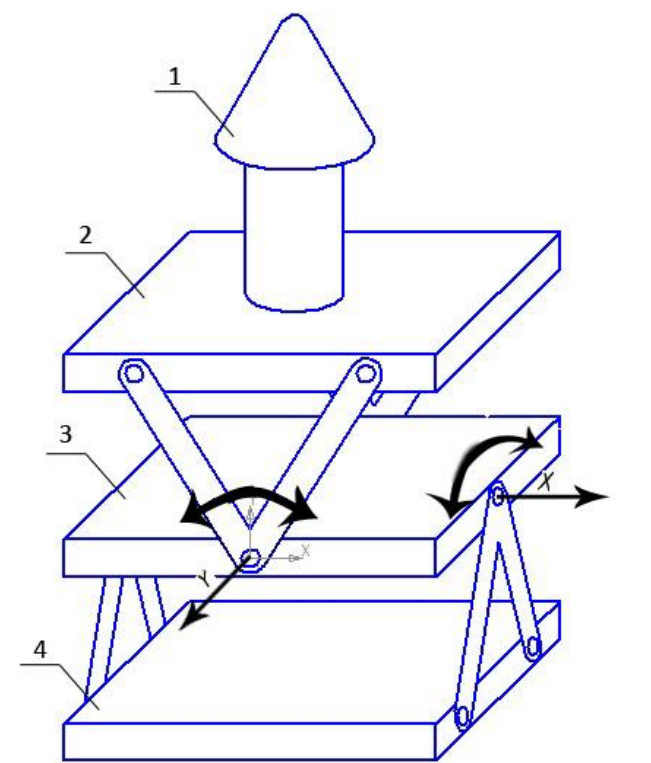


Рис.3 Эскиз ИК с блоком АС

1. Блок АС 2. Платформа имитации ботовой качки 3. Платформа имитации килевой качки 4. Нижняя платформа - основание ИК

Поскольку одним из условий эксплуатации ИК является ограниченное энергопотребление, то при разработке конструкции рассматривался широкий круг материалов и конструктивных особенностей отдельных деталей для уменьшения массы. Для увеличения прочностных характеристик в конструкции применялись комбинации из нескольких материалов, таких как сталь, алюминиевые сплавы и капролон.

В основании ИК разработана специальная стальная рама, которая обеспечивает устойчивость устройства при работе на горизонтальной поверхности. Особенность ее конструкции также позволяет устанавливать ИК на любой тип автомобилей с использованием автомобильных рейлингов.

Была применена дополнительная обработка отдельных деталей химическим оксидированием и цинковым хромированием для обеспечения надежной работы конструкции в агрессивных условиях эксплуатации.

После детального изучения всех исходных материалов определен ряд ограничений, которые накладываются как на отдельные составляющие ИК, так и все изделие в целом. Таким образом, предъявляются определенные требования к выбору приводных элементов:

- Общее потребление энергии ИК не должно превышать 100 Вт. Поскольку остальное оборудование ИК (контроллер, датчики, драйверы) суммарно потребляют менее 10 Вт, то общее потребление энергии приводами должно быть не более 90 Вт.

- Для уменьшения массы ИК в целом, и, следовательно, его габаритов приводы должны обладать минимально возможными массогабаритными характеристиками.

- Приводы и механизмы должны быть сконструированы таким образом, чтобы выдерживать необходимые нагрузки во время эксплуатации, при этом выдерживать задаваемые скоростные режимы работы.

Исследование широкого круга приводных механизмов позволило выбрать наиболее оптимальные решения для эксплуатации ИК. Проанализировав возможные варианты использования приводных элементов, разработаны наиболее оптимальные механизмы с использованием шаговых двигателей (ШД), шарико винтовых передач и линейных направляющих. Данные решения одновременно отвечают требованиям по энергопотреблению, нагрузкам, условиям эксплуатации, имеют минимальные габариты и массу.

Для полнофункциональной работы ИК используются 2 ШД, 2 драйвера ШД, программируемый логический контроллер (ПЛК), 2 блока питания, 2 датчика и 2 мини сервопривода.

С помощью промышленного ПЛК задаются исходные значения для приводных механизмов и принимаются данные с датчиков о реальных перемещениях.

Точность выполнения поставленных задач будет фиксироваться установленными на ИК датчиками. Также часть движений задается на основе полученных данных от датчиков.

Для ПЛК составляется алгоритм, который фиксирует отклонения и в автоматическом режиме вносит изменения в работу ШД для коррекции несоответствий.

Мини сервоприводы используются для фиксации ИК в горизонтальном положении. Она не позволяет произвольно крениться ИК в состоянии с отключенным питанием ШД. Такая фиксация необходима для транспортировки ИК в обесточенном состоянии.

Один тип блока питания используется для электроснабжения приводов и драйверов ШД, второй – для питания ПЛК и датчиков.

Для защиты ИК от влаги и пыли разработан герметичный кожух из резины, который обеспечивает подвижность конструкции в двух плоскостях.

Разработанный и изготовленный ИК (Рис.4) решает ряд задач и отвечает необходимым требованиям для испытания КССП:

1. Имитирует корабельную качку в морских условиях для приемной антенны сигналов (блок АС) в соответствии с вышеописанными требованиями.
2. Общее энергопотребление ИК не превышает 100 Вт.
3. Проведены предварительные испытания по режимам работы и оказываемым нагрузками на ИК. Результаты показали, что конструкция и механизмы отвечают предъявляемым требованиям.

Сейчас проводятся работы по выявлению погрешностей в работе ИК, анализируются возможные варианты их устранения и составляются программы для повышения точности позиционирования.

В дальнейшем планируется провести ряд работ по электромагнитной совместимости блока АС и ИК. На первом этапе в безэховой камере будет изучено влияние приводов ИК на сигналы блока АС. Если вносимы помехи в работу блока АС будут превышать допустимые нормы, то на втором этапе будут проведены работы по уменьшению влияния ИК на антенну.

Таким образом, определены основные задачи работы ИК. Исследованы и разработаны конструктивные решения и механизмы. Подобраны необходимые электрические приводы, отвечающие требованиям условий эксплуатации ИК. Проведены предварительные испытания и получены первые положительные результаты работы. Определены дальнейшие этапы развития.



Рис.4 ИК подготовленный для стендовых испытаний

Литература

1. Гулиа Н. В., Клоков В. Г., Юрков С. А. Детали машин. — М.: Издательский центр «Академия», 2004.

2. Егоров О. Д., Подураев Ю. В. Конструирование мехатронных модулей. — М.: Издательство МГТУ «Станкин», 2004.
3. Подураев Ю. В. Мехатроника. Основы, методы, применение. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Машиностроение, 2007
4. Москаленко В.В. Электрический привод. — 2-е изд. — М.: Академия, 2007.
5. Сухотина А.М. Справочник по электрохимии — Л. : Химия, 1981.
6. Э. Парр. Программируемые контроллеры: руководство для инженера. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
7. Минаев И.Г. Программируемые логические контроллеры в автоматизированных системах управления / И.Г. Минаев, В.М. Шарапов, В.В. Самойленко, Д.Г. Ушкур. 2-е изд., перераб. и доп. - Ставрополь: АГРУС, 2010.
8. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. проф. В. П. Дьяконова. — М.: СОЛОН-Пресс, 2004.

ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ РАМЫ АВТОМОБИЛЯ-ВНЕДОРОЖНИКА

Савкин А.Н., Андроник А.В., Седов А.А.

Волгоград, Волгоградский государственный технический университет

Проведен анализ лонжеронной периферийной рамы автомобиля- внедорожника с использованием современных программных комплексов моделирования и инженерного анализа SolidWorks, Abaqus, ФРУНД. В процессе моделирования были предложены и применены новые расчетные схемы ее конечно-элементного анализа, позволившие выявить недостатки конструкции. На основании произведенных расчетов выдвинуты предложения усовершенствования конструкции, а также сделаны некоторые выводы касательно дальнейшего развития техники моделирования несущих систем наземных транспортных средств.

Strength analysis of offroad-vehicle frame. Savkin A.N., Andronik A.V., Sedov A.A.

Analysis of the longeron peripheral offroad-vehicle frame was completed with using modern simulation and analysis programs SolidWorks, Abaqus, FRUND. New calculation schemes were proposed and employed in finite-element analysis during the simulation, which used to compute constructive defects. Offers to modernize construction were propounded based on these calculations, and some conclusions were done regarding to further development of simulation technics for ground vehicle carrier systems.

Современные методы компьютерного моделирования позволяют облегчить решение большинства проблем, связанных с исследованием и совершенствованием конструкции автомобилей. Одна из особенностей эксплуатации автомобилей состоит в том, что внешние нагрузки, действующие на конструкцию, переменны во времени и прилагаются с частотой, зависящей от скорости движения, фактической нагрузки, состояния дороги и других факторов, учет которых сложен, а потому традиционно используются упрощенные схемы расчета. При движении автомобилей возможны резонансные явления, могущие привести к высоким напряжениям и другим нежелательным явлениям, способствующим возникновению усталостных трещин, рост и развитие которых вызывает усталостное разрушение [1, 2]. Отсюда вытекает вывод о необходимости проведения нескольких типов анализов при проектировании ответственных конструкций автомобилей, таких как рама.

На сегодняшний день существует большое количество литературы, посвященной проектированию, доводке, анализу автомобильных рам. Традиционно при расчете конструкции рам рассматриваются два нагрузочных режима в рамках статической задачи, соответствующие ее изгибу и кручению [3, 4]. Несмотря на многообразие применяемых расчетных схем, при изгибе нагружение происходит исключительно от веса систем, агрегатов, узлов и деталей, закрепленных на раме, при этом инерционными и динамическими нагрузками пренебрегают. Такой режим характерен для прямолинейного равномерного движения автомобиля по ровной дороге. Напряжения в расчете невелики, но возрастают при вводе динамического коэффициента (3,0-4,0 для внедорожников) для учета динамического воздействия [5]. Расчет был проведен для нескольких моделей анализируемой рамы, созданных в SolidWorks. На рис. 1 показана карта напряжений для оболочечной конечно-элементной модели. Наибольшее напряжение выявлено в средней части рамы в области верхней полки лонжерона и составило 99,7 МПа (для балочной модели 101,6 МПа, для сплошнотельной - 111,7 МПа). Несмотря на малость напряжений, в случае ввода динамического коэффициента более 3,5, прочность не будет обеспечена, хотя рама изготовлена из стали 15ГЮТ с $\sigma_{ж} = 390$ МПа. На рис. 1 не следует обращать внимание на красные области на крайних частях рамы, т.к. их появление связано с излишней жесткостью в зонах приложения статических граничных условий.

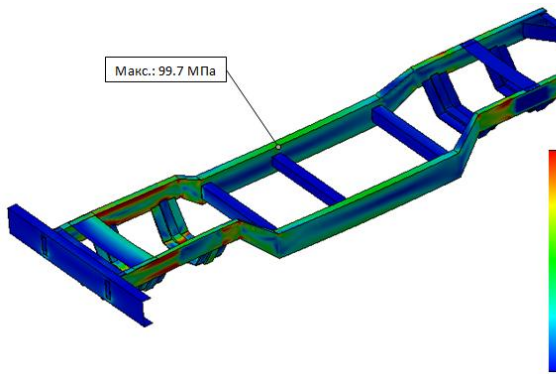


Рис. 1 – Карта напряжений при расчете изгиба

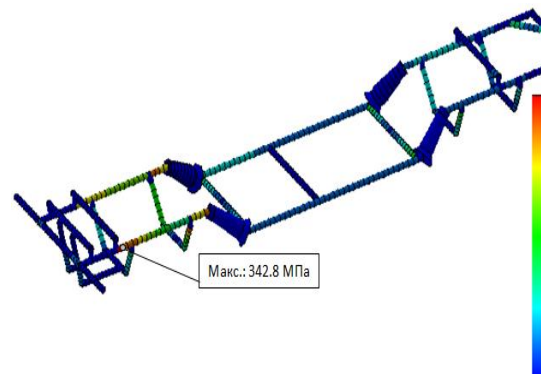


Рис. 2 – Карта напряжений при расчете кручения

Выбор расчетной схемы для режима кручения обычно плохо обоснован, связан с заданием определенного угла закручивания лонжеронов вокруг продольной оси, смещения, либо крутящего момента, вычисленного по упрощенной схеме [3, 6, 7]. Однако в трудах [8, 9] предложено рассматривать случай вывешивания колеса над дорогой как режим, при котором деформации кручения наиболее высоки. Вывешивание колеса может иметь место при движении по бездорожью, обычно на низкой скорости, что позволяет считать задачу статической.

Тогда для автомобиля с $l \geq 0,5L$ при условии вывешивания заднего левого колеса, имеем [8]:

$$\begin{cases} R_1 = -0,5G_a; \\ R_2 = -\left(0,5 - \frac{l}{L}\right)G_a; \\ R_3 = 0; \\ R_4 = -G_a \frac{l}{L}; \end{cases} \quad (1)$$

где l – расстояние от центра масс до передней оси; L – база; G_a – вес автомобиля; R_i – вертикальная реакция на i -м колесе соответственно. Так как жесткость рам на изгиб гораздо больше крутильной жесткости, то при кручении уровень напряжений выше. На рис. 2 изображена карта напряжения при расчете балочной модели, соответствующая вывешиванию колеса. Наибольшее напряжение при кручении было выявлено на передней части одного из лонжеронов и составило 342,8 МПа. Прочность можно считать обеспеченной при движении на малых скоростях – при быстром перемещении возможно появление пластических деформаций. В некоторых работах описывается случай кососимметричного нагружения. Предлагаемые расчетные схемы весьма различны, так, например, в [10] предложено реверсировать направление нагрузок, приложенных вертикально вниз в расчетной схеме обычного изгиба рамы, приходящиеся на один из лонжеронов. Такое нагружение рама может претерпеть, если дорожные условия под колесами разных бортов различны [5]. В настоящей работе был выполнен расчет по схеме, предложенной в [10]. На рис. 3 и рис. 4 показаны карты напряжений кососимметричного нагружения соответственно балочной и оболочечной моделей. В балочной модели при кососимметричном нагружении наибольшее напряжение определено в передней части одного из лонжеронов и составило 75,3 МПа, но в оболочечной модели наибольшее напряжение 94,3 МПа выявлено на IV лонжероне, к которому крепится двигатель. Это расхождение подтверждает необходимость рассмотрения нескольких моделей. В результате расчета кососимметричного нагружения оказалось, что уровень напряжений невысок и прочность рамы обеспечена. Нагрузочный режим, характеризующий переезд препятствия определенной высоты, описан во многих источниках, например, в [11]. При преодолении препятствия рама претерпевает вертикальное и продольное нагружение. Вертикальное нагружение, закручивающее раму вокруг продольной оси, вызывает меньшие напряжения, чем при вывешивании колеса, а продольное нагружение вызывает меньшие напряжения, чем при изгибе, поэтому этот режим не рассматривался. Зная критический угол подъема автомобиля $\alpha = 45^\circ$, можно описать режим продольного нагружения рамы при форсировании подъемов или спусков.

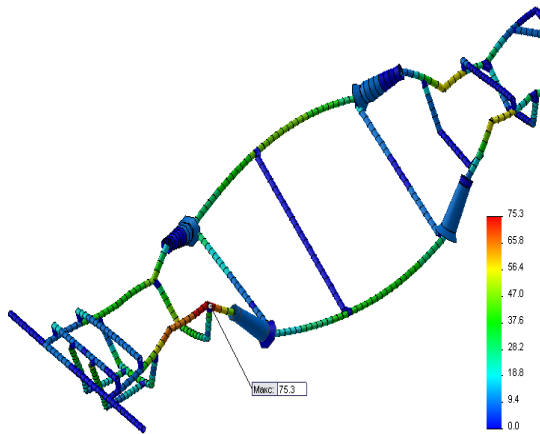


Рис. 3 – Карта напряжений кососимметричного нагружения балочной модели

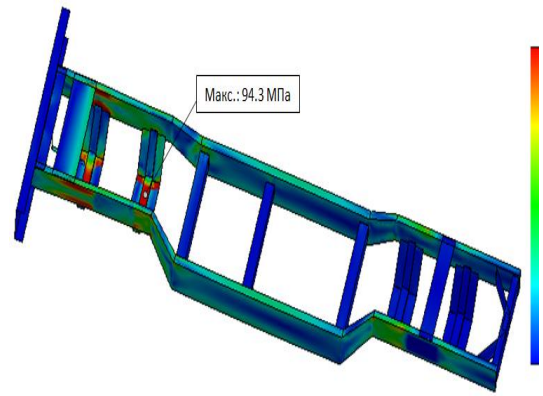


Рис. 4 – Карта напряжений при кососимметричном нагружении оболочечной модели

Для случая подъема имеем:

$$R_x = \frac{1}{L} (G_a(L - l) \cos \alpha + G_a h_g \sin \alpha), \quad (2)$$

$$R_z = \frac{G_a(L-l) \cos \alpha}{L}, \quad (3)$$

где R_x и R_z - продольная и вертикальная реакции на задних колесах соответственно; G_a - вес автомобиля; L - база; l - расстояние от передней оси до центра масс автомобиля; h_g - высота центра масс; α - угол подъема.

На рис. 5 приведена карта напряжений оболочечной модели, соответствующая продольному нагружению при подъеме. Наибольшее напряжение выявлено на лонжероне в области креплений V поперечины и составило 172,8 МПа.

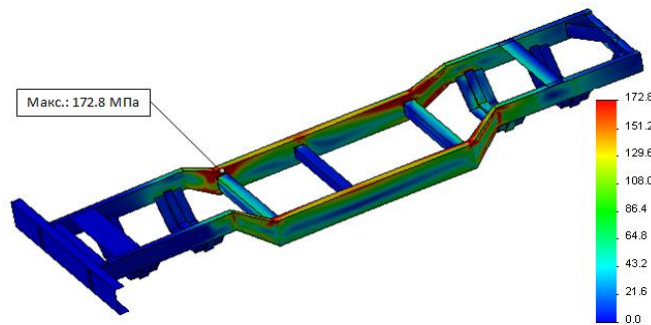


Рис. 5 – Карта напряжений при продольном нагружении

В результате анализа следует сделать вывод, что одно из важнейших направлений развития современного моделирования несущих систем – увеличение подробности моделирования соединений и креплений элементов. Если предположить, что в случае подробного моделирования соединений V и VII поперечин напряжения такого уровня распространятся на эти поперечины, то вследствие небольшого предела текучести материала поперечин – стали 25 кп с $\sigma_{тл} = 190$ МПа, запас прочности окажется невелик. Поэтому прочность не следует считать обеспеченной при продольном нагружении. В работе [8] рекомендуется рассматривать боковое нагружение рамы. Боковое нагружение рамы происходит в случае несимметричных тяговых или тормозных условий на разных колесах, при движении по криволинейной траектории, но в большей степени – в случае бокового удара колесом при повороте или заносе. Причем боковую нагрузку считают составляющей до 80 % от веса, приходящегося на ось [5]. В соответствии с этими рекомендациями был выполнен расчет бокового удара колеса переднего и заднего колес. Соответствующие карты напряжений приведены на рис. 6 и рис. 7 для переднего и заднего колес соответственно. Напряжения составили 138,4 МПа для удара передним колесом и 212,6 МПа для удара задним колесом и были выявлены на верхней полке переднего лонжерона, подверженного удару, и в области крепления X поперечины к лонжерону соответственно. Таким образом, в случае бокового удара прочность следует считать обеспеченной, однако следует учесть грубость моделирования соединений в моделях рамы.

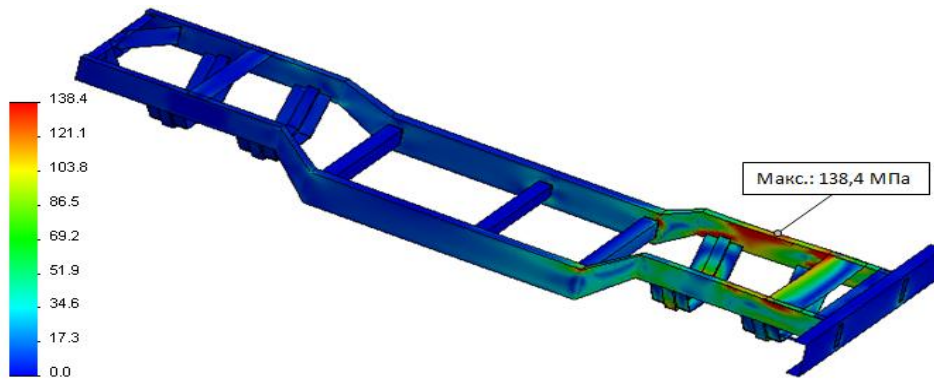


Рис. 6 – Карта напряжений при боковом ударе передним колесом

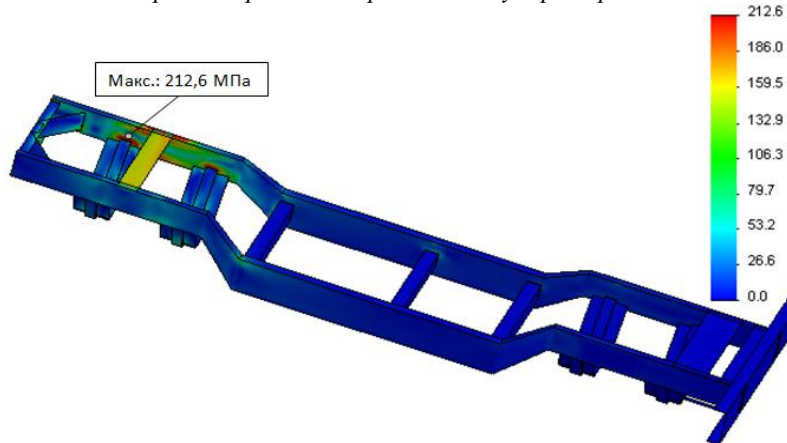


Рис. 7 – Карта напряжений при боковом ударе задним колесом

Для учета возможности возникновения резонансных явлений в раме в процессе эксплуатации автомобиля выполнен расчет собственных форм и частот рамы. В настоящем анализе оказалось возможным использовать оригинальную сплошнотельную модель рамы. В результате расчета в SolidWorks были рассчитаны 12 собственных форм и частот колебаний. Первые 6 форм соответствуют перемещению и повороту рамы в пространстве, поэтому их не учитывают. Для остальных собственных форм частоты имеют следующие значения: $f_7 = 20,3$ Гц, $f_8 = 31,7$ Гц, $f_9 = 35,1$ Гц, $f_{10} = 48,3$ Гц, $f_{11} = 53,3$ Гц, $f_{12} = 69,2$ Гц. Оказалось, что седьмая собственная форма (рис. 8) имеет собственную частоту, лежащую в опасном для рам внедорожников диапазоне колебаний при действительных условиях эксплуатации 0,7-22,4 Гц. А т.к. эта форма колебаний соответствует кручению рамы вокруг продольной оси, и в этот процесс вовлечена большая часть массы, то исключить или пренебречь таким результатом нельзя. Поэтому рекомендуется увеличить крутильную жесткость рамы, особенно в крайних ее частях. Кроме того, при расчете балочной модели была выявлена возможность колебания II и IX поперечин в вертикальном направлении в диапазоне частот 7-12 Гц, в связи с чем рекомендуется повысить жесткость этих поперечин в вертикальном направлении. При виртуальном моделировании модели автомобилей часто подвергают воздействию ударной нагрузки. А т.к. жесткость несущей рамы автомобиля-внедорожника на лобовой удар составляет 60-80 % от суммарной жесткости автомобиля, то возникает интерес расчета лобового столкновения рамы с препятствием [7]. Было проведено два вида расчетов лобового столкновения – об абсолютно жесткое препятствие и о податливое. Скорость удара и жесткость податливого препятствия были заимствованы из ГОСТ 41.94-99, описывающим проведение испытаний на лобовое столкновение автомобилей [12]. Карта напряжений при лобовом ударе о препятствие упрощенной сплошнотельной модели рамы на скорости 64 км/ч при полном перекрытии приведена на рис. 9. Наибольшее напряжение составило 485 МПа и выявлено в области перехода от передней к центральной части рамы. Далее была теоретически рассчитана безопасная скорость 14 м/с столкновения рамы с податливым препятствием. Расчет в Abaqus, в котором препятствие моделировалось подробно, подтвердил, что при столкновении на скорости 14 м/с в раме не возникает пластических деформаций. Карта напряжений в момент наибольшего нагружения рамы при лобовом столкновении приведена на рис. 10. Наибольшее напряжение составило 387,3 МПа и было выявлено на лонжероне в области крепления IV поперечины к лонжерону. Согласно силовому подходу усталостный срок службы зависит от нагрузок, циклических свойств материала, геометрии и особенностей окружающей среды, которые учитываются кривой выносливости. Соотношение между номинальной амплитудой напряжения и усталостным сроком службы сводится к уравнению [16]:

$$\sigma_a = \sigma_f(2N_f)^b, \quad (4)$$

где σ_a – амплитуда напряжения; σ'_f – коэффициент усталости; $2N_f$ – число циклов до разрушения; b – показатель степени, определяемый по кривой выносливости в координатах $lgS - lgN$. В элементах реальных конструкций обычно возникает многоосное напряженное состояние. Экспериментальные данные, лежащие в основе расчета усталостной долговечности, получены для одноосного симметричного нагружения. Для описания внешнего воздействия зависимостью компонентов тензора напряжений в опасной точке от времени следует перейти к многоосному асимметричному нагружению посредством алгоритма: 1) переход от многоосного к одноосному напряженному состоянию; 2) схематизация истории нагружения, сводящая случайное нагружение к блочному регулярному; 3) переход от асимметричного к симметричному нагружению [14].

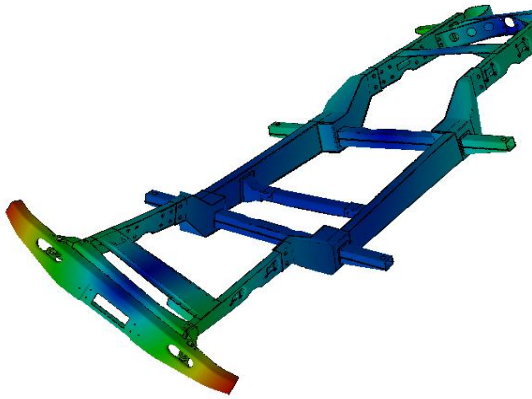


Рис. 8 – Седьмая собственная форма колебаний рамы

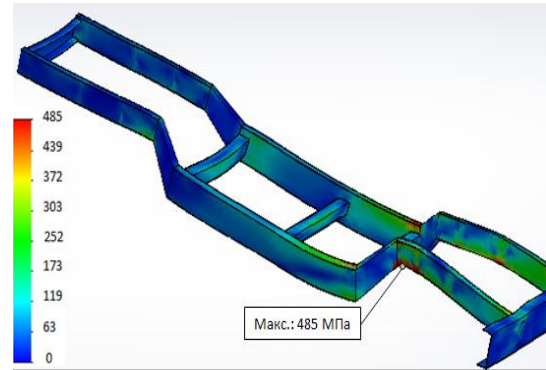


Рис. 9 – Карта напряжений при лобовом ударе о податливое препятствие в SolidWorks

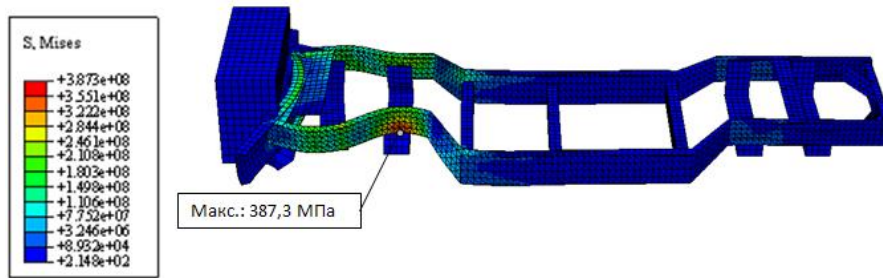


Рис. 10 – Карта напряжений при лобовом ударе о податливое препятствие в Abaqus

Переход от многоосного к одноосному напряжению происходит по одной из модификаций критерия Брауна-Миллера и гипотезе Мизеса. Определение главных напряжений согласно критерию Брауна-Миллера происходит следующим образом [14]: 1) в каждом узле конечно-элементной модели строится базис; 2) базис поворачивается вокруг каждой оси на 5° , определяя в каждом из своих положений напряжения, соответствующие его текущей ориентации; 3) после рассмотрения всех положений базиса избирается то, в котором одно из напряжений максимально среди всех определенных, а другое – минимально, что позволяет вычислить ориентацию базиса, исключающую касательные напряжения даже при сложном напряженном состоянии. Главные напряжения используются для определения эквивалентного напряжения (по гипотезе Мизеса) [15]:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}{2}}, \quad (5)$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – главные напряжения. Схематизация случайного нагружения осуществляется по методу дождя [16]. Смысл его заключается в преобразовании последовательности пиков нагрузки в набор из определенного количества циклов, для которых легко определить среднее и амплитудное значения напряжений. Учет влияния среднего напряжения заключается в приведении набора циклов с различными амплитудными и средними значениями напряжений к набору циклов с нулевым значением средних напряжений. Для пластичных материалов применяется коррекция по Герберу [15]:

$$\sigma_{ca} = \frac{\sigma_a}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_s}\right)^2}}, \quad (6)$$

где σ_{ca} – скорректированное напряжение; σ_a – амплитудное напряжение; σ_m – среднее напряжение; σ_s – предел прочности. При прогнозировании срока службы с кривой выносливости в SolidWorks используется правило линейного суммирования повреждений Палмгрена-Майнера [17]:

$$D = \sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N_i}, \quad (7)$$

где D – накопленное повреждение; n_i – количество циклов данной амплитуды напряжения; N_i – число циклов до разрушения при нагружении с постоянной амплитудой. По Палмгрену, разрушение происходит в случае, если $D = 1$. В настоящей работе для получения спектров нагружения рамы использовалась динамическая модель автомобиля (рис. 10) [2], выполненная в программном комплексе многотельной динамики ФРУНД [13]. Модель состоит из 27 тел, соответствующих основным агрегатам, и узлам автомобиля, соединенных между собой упругими и податливыми элементами, а также кинематическими парами. Было определено 74 спектра, приложенных в 26 точках крепления рамы с кузовом, кабиной, подвеской, двигателем. Рассматривалось непрерывное движение автомобиля со скоростью 45 км/ч по дорожному покрытию, образованному ординатами профиля бульжниковой дороги с выбоинами и буграми автополигона НАМИ. В результате использования динамической модели автомобиля совместно с конечно-элементной моделью рамы была определена карта усталостного срока службы (рис. 11). Наиболее подверженные усталостному трещинообразованию и разрушению участки рамы – области крепления передней подвески к лонжеронам, а также крепления IV, VIII, IX поперечин к лонжеронам. Усталостный срок службы составил 3,2 года непрерывной эксплуатации, что соответствует $1,47 \cdot 10^6$ км пробега. Ресурс современных автомобильных рам обычно меньше, потому рама мало подвержена усталостному разрушению.

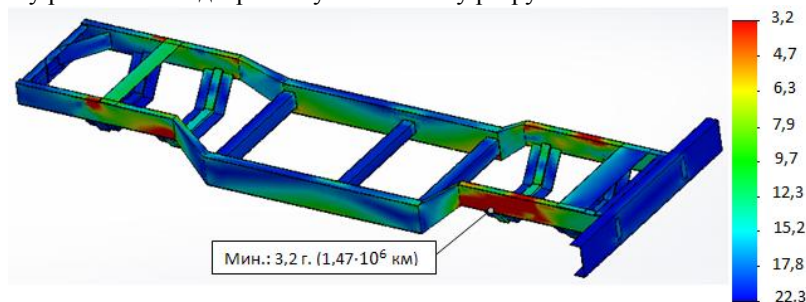


Рис. 11 – Карта усталостного срока службы рамы

Итак, в результате проведенного анализа можно сделать выводы:

- 1) Необходимо увеличить прочность лонжеронов рамы в крайних ее частях; 2) Необходимо увеличить крутильную жесткость рамы вокруг продольной оси; 3) Следует уделить внимание прочности креплений поперечин к лонжеронам, поскольку моделирование в настоящей работе не позволило ее оценить; 4) Необходимо заменить II и IX поперечины на более жесткие; 5) Движение по бездорожью на высоких скоростях, не рекомендуется, так как может привести к пластическому деформированию рамы; 6) Настоящая рама мало подвержена усталостному разрушению, а места наиболее вероятного усталостного трещинообразования – область крепления передней подвески к лонжеронам, пробег соответствующий усталостному разрушению составляет $1,47 \cdot 10^6$ км; 7) К перспективам моделирования несущих систем наземных транспортных средств следует отнести подробное моделирование соединений и креплений составляющих элементов, разработка специальных конечных элементов, разработка современной единой общей методики проектирования и расчета рам и кузовов, интеграция и усиление взаимодействия различных программных комплексов, применение сплошнотельных моделей помимо оболочечных.

Литература

1. Березин, И.Я. Концепция и методы имитационных ресурсных испытаний мобильной техники (сообщение второе) / И.Я. Березин И.Я., А.А. Абызов // Динамика, прочность и износостойкость машин. – 1997. - №3. – С. 73-84.
2. Андроник, А.В. Оценка прочности и усталостной долговечности конструктивных элементов автомобиля [Электронный ресурс] / А.В. Андроник, А.Н. Савкин, А.С. Горобцов // XXIII международная инновационно-ориентированная конференция молодых учёных и студ. МИКМУС-2011, Москва, 14-17 декабря 2011 г. / Ин-т машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. - М., 2011. - С. 219. – Режим доступа: <http://www.imash.ru/conf/mega/2011/Prec2011.pdf>.
3. Черников, С.К. Расчетные исследования прочности и жесткости автомобильных рам семейства “КамАЗ” / С.К. Черников, А.Н. Ашихмин // 3-я Международная конференция “Автомобиль и техносфера”. - Казань: Физтехпресс, 2003. - С. 261-268.
4. Галимянов, И.Д. Расчетный метод оценки усталостной долговечности несущих элементов конструкции грузовых автомобилей / Галимянов И.Д. // 65-я Международная научно-техническая конференция Ассоциации автомобильных инженеров Международного научного симпозиума “Автотракторостроение-2009”. Кн.1. Москва.: МГТУ “МАМИ”. - 2009. – С. 93-98.
5. Зузов, В.Н. Расчет рам грузовых автомобилей / В.Н. Зузов, Д.В. Постников // М.: МГТУ им. Баумана. - 1997. – 42 с.
6. Гаспарянц, Г.А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля / Г.А. Гаспарянц; - М.: Машиностроение, 1978. – 351 с.

7. Запрягаев, М.М. Армейские автомобили. Конструирование и расчет / М.М. Запрягаев, Л.К. Крылов, Е.И. Магидович и др. Ч. 2. - М.: Воениздат, 1970. – 480 с.
8. Фентон, Дж. Несущий каркас кузова автомобиля и его расчет / Дж. Фентон; – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с.
9. Гельфгат, Д.Б. Рамы грузовых автомобилей / Д.Б. Гельфгат, В.А. Ошнаков // М.: Машгиз. - 1959. - 232с.
10. Горелов, С. Компьютерное моделирование и изучение поведения под нагрузкой несущей конструкции автомобиля УАЗ / С.Горелов, А.Казак / САПР и графика. №1. - 2004. - С. 14-20.
11. Железнов, Е.И. Автомобили. Теория / Е.И. Железнов / ВолгГТУ. – Ч.2. - Волгоград, 2008. – 96 с.
12. ГОСТ Р 41.94-99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении защиты водителя и пассажиров в случае лобового столкновения. - М.: Издательство стандартов, 2001. - 42 с.
13. Горобцов, А.С. Компьютерные методы построения и исследования математических моделей динамики конструкций автомобилей: монография / А.С. Горобцов, С.К. Карцов, А.Е. Плетнев, Ю.А. Поляков. – М.: Машиностроение, 2011. – 463 с.
14. Crescimanno, M. On duty simulation of a trimmed body under dynamic loads: modal superposition approach to evaluate fatigue life / M. Crescimanno, P. Cavallo, F. Pasetti // SAE Technical paper 1999-01-3150, 1999. International Body Engineering Conference and Exposition, Detroit, MI, USA, Session: Life Prediction. September 1999.
15. Трошенко, В.Т. Механическое поведение материалов при различных видах нагружения / В.Т. Трошенко, А.А. Лебедев, В.А. Стрижало и др. // К.: Логос. - 2000. – 571 с.
16. Downing S.D. Simple rainflow counting algorithms / S.D. Downing, D.F. Socie // International Journal of Fatigue. Publisher: Elsevier. Vol. 4. - 1982. - P. 31-40.
17. Miner, A. Cumulative damage in fatigue / A. Miner // Journal of applied mechanics. - №12. - 1945. – P. 159-164.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Сербин Е. М.

Ставропольский технологический институт сервиса (филиал) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса»

Получен алгоритм измерения угловых и линейных координат дорожно-строительной техники, относительно земной поверхности, параметров управления рабочим инструментом, обеспечивающих точную обработку профиля автострады.

Algorithmic support navigation system road construction machinery. Serbin E. M.

An algorithm to measure the angular and linear referencing of road construction equipment, with respect to the earth's surface, the control parameters a working tool to ensure accurate processing of the profile of the motorway.

Как известно, одна из двух наиболее трудноразрешимых российских проблем – дороги. Проблемы есть и с качеством дорог, и с их количеством. При этом надо учитывать, что территория России – самая большая на планете – 17,1 млн км². Т.е. почти в два раза больше, чем у США (9,36 млн км²), и в 17 раз больше, чем у Китая (0,96 млн км²). Поэтому вопрос приоритетного развития дорожной сети для России имеет особое значение.

Автомобильная дорога представляет собой сложное инженерное сооружение [1], на свойства которого оказывает влияние целый ряд факторов, связанных, главным образом, со строительством дороги. Строительство автомобильной дороги и, прежде всего, качество выполненных работ можно представить в виде системы, на свойства которой оказывают влияние такие факторы, как качество используемых материалов, соблюдение технологии производства работ, культура производства, технический уровень машин, механизмов и оборудования, квалификация рабочих, погодные-климатические условия и прочие.

В связи с постоянным ростом требований к качеству строительной продукции возникает необходимость повышать общий технический уровень строительных работ, их надежность, долговечность, эстетичность, технологичность. Для улучшения качества работы дорожной техники, независимо от того, будет это автогрейдер, дорожная фреза или асфальтоукладчик, их быстродействия, а следовательно и качества автодороги предлагается оснастить их автоматизированной системой управления, включающей в себя цифровую фотокамеру, вычислитель и три лазерных маяка.

Дорожная машина, решающая навигационную задачу, движется в области излучения лазерных маяков (рисунок 1) расположенных на земле.

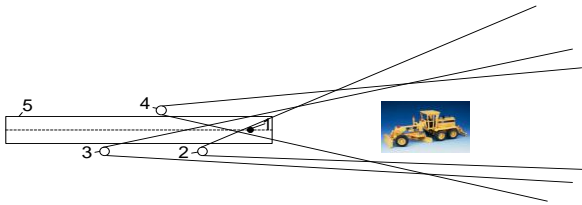


Рисунок 1 - Расположение лазерных маяков относительно автодороги:
1 – опорная точка; 2,3,4 – лазерные маяки, 5 – профиль дороги.

Излучение трех лазерных маяков, посредством фотообъектива, формирует их изображение на фотоматрице одной цифровой фотокамеры. По координатам «засвеченных» элементов на фотоматрице (y_k, z_k), определяются пространственное и угловое положение транспортного средства относительно системы маяков.

Для описания взаимного положения системы маяков и транспортного средства введем в рассмотрение неподвижную прямоугольную систему координат $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$, связанную с системой источников излучения (базис $(i^{(1)}, j^{(1)}, k^{(1)})$), ось OX совпадает с направлением движения транспортного средства, ось OY совпадает с вертикалью, а ось OZ образует правую систему координат. Система координат $OXYZ$ - подвижная система, связанная с геометрическим центром фотоматрицы, где ось OX направлена по оптической оси объектива, ось OY направлена вверх перпендикулярно горизонтальной стороне фотоматрицы, ось OZ перпендикулярна осям OX, OY , образуя с ними правую систему координат с базисом (i, j, k) , представленными на рисунке 2.

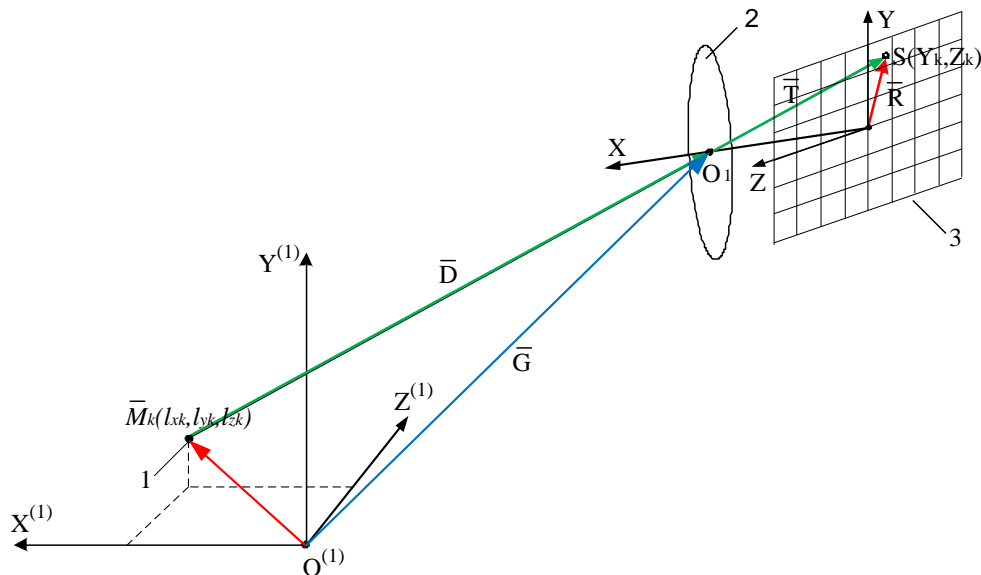


Рисунок 2 – Взаимное расположение систем координат $OXYZ$ и $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$:
1 – лазерный маяк, 2 – объектив цифровой фотокамеры, 3 – фотоматрица.

Положение лазерного маяка описывается радиус-вектором \bar{M}_k с известными координатами l_{xk}, l_{yk}, l_{zk} , где $k = 1 \dots 3$ – номер маяка. Рассмотрим соотношение, описывающее векторы, обозначенные на рисунке 2

$$\bar{D} = \bar{G} - \bar{M}_k = (X_0 - l_{xk})i^{(1)} + (Y_0 - l_{yk})j^{(1)} + (Z_0 - l_{zk})k^{(1)}$$

Спроецируем вектор \bar{D} на оси системы координат $OXYZ$. Преобразование координат произвольного вектора из системы координат $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$ в систему координат $OXYZ$, осуществляется посредством известного соотношения [2], учитывающего только взаимное угловое положение систем координат. Связь между старыми и новыми координатами вектора для случая, когда оба базиса – старый и новый – являются ортонормированными, задается следующей формулой:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = (A)^T \begin{pmatrix} X^{(1)} \\ Y^{(1)} \\ Z^{(1)} \end{pmatrix}, \tag{1}$$

где (A) – матрица направляющих косинусов (A) [1], имеющая вид:

$$(A) = \begin{pmatrix} \cos \psi \cos \nu & \sin \nu & -\sin \psi \cos \nu \\ \sin \psi \sin \gamma - \sin \nu \cos \psi \cos \gamma & \cos \gamma \cos \nu & \cos \psi \sin \gamma + \sin \psi \sin \nu \cos \gamma \\ \sin \psi \cos \gamma + \cos \psi \sin \nu \sin \gamma & -\cos \nu \sin \gamma & \cos \psi \cos \gamma - \sin \psi \sin \nu \sin \gamma \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ii^{(1)} & j\dot{i}^{(1)} & ki^{(1)} \\ i\dot{j}^{(1)} & j\dot{j}^{(1)} & kj^{(1)} \\ ik^{(1)} & j\dot{k}^{(1)} & kk^{(1)} \end{pmatrix} \quad (2)$$

ψ – угол поворота рабочего инструмента в вертикальной плоскости, ν – угол наклона рабочего инструмента вокруг поперечной оси, γ – угол поворота рабочего инструмента вокруг продольной оси..

Вектор, описывающий геометрический центр объектива в системе $O^{(1)}X^{(1)}Y^{(1)}Z^{(1)}$ (точка O_1), то есть пространственное положение объектива обозначим \bar{D} :

$$\begin{pmatrix} D_X \\ D_Y \\ D_Z \end{pmatrix} = (A) \begin{pmatrix} X_o^{(1)} - l_{xk} \\ Y_o^{(1)} - l_{yk} \\ Z_o^{(1)} - l_{zk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}(X_o^{(1)} - l_{xk}) + a_{12}(Y_o^{(1)} - l_{yk}) + a_{13}(Z_o^{(1)} - l_{zk}) \\ a_{21}(X_o^{(1)} - l_{xk}) + a_{22}(Y_o^{(1)} - l_{yk}) + a_{23}(Z_o^{(1)} - l_{zk}) \\ a_{31}(X_o^{(1)} - l_{xk}) + a_{32}(Y_o^{(1)} - l_{yk}) + a_{33}(Z_o^{(1)} - l_{zk}) \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где $X_o^{(1)}, Y_o^{(1)}, Z_o^{(1)}$ – координаты геометрического центра объектива.

Запишем очевидное соотношение для коллинеарных векторов \bar{T} и \bar{D}

$$\frac{\bar{T}}{F} = \frac{\bar{D}}{D_X},$$

где F и D_X – проекции векторов \bar{T} и \bar{D} на ось OX .

Из полученного соотношения выразим проекции вектора \bar{T} на оси OY и OZ , которые совпадают с координатами точки $S(Y_k, Z_k)$ в системе

$$T_Z = D_Z \frac{F}{D_X} = Z_k = \frac{a_{31}(X_o^{(1)} - l_{xk}) + a_{32}(Y_o^{(1)} - l_{yk}) + a_{33}(Z_o^{(1)} - l_{zk})}{a_{11}(X_o^{(1)} - l_{xk}) + a_{12}(Y_o^{(1)} - l_{yk}) + a_{13}(Z_o^{(1)} - l_{zk})} F. \quad (5)$$

Приведем полученные уравнения (4) и (5) к общему знаменателю и сгруппируем однородные члены выражений. Результат этих преобразований запишем в следующем виде:

$$\begin{aligned} (a_{21}F - a_{11}Y_1)X_0^{(1)} + (a_{22}F - a_{12}Y_1)Y_0^{(1)} + (a_{23}F - a_{13}Y_1)Z_0^{(1)} = \\ = (a_{11}Y_1 - a_{21}F)l_{xk} + (a_{12}Y_1 - a_{22}F)l_{yk} + (a_{13}Y_1 - a_{23}F)l_{zk}, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} (a_{31}F - a_{11}Z_1)X_0 + (a_{32}F - a_{12}Z_1)Y_0 + (a_{33}F - a_{13}Z_1)Z_0 = \\ = (a_{11}Z_1 - a_{31}F)l_{xk} + (a_{12}Z_1 - a_{32}F)l_{yk} + (a_{13}Z_1 - a_{33}F)l_{zk}. \end{aligned} \quad (7)$$

Полученная система уравнений (6) и (7) содержит шесть неизвестных, $X_0^{(1)}, Y_0^{(1)}, Z_0^{(1)}, \psi, \gamma, \nu$, поэтому необходимо использовать три маяка не лежащих на одной прямой. В этом случае, система уравнений (6) и (7) применяется трижды с индексами $k = 1, 2, 3$, для трех маяков в виде системы 6 уравнений

$$\left. \begin{aligned}
 &(a_{21}F - a_{11}Y_1)X_0^{(1)} + (a_{22}F - a_{12}Y_1)Y_0^{(1)} + (a_{23}F - a_{13}Y_1)Z_0^{(1)} = \\
 &= (a_{11}Y_1 - a_{21}F)l_{x1} + (a_{12}Y_1 - a_{22}F)l_{y1} + (a_{13}Y_1 - a_{23}F)l_{z1} \\
 &(a_{31}F - a_{11}Z_1)X_0^{(1)} + (a_{32}F - a_{12}Z_1)Y_0^{(1)} + (a_{23}F - a_{13}Z_1)Z_0^{(1)} = \\
 &= (a_{11}Z_1 - a_{31}F)l_{x1} + (a_{12}Z_1 - a_{32}F)l_{y1} + (a_{13}Z_1 - a_{33}F)l_{z1} \\
 &(a_{21}F - a_{11}Y_2)X_0^{(1)} + (a_{22}F - a_{12}Y_2)Y_0^{(1)} + (a_{23}F - a_{13}Y_2)Z_0^{(1)} = \\
 &= (a_{11}Y_2 - a_{21}F)l_{x2} + (a_{12}Y_2 - a_{22}F)l_{y2} + (a_{13}Y_2 - a_{23}F)l_{z2} \\
 &(a_{31}F - a_{11}Z_2)X_0^{(1)} + (a_{32}F - a_{12}Z_2)Y_0^{(1)} + (a_{23}F - a_{13}Z_2)Z_0^{(1)} = \\
 &= (a_{11}Z_2 - a_{31}F)l_{x2} + (a_{12}Z_2 - a_{32}F)l_{y2} + (a_{13}Z_2 - a_{33}F)l_{z2} \\
 &(a_{21}F - a_{11}Y_3)X_0^{(1)} + (a_{22}F - a_{12}Y_3)Y_0^{(1)} + (a_{23}F - a_{13}Y_3)Z_0^{(1)} = \\
 &= (a_{11}Y_3 - a_{21}F)l_{x3} + (a_{12}Y_3 - a_{22}F)l_{y3} + (a_{13}Y_3 - a_{23}F)l_{z3} \\
 &(a_{31}F - a_{11}Z_3)X_0^{(1)} + (a_{32}F - a_{12}Z_3)Y_0^{(1)} + (a_{23}F - a_{13}Z_3)Z_0^{(1)} = \\
 &= (a_{11}Z_3 - a_{31}F)l_{x3} + (a_{12}Z_3 - a_{32}F)l_{y3} + (a_{13}Z_3 - a_{33}F)l_{z3}
 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Полученная система уравнений (8) относительно $X_0^{(1)}, Y_0^{(1)}, Z_0^{(1)}, \psi, \gamma, \nu$ является нелинейной и может быть решена одним из численных методов при условии, что координаты маяков известны.

Решение этой задачи без осложнений осуществляется методом простых итераций.

Таким образом, одна цифровая фотокамера совместно с маяками вполне обеспечивает процесс измерения координат положения дорожно-строительной машины относительно автодороги, что позволяет осуществить автоматическое управление ее движением и повысить качество обработки профиля автодороги и производительности труда.

Литература

1 А.В. Чернигов, И.К. Матвеев. Основные направления повышения уровня содержания автомобильных дорог и искусственных сооружений на них. //Сообщение на семинаре «Летнее содержание автодорог и искусственных сооружений и их транспортно-эксплуатационное состояние». - г. Павловск, 26июня-01 июля 2006 г.

2 ГОСТ 20058-80 Динамика летательных аппаратов в атмосфере. Термины, определения обозначения.

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА

Бутягин О.Ф., Голяев Ю.Д., Кроваткин М.В., Савельев И.И., Скопин К.А.
 ФГУП НИИ "Полюс" им. Стельмаха М.Ф.

В работе проведён анализ и оптимизация упругих элементов лазерных гироскопов – тарельчатых и разрезных пружин. Определены условия их надёжной работы при механических и температурных воздействиях.

Optimization of elastic elements of laser gyros. Butyagin O.F., Golyaev U.D., Krovatkin M.V., Saveliev I.I., Skopin K.A.

The analysis and optimization of the elastic elements of laser gyros – Belleville and split springs have done. The conditions for their safe operation under mechanical and thermal influences have been defined.

Целью данной работы является анализ и оптимизация упругих элементов лазерных гироскопов (ЛГ) с частотной подставкой на эффекте Зеемана [1]. Упругие элементы являются важной и ответственной частью конструкции датчиков ЛГ со вставным холодным катодом. К ним предъявляется ряд специфических требований, связанных с особенностями работы ЛГ. Это вынуждает использовать пружины специальной конструкции, изготовленные из специальных материалов, что усложняет и удорожает процесс их изготовления.

1. Конструкция и требования к упругим элементам ЛГ.

Рассмотрим упрощённо конструкцию одноосного датчика ЛГ типа ЗЛК [1] со вставным холодным катодом. На рис. 1 представлены элементы конструкции датчика, определяющие положение упругих элементов.

Датчик ЛГ включает в себя корпус 1 резонатора, в полости которого установлен катод 3. Напряжение на катод подаётся через лепесток 8, который припаян к втулке на электродной пластине 2 резонатора. Для

поджатия катода к лепестку и обеспечения электрического контакта используется разрезная пружина 4. Вид разрезной пружины, установленной на катоде, показан на рис.2 справа и на рис.3. Корпус и ножки резонатора изготавливаются из ситалла и соединяются посредством оптического контакта. Поскольку оптический контакт обладает относительно невысокой прочностью, к пружине предъявляются жёсткие требования по величине усилия сжатия, передаваемого через катод на ножку. Усилие пружины должно быть достаточным, чтобы механический контакт катода и лепестка сохранялся при всех внешних воздействиях (ударах и вибрациях) в процессе эксплуатации датчика ЛГ.

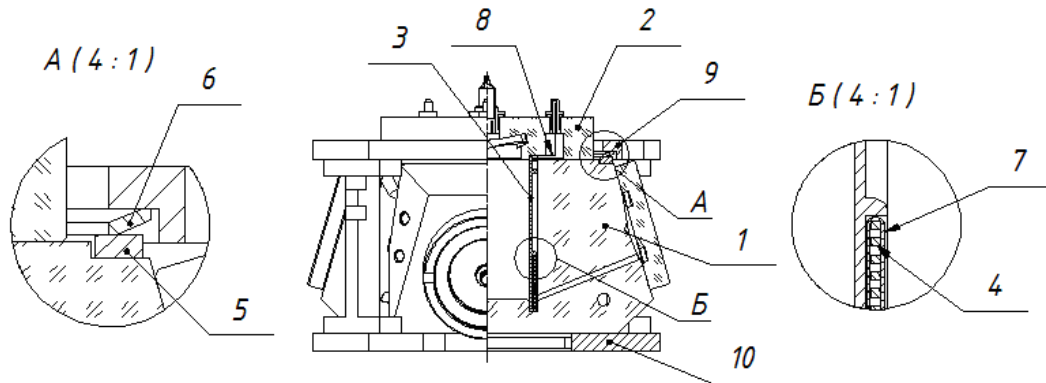


Рис.1 Расположение упругих элементов в датчике.

Например, для максимального ускорения, действующего на прибор, равного 100g, пружина должна создавать усилие минимум в 8кГ, поскольку масса катода и пружины составляет 8г. В то же время усилие пружины не должно нарушать оптический контакт корпуса и ножки резонатора. Опытным путём было установлено, что это происходит при усилении 2кГ. Особые требования предъявляются к качеству обработки и материалу катодной пружины. В полости резонатора не допускается наличие микрочастиц (пыли, частиц металла), которые могут нарушить работу прибора. Также внутри резонатора должен поддерживаться определённый состав газовой смеси. Поэтому не допускается выделение газа из металлических деталей внутри резонатора. Для поглощения нежелательных газов используется газопоглотитель 7, представляющий собой полосу из палладия, внутри которой расположены титановые нити. В рассматриваемой конструкции газопоглотитель сгибается в виде скобки и устанавливается в прорезь катодной пружины, между пружиной и катодом.

Так как корпус резонатора датчика изготавливается из ситалла, материала с чрезвычайно низким КТР, то для крепления резонатора на металлическом основании 10 с помощью прижима 9, необходимо использовать пружину 6, которая обеспечит поджатие корпуса резонатора к основанию и послужит для компенсации теплового расширения металлических частей конструкции. В рассматриваемой конструкции датчика используется тарельчатая пружина, поскольку она способна создавать большие усилия, необходимые для предотвращения отрыва резонатора от основания при действии внешних факторов, при небольших её деформациях. Малые габариты тарельчатой пружины позволяют минимизировать высоту датчика. Для более равномерной передачи давления на резонатор используется кольцо 5. Тарельчатая пружина должна предотвращать отрыв резонатора от посадочной плоскости при всех заданных внешних механических воздействиях и должна быть выполнена из немагнитного материала. Сложность проектирования такой пружины состоит в том, что она имеет малую величину допустимой упругой деформации сжатия и при большой величине механических воздействий возникает пластическая деформация.

2. Расчёты параметров пружин и сравнение с экспериментом.

Рассмотрим упругие элементы в одноосных датчиках ЛГ типа ЗЛК имеющие сходные конструкции, но различные размеры. Расчёт упругих элементов, используемых в этих датчиках проведём в общем виде.

Усилие, создаваемое пружиной, зависит от двух факторов: жёсткости и деформации. Жёсткость определяется геометрическими размерами пружины и её материалом, из которого она изготовлена, режимами тепловой обработки. Деформация, в нашем случае, зависит от габаритного размера пружины и размеров деталей, определяющих величину её посадочного места.

Разрезная пружина. Требование к величине усилия сжатия пружины в небольшом интервале, наличие нескольких деталей (корпуса и ножки резонатора, катода с посадочным местом для пружины на его боковой поверхности, газопоглотителя, лепестка) определяющих размеры посадочного места пружины, допуск на габаритные размеры пружины определяют необходимость установки жёстких допусков по квалитетам h11 и H11 на эти размеры. Кроме того следует учитывать, что ввиду конструктивной сложности деталей (корпуса резонатора, разрезной пружины, газопоглотителя) ряд размеров (радиуса галтелей в проточках корпуса и ножки резонатора, газопоглотителя) обеспечиваются технологией изготовления и не контролируются.

В рассматриваемых конструкциях датчиков ЛГ размеры минимального h_{\min} и максимального h_{\max} посадочного места для пружины определялись глубинами катодной полости и проточки в электродной пластине резонатора, размерами катода и величиной перекрытия катода и пружины, толщиной лепестка и

соответствующими допусками на эти величины при заданном усилии сжатия пружины P , высота пружины h_p должна составлять определённую величину и находиться в диапазоне, определяемом величинами (h_{\min} и h_{\max}). Это соответствует случаю, когда соприкасающиеся детали ложатся на плоские поверхности.

В действительности, поскольку, диаметры соприкасающихся деталей незначительно отличаются между собой на (1–1,5) мм и в области соприкосновения имеются галтели, посадочное место пружины уменьшается на суммарный размер радиусов этих скруглений, составляющих десятые доли мм. Таких соприкосновений несколько (пружина – корпус резонатора, пружина – катод, пружина – газопоглотитель, газопоглотитель – катод, катод – ножка) высота посадочного места для пружины уменьшается ~1мм и на эту же величину соответственно увеличивается и величина деформации пружины. При этом расчётный конструктивный запас пружины по величине деформации может быть полностью использован и усилие постановки ножки может превысить критическую величину, обеспечивающую надёжность оптического контакта. Для увеличения размера посадочного места для пружины без изменения размеров сопрягаемых деталей на пружине на соприкасающихся диаметрах с другими деталями были выполнены фаски с величинами равными радиусам галтелей.

Другим параметром пружины, определяющим требование к величине посадочного места, является её максимально допустимое сжатие Δh_{\max} на линейном участке динамометрической характеристики $P(\Delta h)$. Расчётная величина для пружин датчиков типа ЗЛК-16 из сплава БрБ2 составляла 2,25мм, для пружин из сплава 36НХТЮ 2,5мм.

Малая толщина пружин (0,6мм), определяемая посадочными диаметрами элементов полости резонатора и катода, и работа пружины в области упругой деформации определяет необходимость большого числа разрезных секций. В данной работе рассмотрены пружины, имеющие 10 секций. Несмотря на задание жёстких допусков на высоту элементов секций относительная погрешность величины Δh_{\max} составляет ~10%, что приводит к уменьшению конструктивного запаса по величине деформации сжатия пружины и величиной посадочного места.

Для определения зависимостей усилия сжатия P от величины деформации Δh (динамометрические характеристики) $P(\Delta h)$ разрезных пружин, использовался образцовый динамометр сжатия ДОС-3-0,1И и индикатор часового типа модели ИЧП-01 с ценой деления 0,01мм. На рис. 2 приведены эти зависимости для пружин из сплавов БрБ2 и 36НХТЮ с конструктивными параметрами обеспечивающими усилие сжатия 1,4 и 0,9кГ соответственно. Пружины из сплава БрБ2 создавали указанное усилие при деформации (1,3±0,2)мм, пружины из сплава 36НХТЮ – при (1,1±0,2)мм. Видно что динамометрические характеристики разных пружин из сплава БрБ2, выполненных по одному чертежу, отличаются на (5–10)% и при одной и той же величине деформации, и величины Δh_{\max} соответствуют расчётным.

Поскольку пружины, используемые в датчиках ЛГ, имеют сложную форму и, в процессе деформации в них возникает сложное напряжённо-деформированное состояние, для расчёта характеристик пружин использовалась программа конечно-элементного анализа.

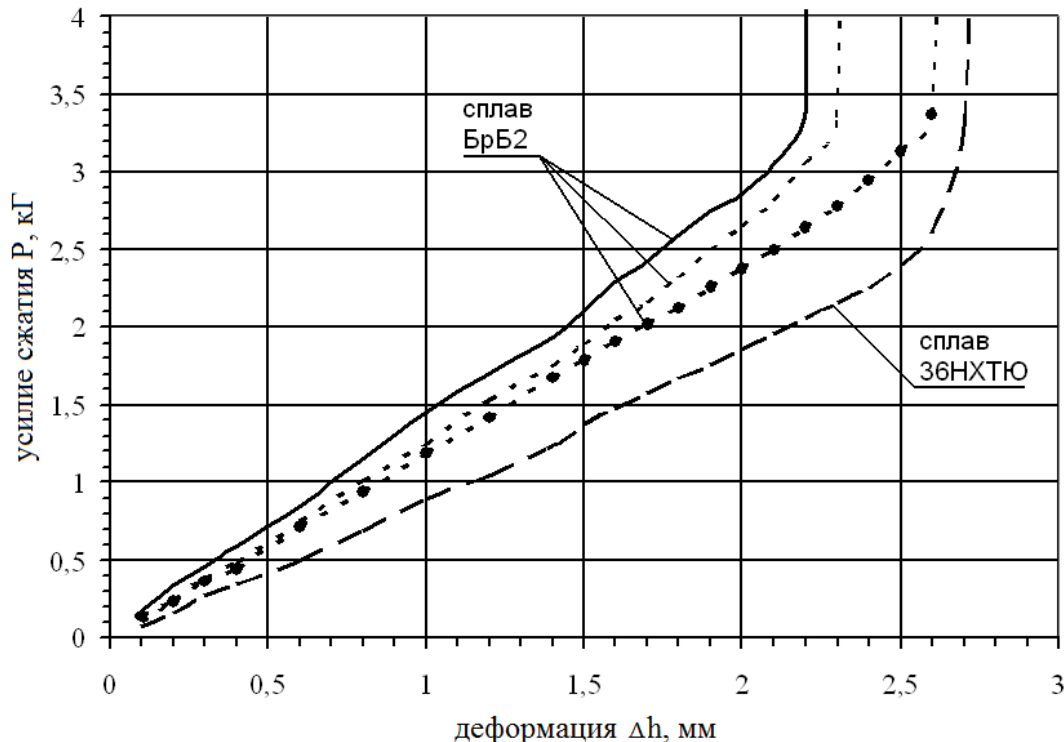


Рис.2 Динамометрические характеристики пружин из сплавов БрБ2 и 36НХТЮ

Метод конечных элементов – численный метод решения дифференциальных уравнений в частных производных. Суть метода заключается в разбиении области, на которой ищется решение дифференциальных уравнений, на конечное число элементов простой формы. В каждом элементе выбирается аппроксимирующая функция, равная нулю за пределами элемента. Тогда решением задачи будут значения функций на границах элементов. Коэффициенты функций находятся из условия равенства функций на границах элементов. Таким образом, решение системы дифференциальных уравнений сводится к решению системы алгебраических уравнений.

Программы, реализующие метод конечных элементов на ЭВМ позволяют проводить сложные инженерные расчёты. Задавая максимальный и минимальный размер посадочных мест пружин, а также размеры и допуски самих пружин определялись минимальное и максимальное усилия, создаваемые пружинами и запас прочности пружин.

Первым этапом был анализ устанавливаемых в настоящее время разрезных пружин. Проведённый расчёт показал, что катодные пружины, используемые в датчиках типа ЗЛК обладают излишней жёсткостью. Для того, чтобы не создавать излишней нагрузки на ножку резонатора геометрические размеры перемычек пружин были изменены. Подбирались такие размеры и допуски на них, чтобы максимально ослабленная пружина, установленная в самое большое посадочное место, создавала достаточное усилие для сохранения механического контакта с лепестком при заданных внешних воздействиях. При этом пружина, выполненная в номинале (максимально жёсткая) не должна передавать на ножку усилие более 2кГ.

После разработки новой катодной пружины удовлетворяющей этому требованию в программе конечно-элементного расчёта было проведено определение собственных частот упругого элемента, то есть частот, на которых возникают резонансные явления. При возникновении резонанса с высокой добротностью возможно нарушение контакта катода с лепестком, и, соответственно, прекращение работы датчика. В диапазоне частот, на которых может происходить вибрация прибора в процессе его эксплуатации, было найдено несколько собственных частот. Форма колебаний системы на этих частотах представлена на рис.3.

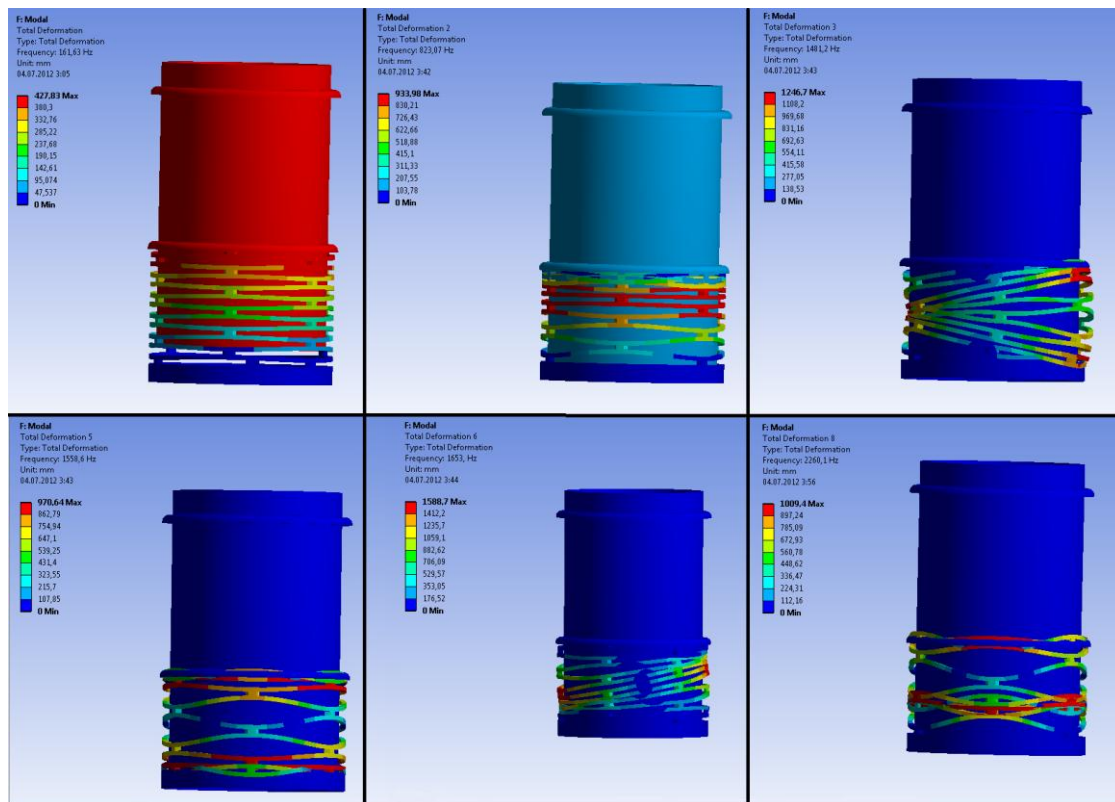


Рис.3 Формы колебаний катодной пружины на различных модах.

Для того чтобы проверить, происходит ли потеря контакта лепестка и катода, были проведены испытания на макете резонатора датчика ЛГ. Результаты представлены ниже.

Тарельчатые пружины. В гироскопах разных типоразмеров использовались тарельчатые пружины двух конструкций: с торцами, перпендикулярными оси симметрии пружины и с торцами, перпендикулярными боковым граням пружины. Но поскольку данные пружины изготавливались точением, второй вариант конструкции создавал сложности в производстве и измерении пружин. Поэтому была разработана пружина с торцами, перпендикулярными оси симметрии, удовлетворяющая предъявляемым к ней требованиям.

Для определения устойчивости датчиков к воздействию внешних механических факторов были проведены испытания на ударо- и вибропрочность в трёх взаимно перпендикулярных направлениях, одно из которых совпадало с осью чувствительности. В датчике типа ЗЛК-16 использовалась разрезная пружина с

деформацией сжатия $(1,3 \pm 0,2)$ мм при усилии сжатия 1,4кГ, а в датчике типа ЗЛК-20 использовалась пружина либо с такой же характеристикой, либо пружина с деформацией $(1 \pm 0,3)$ мм при усилии сжатия 0,45кГ. Критерием служило нарушение электрического контакта в цепи между катодом и лепестком в проточке электродной пластины.

Для контроля электрического контакта под пружиной в полости корпуса размещался лепесток, такой же как и на катоде. Между электродами со стороны катода и пружины подключалось регистрирующее устройство. При испытаниях на удароустойчивость подключалось регистрирующее устройство со светодиодной индикацией. При испытаниях на виброустойчивость в качестве регистрирующего устройства использовался запоминающий осциллограф. В первом случае при нарушении электрического контакта катод – лепесток загорался светодиод, во втором случае регистрировалась осциллограмма состояния электрического контакта при сканировании частоты синусоидальной вибрации в диапазоне $(20-2000)$ Гц, частота вибрации f определялась по формуле:

$$f = f_{нач} \cdot \exp(0.0016 \cdot t \cdot n),$$

где $f_{нач}$ – начальная частота, Гц; t – время, с; n – скорость изменения частоты, октава/мин.

Для проведения испытаний датчики закреплялись на внутренней грани испытательного куба, который устанавливается либо на платформе ударного стенда, либо вибростенда. При испытании на виброустойчивость проводился контроль амплитуд ускорения платформы, испытательного куба, прижима и резонатора датчика с помощью тензодатчиков, установленных на них. Выявлено наличие собственных колебаний платформы, посадочного места испытательного куба, посадочного места датчика на кубе, при этом амплитуда ускорения вибрационных колебаний возрастала в несколько раз относительно заданной. Области вибрационных нагрузок с собственными частотами платформы и испытательного куба были исключены из рассмотрения диапазона виброустойчивости датчиков.

В результате испытаний на удароустойчивость было установлено, что в диапазоне амплитуд ускорений $(10-80)$ g с длительностью $(0,5-20)$ мс и 100 g с длительностью $(1-5)$ мс все датчики устойчивы к ударам. Датчик ЗЛК-20Э устойчив к ударам с амплитудой ускорения не более 30g.

При испытаниях на вибрацию устойчивость в диапазоне $(20-2000)$ Гц с амплитудой ускорения $(5-10)$ g и скоростью изменения частоты

$(2,5-3)$ октава/мин электрический контакт сохраняется во всех датчиках. При скорости изменения частоты равной 1 октава/мин в том же диапазоне частот и амплитуд ускорения электрический контакт сохранялся в датчиках ЗЛК-16 и ЗЛК-20 и нарушался в датчике ЗЛК-20Э в диапазоне $(600 - 2000)$ Гц при амплитуде ускорения более 4g. Для получения данных по величине конструктивного запаса требуется доработка испытательного куба в части изменения конструкции посадочного места датчика с целью исключения появления резонансных частот в области $(800-2000)$ Гц.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

- при расчёте и конструировании упругих элементов для датчиков со вставным холодным катодом следует учитывать не только размеры деталей, определяющих величину посадочного места пружин, но и размер закруглений в местах соприкосновения деталей;
- датчики типа ЗЛК-16 и ЗЛК-20 ударо- и виброустойчивы;
- выявлены различные типы колебаний разрезных пружин.

Литература

1. В.В. Азарова, Ю.Д. Голяев, В.Г. Дмитриев Кольцевые газовые лазеры с магнитооптическим управлением в лазерной гироскопии. “Квантовая электроника”, №2 2000г.
2. К.Ю. Бате; пер. с англ. В.П. Шидровского; под ред. Л.И. Турчака. – Москва: Физматлит, 2010. – 1022с.
3. В.И. Ануфриев; под ред. И.Н. Жестковой; Справочник конструктора машиностроителя – Изд. 9-е, перераб.и доп. – Москва: Машиностроение, 2006

ПРОЦЕДУРА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО ПОДХОДА

Федосеев С.В., Астафьев А.В.
г. Москва, МЭСИ

Рассмотрена процедура принятия решений при реализации инновационного проекта, предусматривающая использование концепции реальных опционов. Предложена новая классификация реальных опционов и набор базовых действий по управлению реальными опционами.

Decision-making procedure at implementation of the innovative project with using of the option approach, Fedoseev S., Astafiev A.

Decision-making procedure at implementation of the innovative project, providing use of the concept of real options is considered. New classification of real options and a set of base actions by management of real options are offered.

Применение метода оценки реальных опционов в анализе инновационных проектов в России становится всё более распространённым, но, несмотря на свои достоинства, этот метод значительно уступает по популярности методам, основанным на дисконтировании денежных потоков. Целью данной статьи является внесение предложений по использованию реальных опционов в процедуре принятия решений при реализации инновационных проектов.

Существуют различные определения этого термина. В настоящей статье под *реальным опционом* понимается «любая возможность, право или шанс получения какого-либо блага в будущем, для создания которых в настоящем нужно совершить какое-либо действие» [1].

В тоже время, можно утверждать, что всякая такая возможность является результатом тех или иных действий и событий (детерминированных и/или случайных).

В настоящее время приняты разнообразные классификации реальных опционов. Наиболее часто используется разграничение на «call» и «put», аналогично финансовым опционам [2]. Также распространена классификация, основанная на типе возможности, которую содержит тот или иной реальный опцион (например, опционы на расширение, опционы на прекращение проекта и др.) [3]. Кроме того, существует деление по стороне баланса предприятия - реальные опционы, встроенные в активы, и реальные опционы, встроенные в пассивы [5]. Имеют место и другие виды классификаций: классификация по типу неопределённости и др. [4]. Перечисленные классификации используются для достижения различных целей операций с реальными опционами. Применение каждой из приведённых классификаций при конкретных условиях даёт положительный результат.

Однако представляется, что для более эффективного управления реальными опционами необходима дополнительная классификация, которая позволяла бы идентифицировать такие важнейшие характеристики реального опциона, как его стадию жизненного цикла и степень его зависимости от субъекта управления. В связи с этим, предлагается разделять реальные опционы также по следующим признакам классификации (Табл. 1).

Признак 1. Отношение к лицу, принимающему решения (далее ЛПР).

Реальные опционы, создаваемые ЛПР осознанно. Реальные опционы этого класса включают в себя действия ЛПР, осознанно направленные на создание реальных опционов, даже если само понятие «реальный опцион» не используется ЛПР. Примером является вложение в проект дополнительных средств с целью получения возможности выйти из проекта с меньшими потерями. В данном случае менеджер может идентифицировать либо реальный опцион и применить соответствующий инструментарий для его оценки, либо – механизмы снижения рисков и/или увеличения управленческой гибкости и интуитивно подойти к их оценке.

Реальные опционы, создаваемые ЛПР неосознанно. Реальные опционы этого класса включают в себя действия ЛПР, которые приводят к созданию реальных опционов, но это не осознаётся ЛПР. При этом действия ЛПР направлены на достижение других целей. Пример: приобретение с целью обеспечения высокого качества производимой продукции дорогостоящего оборудования, которое позволяет относительно легко менять объём производства в зависимости рыночной конъюнктуры. Последнее свойство не замечается ЛПР и, соответственно, ценность этого свойства не учитывается, ни количественно, ни качественно.

Реальные опционы, создаваемые независимо от ЛПР. Здесь можно отметить реальные опционы, которые создаются в результате действий третьих лиц или в результате случайных событий. Пример: производитель оборудования вводит для всех своих клиентов дополнительную опцию, позволяющую в течение 1 года осуществить обратный выкуп оборудования за 70% стоимости, если продукция, изготавливаемая на нём, не будет пользоваться спросом.

Признак 2. Отношение стадии жизненного цикла реального опциона к текущему моменту времени.

Реальные опционы, уже созданные. Отличительной особенностью данного класса является то, что действие по созданию опциона уже совершено к текущему моменту времени. Пример: курс евро опустился ниже 40 рублей, и теперь согласно условиям кредитного договора банк может потребовать от заёмщика погашения кредита, полученного в евро, в рублях по курсу 40 рублей за 1 евро.

В зависимости от положения во времени возможности получения блага, которая по опциону возникает при определённых условиях, имеет смысл следующее подразделение:

реальные опционы, по которым возможность получения блага *существовала ранее*;

реальные опционы, по которым возможность получения блага *существует сейчас*;

реальные опционы, по которым появление возможности получения блага *ожидается в будущем*.

Реальные опционы, ещё не созданные. Характерная черта этих опционов – действие для создания опциона ещё не совершено. Пример: начало реализации бизнес-плана, по которому предусмотрена покупка деревообрабатывающего оборудования позволяющего при необходимости в течение 3 дней полностью приостанавливать свою работу. В зависимости от статуса действия для создания опциона, целесообразно выделить следующие подклассы:

реальные опционы, по которым действие для создания *уже запланировано*;

реальные опционы, по которым вопрос о действии для создания *находится на рассмотрении*;

реальные опционы, по которым сама постановка вопроса о действии для создания *возникнет в будущем*.

Таблица 1.

Матрица классификации реальных опционов

		Реальные опционы по отношению к лицу, принимающему решения, x_n			
		Создаваемые осознанно x_1	Создаваемые неосознанно x_2	Создаваемые независимо от ЛПР x_3	
Реальные опционы по отношению их создания к настоящему времени, y_m	Уже созданные	Возможность по которым существовала ранее, y_1	$x_1 y_1$	$x_2 y_1$	$x_3 y_1$
		Возможность по которым существует сейчас, y_2	$x_1 y_2$	$x_2 y_2$	$x_3 y_2$
		Возможность по которым появится в будущем, y_3	$x_1 y_3$	$x_2 y_3$	$x_3 y_3$
	Ещё не созданные	Действие для создания запланировано, y_4	$x_1 y_4$	$x_2 y_4$	$x_3 y_4$
		Действие для создания рассматривается, y_5	$x_1 y_5$	$x_2 y_5$	$x_3 y_5$
		Вопрос о создании возникнет в будущем, y_6	$x_1 y_6$	$x_2 y_6$	$x_3 y_6$

На основе приведённой в Таблице 1 классификации можно выделить 18 типов реальных опционов, отличающихся по стадии своего жизненного цикла на текущий момент времени и по степени влияния на них ЛПР. Такой подход позволяет выработать *набор базовых действий* для управления реальными опционами на предприятии, который дал бы возможность более системно подходить к проблеме и повысить эффективность инвестиционного процесса.

Предлагаемый набор базовых действий приведён ниже:

BD1 – идентификация осознанно создаваемых возможностей именно как реальных опционов. Это существенно поможет в дальнейшем управлении ими.

BD2 – идентификация неосознанно создаваемых опционов. Данное мероприятие подразумевает поиск и выявление реальных опционов во всех принимающихся решениях ЛПР. После этого действия множество реальных опционов, создаваемых неосознанно, разделяется на два подмножества: выявленные и используемые в дальнейшем осознанно и невыявленные и, следовательно, используемые по-прежнему интуитивно. В дальнейшем при описании базовых действий с опционами, создаваемыми неосознанно, речь пойдёт только о первом подмножестве.

BD3 – идентификация опционов, создаваемых независимо от ЛПР, в тех случаях, когда это возможно. Данное действие подразумевает поиск и выявление реальных опционов во всех действиях внешних субъектов, влияющих на предприятие.

BD4 – изучение возможности отложения и непосредственно само отложение действий для создания реальных опционов на краткосрочную перспективу до принятия методики управления реальными опционами.

BD5 – изучение возможности отложения и непосредственно само отложение действий для реализации возможностей, заложенных в уже созданные реальные опционы, до принятия методики управления реальными опционами.

BD6 – анализ уже осуществлённых действий по созданию реальных опционов.

BD7 – анализ эффективности распоряжения существовавшими ранее возможностями по реальным опционам.

BD8 – анализ возможного воздействия на опционы, создаваемые независимо от ЛПР.

BD9 – разработка и принятие методики управления реальными опционами в организации, в том числе создаваемыми независимо от ЛПР.

BD10 – в соответствии с уже разработанной методикой оценка и принятие решения об использовании возможностей по ранее созданным реальным опционам.

BD11 – в соответствии с уже разработанной методикой оценка и принятие решения о покупке или отказе от покупки того или иного опциона

BD12 – в соответствии с уже разработанной методикой оценка и принятие решения о воздействии, где это возможно, на процесс разработки реальных опционов, создаваемых независимо от ЛПР.

BD13 – постоянное совершенствование методики управления всеми реальными опционами, создаваемыми ЛПР и независимо от ЛПР, для использования в дальнейшем на реальных опционах, которые будут появляться в будущем.

В Таблице 2 для каждого типа реальных опционов по классификации, описанной выше (Табл. 1), приведены рекомендуемые базовые действия.

Таблица 2.

Использование базовых действий по управлению реальными опционами

Тип реального опциона, $x_1 y_m$	$x_1 y_1$	$x_1 y_2$	$x_1 y_3$	$x_1 y_4$	$x_1 y_5$	$x_1 y_6$
Рекомендуемые базовые действия	<i>BD1, BD6, BD7, BD9</i>	<i>BD1, BD5, BD6, BD9, BD10</i>	<i>BD1, BD5, BD6, BD9, BD10</i>	<i>BD1, BD4, BD9, BD11</i>	<i>BD1, BD4, BD9, BD11</i>	<i>BD13</i>
Тип реального опциона, $x_2 y_m$	$x_2 y_1$	$x_2 y_2$	$x_2 y_3$	$x_2 y_4$	$x_2 y_5$	$x_2 y_6$
Рекомендуемые базовые действия	<i>BD2, BD6, BD7, BD9</i>	<i>BD2, BD5, BD6, BD9, BD10</i>	<i>BD2, BD5, BD6, BD9, BD10</i>	<i>BD2, BD4, BD9, BD11</i>	<i>BD2, BD4, BD9, BD11</i>	<i>BD13</i>
Тип реального опциона, $x_3 y_m$	$x_3 y_1$	$x_3 y_2$	$x_3 y_3$	$x_3 y_4$	$x_3 y_5$	$x_3 y_6$
Рекомендуемые базовые действия	<i>BD3, BD7, BD8, BD9</i>	<i>BD3, BD5, BD8, BD9, BD10</i>	<i>BD3, BD5, BD8, BD9, BD10</i>	<i>BD3, BD8, BD9, BD12</i>	<i>BD3, BD8, BD9, BD12</i>	<i>BD13</i>

Набор и последовательность базовых действий не претендуют на роль универсальных и являются только лишь одним из вариантов решения проблем внедрения реальных опционов.

Некоторые из базовых действий имеют циклический характер. Например, *BD13* – постоянное совершенствование методики управления реальными опционами.

Кроме того, следует отметить, что реализация базовых действий может носить параллельный характер. Так, по реальным опционам вида $x_1 y_4$ одновременно с изучением возможности отложения и непосредственно самим отложением действий для создания реальных опционов (*BD4*) может происходить идентификация осознанно создаваемых возможностей именно как реальных опционов (*BD1*) по опционам, которые не были распознаны ранее.

Рассмотрим пример применения данного набора базовых действий.

Пример. На деревообрабатывающем предприятии было принято решение о начале внедрения реальных опционов в систему оценки инвестиционных проектов.

Одними из первых были проведены мероприятия по выявлению возможных не осознанных покупок реальных опционов (*BD2*). В частности было определено, что в двух прошлых проектах предприятия приобреталось деревообрабатывающее оборудование, позволяющее при необходимости в течение 3 дней полностью приостанавливать свою работу. Из-за этого свойства оборудование стоило на 15 миллионов рублей дороже аналогов, не имеющих такого свойства. Данное оборудование по обоим проектам уже списано с производства в связи с выработкой своего рабочего ресурса.

Затем было выявлено, что в настоящее время утверждённым бизнес-планом нового проекта предполагается покупка данного оборудования. В соответствии с набором базовых действий принимается решение об отложении реализации бизнес-плана до принятия методики по реальным опционам (*BD4*).

Далее проводился анализ создания существовавших реальных опционов (*BD6*) и результатов распоряжения ими (*BD7*). Данный анализ привёл к следующим выводам: приобретение возможности получения в будущем блага в виде сокращения убытков случае падения спроса путём приостановки производства стоило предприятию 15 млн. руб. В тоже время, останавливать производство не приходилось, т.к. продукция пользовалась и пользуется стабильно высоким спросом. И по прогнозам экспертов спрос в течение ближайших 10 лет будет только расти.

На предприятии была принята методика управления реальными опционами (*BD9*), включающая в себя оценку соотношения затрат предприятия к возможному положительному эффекту от опциона, скорректированному с учётом вероятности наступления событий, при которых опцион был бы исполнен. И согласно этой методика по новому проекту было принято решение о закупке другого оборудования, без возможности в течение 3 дней приостановить производство и поэтому более дешёвого (*BD11*).

В описанном выше примере использование предлагаемого набора базовых действий помогло предотвратить необоснованную покупку реального опциона и, тем самым, высвободить денежные средства,

запланированные на его покупку, для использования в других целях, потенциально повышая эффективность их вложения.

Представляется, что внедрение предложенных классификации и набора базовых действий по идентификации и управлению реальными опционами в практику принятия решений при реализации инновационных проектов позволит более эффективно использовать ресурсы, выделяемые на проекты, системно подходить к оценке и управлению возможными рисками и перспективами проектов.

Литература

1. Концепция реальных опционов, статья/Астафьев А.В., Научно-технические ведомости СПбГПУ №3(121), 2011.
2. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках: Учебно-практическое пособие/Лимитовский М.А. - М.: Издательство Юрайт, 2011.
3. Принципы корпоративных финансов/Брэдли Р., Майерс С. – М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2008.
4. Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему, статья/Бухвалов А.В., Российский журнал менеджмента №1, 2004.
5. Реальные опционы в менеджменте: классификация и приложения, статья/Бухвалов А.В., Российский журнал менеджмента №2, 2004.

ПРИМЕНЕНИЕ САМООРГАНИЗУЮЩЕГОСЯ АЛГОРИТМА ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Трусов В.А.
Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

Application of self-organizing algorithm for nonlinear technological processes. Trusov V. A.

В настоящее время динамика развития современных технологических процессов (ТП) происходит в условиях неопределенности многих факторов, что объясняет большую сложность в построении их математических моделей и необходимость периодической корректировки. Для формирования процесса управления такой системой целесообразно использовать модели различной сложности. Для упрощенных динамических моделей, описываемых системой дифференциальных уравнений невысокого порядка, можно с помощью одного из методов оптимизации вычислить управление [1]. Моделирование оптимального поведения упрощенной системы позволяет получить базовое решение, определяющее тенденции требуемого развития и облегчающее дальнейшую работу с более сложными моделями.

Несмотря на быстрый рост вычислительной производительности компьютеров и микропроцессоров, ограниченная сложность алгоритмического и программного обеспечения комплексов и их самоорганизация остаются важнейшими требованиями. Дело в том, что в комплексах со сложным несомоорганизующимся программным обеспечением ошибки, практически неизбежные при любой технологии его разработки, в некоторых ситуациях могут привести к возникновению нештатной ситуации. Это требует больших затрат на сопровождение комплекса в течение всего его жизненного цикла, однако даже при таком обслуживании желаемый уровень работоспособности не гарантирован.

При проектировании сложной системы к ней предъявляются неформализованные требования. Задача оптимального проектирования заключается в переходе от неформальных требований к четкому описанию задачи в математическом выражении и разработке алгоритма управления, обеспечивающего минимальные затраты ресурсов ЭВМ.

Возможность построения оптимального управления сложными ТП в реальном времени заключается в использовании алгоритмов с прогнозированием по принципу минимума функционала обобщенной работы (ФОР) А.А. Красовского [1], допускающих их самоорганизующиеся варианты. Для сложных нелинейных ТП эти алгоритмы являются наиболее экономичными по отношению к ресурсам ЭВМ.

При разработке оптимального управления ТП трудности резко возрастают с усложнением модели. При построении алгоритмов безмодельного управления сложность также повышается. Поэтому при синтезе управления целесообразно предусмотреть процедуру самоорганизации модели. Использование ее в алгоритме управления делает его адаптивным и универсальным в отношении применения для различных систем.

Исследование самоорганизующихся оптимальных регуляторов с экстраполяцией (СОРЭ) [2] показало их высокую эффективность для объектов (с одним входом и одним выходом) в виде одного, двух и более последовательно соединенных интегрирующих звеньев и консервативного звена для стабилизации основного параметра ТП.

Вообще, подход с самоорганизацией в управлении был сформирован как теория самоорганизующегося оптимального регулятора. Первые примеры применения относятся лишь к обеспечению заданного режима. Однако этот подход имеет значительные перспективы и может быть распространен и на другие задачи управления системами. При этом для управления объектом в отсутствие его математической модели

естественно использовать всю имеющуюся информацию о нем: как текущую, для выбора экстраполирующих полиномов, так и некоторый набор предыдущих измерений для сглаживающий полиномов. Таким образом формирование управления с самоорганизацией опирается на три задачи оценивания: сглаживание, фильтрацию и прогнозирование, задачу собственно управления, оптимального по ФОР.

Алгоритм управления с самоорганизацией для объекта, имеющего M входов и N выходов, состоит из наблюдательной и исполнительной частей. На каждом выходе имеется свой наблюдатель, вырабатывающий полиномиальное приближение результатов измерения, которому, в свою очередь, соответствует линейное дифференциальное уравнение первого порядка. В качестве вектора состояния рассматривается вектор, компонентами которого служат подвекторы, характеризующие полиномиальное приближение каждого выходного сигнала. Оценка степени полиномиального приближения каждого выхода производится автоматически (самоорганизация модели) по имеющейся информации о процессе в соответствии с задачами сглаживания и прогнозирования теории оценивания.

Выбранная таким образом модель процесса применяется в исполнительной части для формирования управления. Поскольку выбор порядка полинома происходит периодически, то необходимая для вычисления управления оценка вектора состояния внутри этого цикла производится с привлечением текущих изменений. Алгоритм управления с самоорганизацией является адаптивным по отношению к порядкам полиномиальных приближений выходов процесса и к интервалу оптимизации.

Как показали результаты моделирования, алгоритм с самоорганизацией оперативно подстраивается под реальную (здесь гипотетическую) систему, обеспечивая требуемые выходные показатели процесса [3]. Следует отметить, что алгоритмы безмодельного управления не настолько ограничены усложнением модели, как это имеет место в классических процедурах синтеза оптимального управления. Поэтому их целесообразно применять при отсутствии моделей технологического процесса, для оценки качества разрабатываемых моделей, использовать как компьютерные тренажеры при подготовке специалистов, а также в качестве компьютерного помощника в процессе принятия решения по управлению технологами.

Алгоритм управления многомерным объектом на основе СОЭ уже показал эффективность применения [4]. Проведенные расчеты демонстрируют высокую эффективность и широкие перспективы в применении алгоритма, рекомендуемого в качестве инструмента для решения задач управления как в технической, так и в социально-экономической сферах.

Литература

1. Справочник по теории автоматического управления./ под ред. Красовского А.А., М.: Наука, 1987.
2. Красовский А.А. Алгоритмические основы оптимальных адаптивных регуляторов нового класса./ Автоматика и телемеханика. №9, 1995.
3. Кабанов С.А. Управление с самоорганизацией как инструмент для решения оптимизационных задач в социально-экономической сфере./ Изв. РАН Теория и системы управления. 1999. №3.
4. Кабанов С.А. СОЭ – ключ к успеху./ Экспресс-электроника, №3, 2001.

НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ САМОЛЁТА

Халютин С.П., *Алексашин А.А., **Сухомлинов Д.В., *Урсу В.Е., *Кравченко С.В.
Москва, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия»,
*ФГУП НИИ Стандартизации и Унификации,
**Москва, НПО «Мобильные информационные системы»

Рассмотрен подход к созданию электроэнергетических систем самолёта на основе децентрализованных высокоскоростных турбореакторов.

New approach to creation of the aircraft electrical power system. Khalyutin S., Alexashin A., Suhomlinov D., Ursu V., Kravchenko S.

The approach to creation of the aircraft electrical power system on the basis of the decentralized high-speed turboreaktor is considered.

На эксплуатируемых воздушных судах (ВС) отбор мощности от маршевого газотурбинного двигателя (ГТД), для нужд электрических, гидравлических и пневматических систем приводит к снижению тяги двигателя и увеличению расхода топлива, рисунок 1. Существенные затраты на энергоснабжение потребителей объясняются:

- высоким уровнем потерь в ГТД и передающих цепях;

- сложностью и массивностью систем регулирования и управления;
- протяженностью передающих цепей.

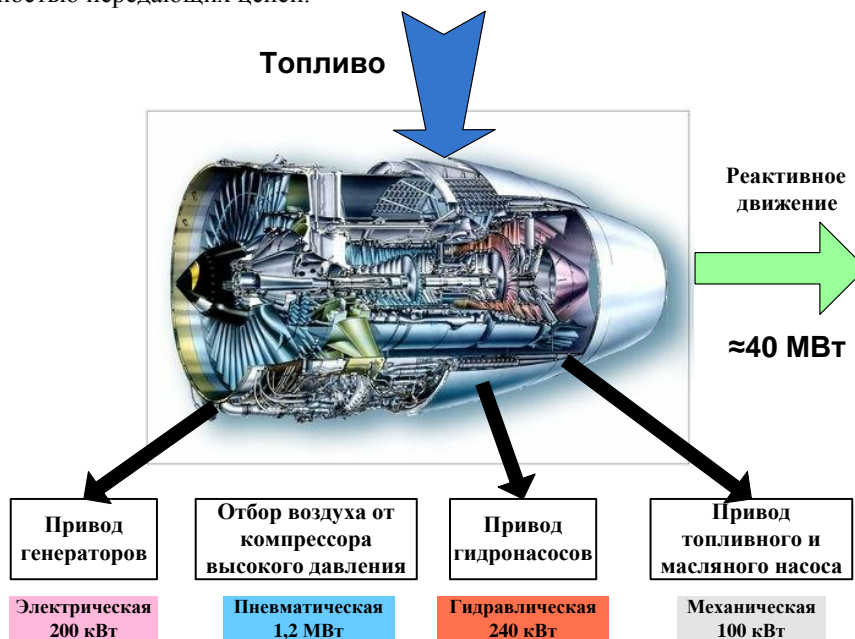


Рисунок 1 - Отбор мощности от маршевого ГТД

Перед авиационной наукой ставится цель по созданию новых образцов авиационной техники и достижению к 2030 году новых уровней показателей безопасности, надежности, экономичности и экологичности (таблица 1).

Достигнуть указанных значений показателей предполагается за счет:

- реализации концепции «полностью электрического самолета» (ПЭС);
- применения нетрадиционных аэродинамических схем и компоновок;
- создания силовых установок нестандартных конструктивно-компоновочных схем.

Таблица 1 – Планируемые значения показателей надежности, экономичности, экологичности для самолетов гражданской авиации на период до 2030г.

Годы	2015 г.	2020 г.	2030 г.
Наработка на выключение в полете - не менее, тыс. ч	200	300	500
Ресурсы основных деталей «горячей»/«холодной» частей, тыс. полетов (циклов)	20/40	22/45	30/60
Снижение крейсерского удельного расхода топлива и CO ₂ , % к двигателям 2010 г.	10 – 15	15 - 20	20 - 30
Снижение шума по сравнению с нормой Главы 4, EPN дБ	15	> 20	> 40
Снижение эмиссии NO _x , % к нормам 2008 г.,	30 - 45	40 - 60	60 - 80
Снижение удельной массы, % к двигателям 2010 г.	-	-	10

Предполагаемым результатом данных работ станет децентрализация системы энергоснабжения.

Созданию ВС с распределенной силовой установкой препятствует недостаточная изученность проблем высокоэнергетических малогабаритных силовых установок и электрических силовых исполнительных механизмов. Указанные проблемы планируется решить в рамках работ по созданию ПЭС.

В рамках проекта ПЭС ожидается перевод всех потребителей пневматической и гидравлической энергии на электроэнергию, что обеспечит:

- снижение массы систем и как следствие массы самолета в целом;
- повышение топливной эффективности, за счет более экономичного преобразования и регулирования энергии;

- улучшение эксплуатационных характеристик;
- уменьшение вредных воздействий на окружающую среду.

Реализация указанных технических решений позволит создать ГТД без коробки приводов, гидросистемы, системы отбора сжатого воздуха от компрессора, что приведет к уменьшению массы и миделя двигателя. Функции по выработке сжатого воздуха, гидравлической и электрической энергии будут возложены на вспомогательные силовые установки – малогабаритные децентрализованные источники энергии, имеющие большую эффективность работы и меньшие расходы топлива, рисунок 2.

Принцип децентрализованного энергоснабжения позволит разместить такие ВСУ рядом с крупными потребителями, обеспечивая снижение потерь и массы коммуникации, рисунок 3.



Рисунок 2 – Децентрализованное энергоснабжения потребителей

Повышение КПД наземных энергоустановок на базе высокоскоростных турбин достигается применением рекуператоров (теплообменников), утилизирующих энергию нагретых газов. Кроме теплообменников для утилизации энергии нагретых газов предполагается использование электрохимических генераторов, совместно с солнечными батареями и аппаратами для электролиза, металл-воздушных аккумуляторных батарей, инерционных накопителей энергии, ионисторов, и т.д. Результатом данных исследований становится создание гибридных вспомогательных энергоузлов (рисунки 4-7).

Концепция гибридных энергоустановок уже получила развитие в автомобиле и судостроении, позволяя создавать энергоузлы, объединяющие в одном агрегате силовую установку, систему запуска, источник электрической, пневматической и гидравлической энергии.

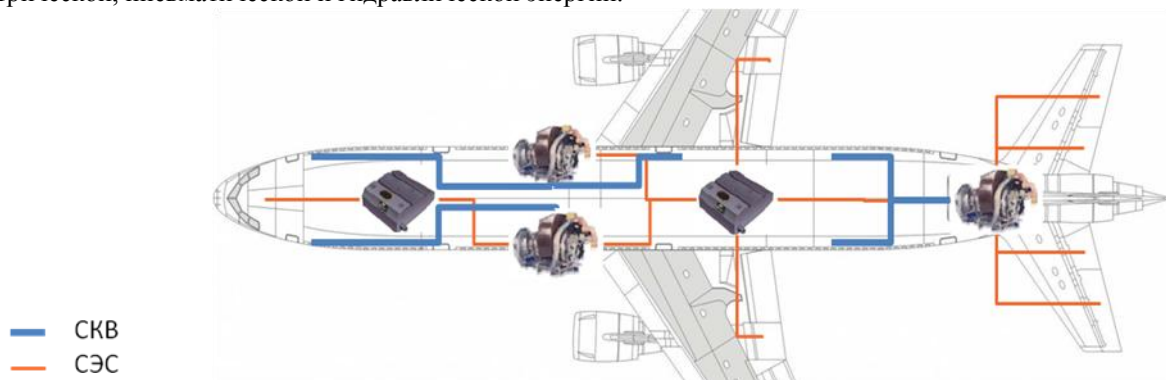


Рисунок 3 – Размещение децентрализованных источников энергии

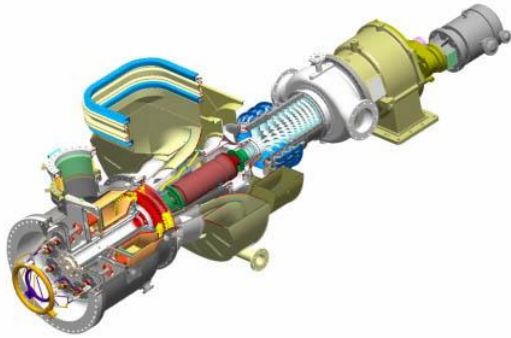


Рисунок 4 – Гибридный энергоузел, турбогенератор и солнечная батарея

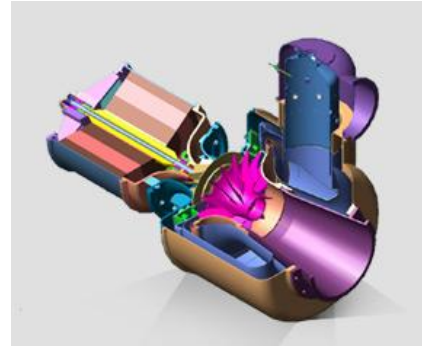


Рисунок 5 – Гибридный энергоузел, микротурбина и теплообменник

Предполагается, что основным элементом энергоустановки станет высокоскоростная турбомашина (микротурбина, турбогенератор, турбореактор).

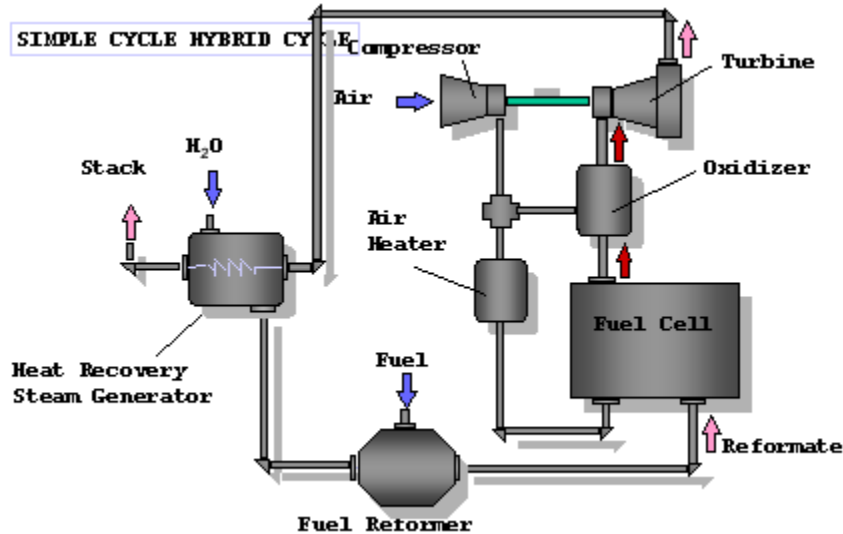


Рисунок 6 – Гибридный энергоузел, турбогенератор и ЭХГ

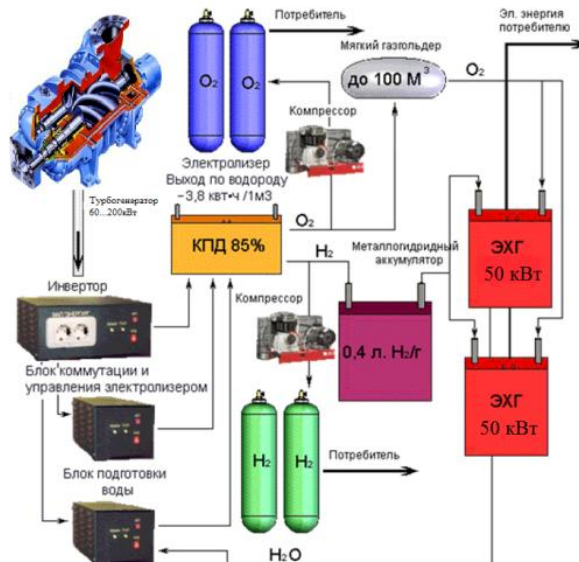


Рисунок 7 – Гибридный энергоузел, турбогенератор, ЭХГ, аппарат электролиза воды, компрессор

Под высокоскоростными турбомашинами понимаются роторные машины имеющие:

- единый ротор для источника и приемника высокой частоты вращения, наличие редуктора не допускается;
- частота вращения ротора от 20000 об/мин до 200 000 (250 000 по другим источникам) об/мин;
- мощность роторной машины от 20 кВт до 1 МВт.

Выбор высокоскоростной турбомашины в качестве силовой установки объясняется их высокими удельными характеристиками и простотой конструкции, рисунок 8, 9.

В настоящее время в энергоузлах на базе высокоскоростных турбомашин нашли применение преимущественно турбины непрерывного горения. Однако недостатки турбин непрерывного горения инициируют исследования в области создания детонационных и вихревых турбин (рис.10, 11). ЦАГИ совместно с ОАО «Сатурн» проводят исследования по созданию детонационных (взрывных) двигателей.

Основные преимущества от применения турбореакторов на высокоскоростных турбинах это:

- увеличение КПД маршевого двигателя;
- снижение удельного расхода топлива маршевого двигателя;
- снижение вредных выбросов маршевого двигателя;
- упрощение конструкции маршевого двигателя;
- увеличение срока службы маршевого двигателя.

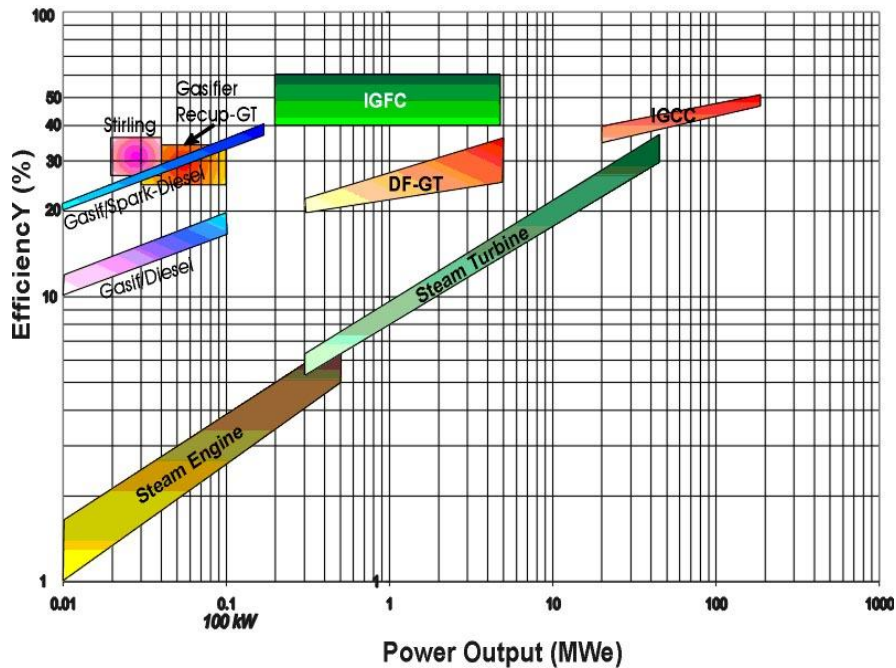


Рисунок 8 – КПД энергоустановок

Steam Engine - паровая машина; *Steam Turbine* - паровая турбина; *Gasif Diesel* - дизельный двигатель на генераторном газе; *Gasif Spark* - двигатель Отто на генераторном газе; *Stirling* - двигатель Стирлинга; *Gasif Recuper GT* - газовая турбина с рекуператором на генераторном газе; *IGFC* - топливные элементы с внутренней газификацией; *DF-GT* - газовые турбины на дизеле / природном газе; *IGCC* - газовые турбины на газификации углей

Турбореакторы на высокоскоростных турбинах для электроэнергетических систем воздушного судна позволят обеспечить:

- высокую удельную мощность;
- малые габариты и масса;
- высокую надёжность электроснабжения;
- повысить эффективности компрессора системы кондиционирования воздуха.

Обычно в состав турбореактора входит одноступенчатый радиальный компрессор и турбина, рекуператор (теплообменник), генератор, силовая электроника с системой управления и подшипниковые опоры. Функциональна схема типового турбореактора представлена на рисунке 12.

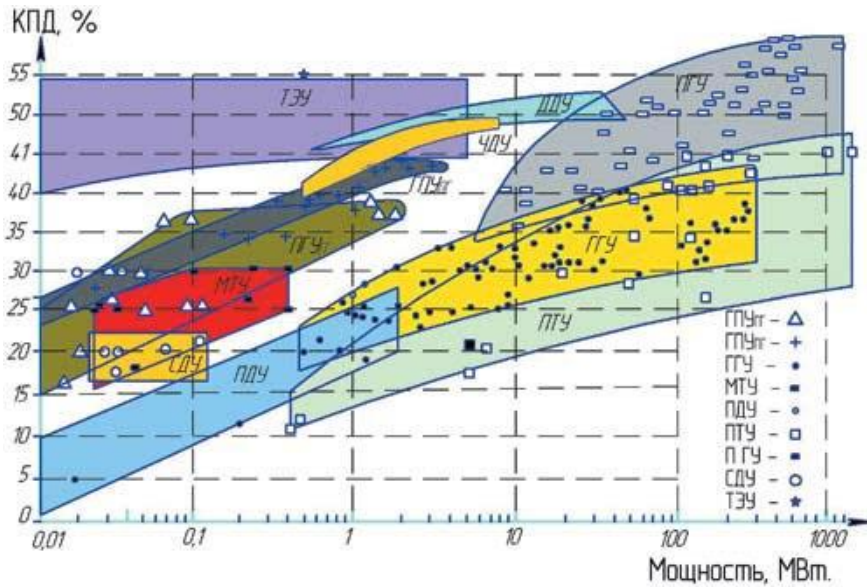


Рисунок 9 - КПД энергоустановок.

ГТУгт - ДВС на генераторном газе; ПТУгг - ДВС на природном газе; ГТУ - газотурбинные установки на природном газе; ДДУ - двухтактные дизельные установки на дизельном топливе; МТУ - микротурбинные установки; ПДУ - установки с паровыми двигателями; ПТУ - паротурбинные установки на природном газе; ПТУ - парогазовые установки на природном газе; СДУ - установки с двигателями Стирлинга; ТЭУ - установки с топливным элементом; ЧДУ - четырехтактные дизельные установки на дизельном топливе

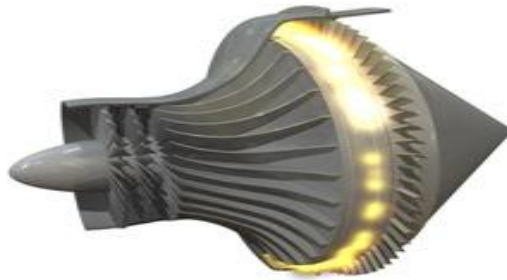


Рисунок 10 – Турбина с детонационной камерой сгорания

Эксплуатационными особенностями турбореакторов являются:

- малые объемные расходы рабочего тела (воздуха);
- высокие скорости в проточной части как соплового аппарата, так и рабочего колеса;
- относительно большие величины радиальных и осевых зазоров;
- относительно большие величины потерь на трение и вентиляцию при парциальном подводе;
- малый диаметр соплового аппарата и рабочего колеса, который приводит к значительной кривизне кольцевых ограничивающих поверхностей лопаточных аппаратов и следовательно дополнительным потерям энергии;
- интегральное исполнение ротора турбореактора (рисунок 13).

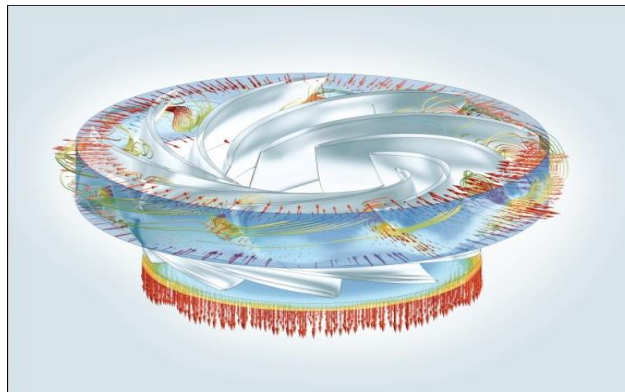


Рисунок 11 – Вихревая турбина



Рисунок 12 – Функциональная схема турбореактора

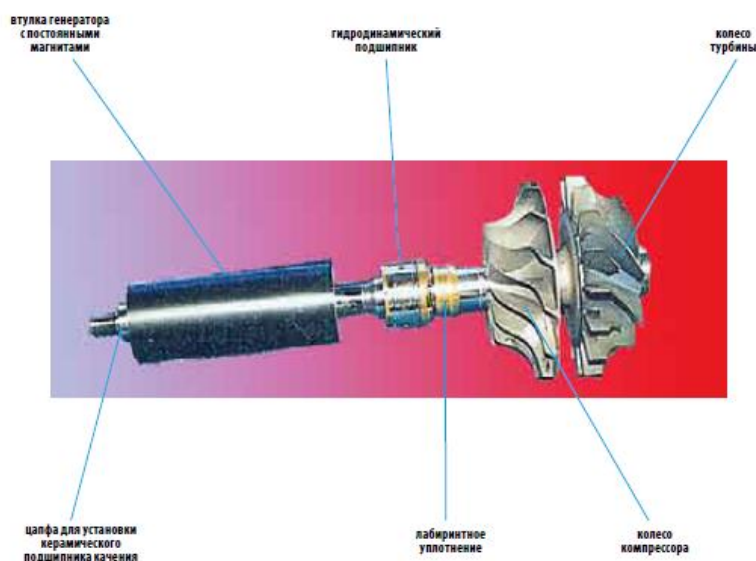


Рисунок 13 - Ротор турбореактора: компрессор, турбина, газовый подшипник, ротор электромашин, посадочные места дублирующих подшипников качения

Задача обеспечения высоких ресурсных показателей турбореакторов на высоких частотах вращения решается применением газодинамических, активных магнитных подшипников (АМП) или газоманитных подшипников, хотя подшипники качения постоянно совершенствуются и имеют высокие характеристики (керамические) и применяются в качестве дублирующих опор. Сравнительные характеристики наиболее распространенных типов опор высокоскоростных роторных машин приведены в таблице 2, а примеры различных типов подшипников – на рисунках 14-16.

Таблица 2 – Сравнительные характеристики бесконтактных опор высокоскоростных роторных машин

Тип подшипниковых опор	Несущая способность % по отношению к подшипникам качения	Жесткость Н/мкм	Демпфирование, Н*с/мм
Подшипники качения	100 (прецизионные)	12	0,5
	200-1000 (от быстроходности)	250	0,5
Гидродинамические	120	40	10^4
Гидростатические	150	50	10^6
С воздушной смазкой	70-80	20	10^2
Магнитные	Не более 70	10-100 при регулировании	при 10^2
ГМО	100	10-120 при регулировании	Нет данных



Рисунок 14 – Шпиндельный узел с газомангнитной опорой

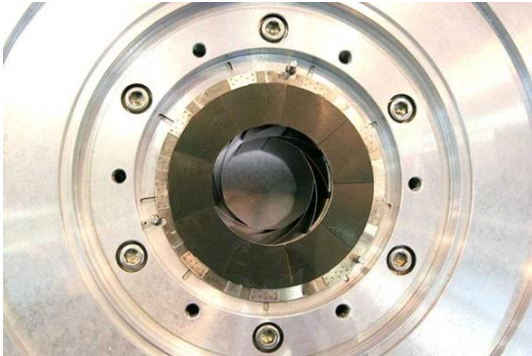


Рисунок 15 – Газодинамический подшипник

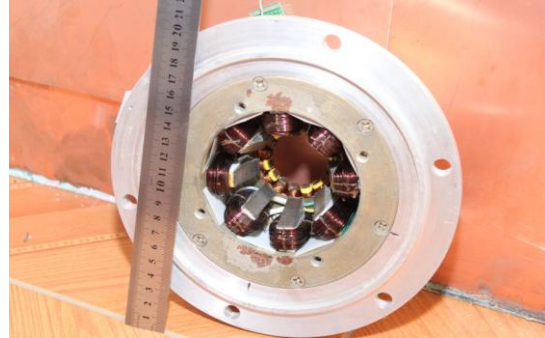


Рисунок 16 – Конический АМП

Высокая частота вращения позволяет конструировать электромашин с малой массы и габаритов. Зависимость габаритов электрической машины от частоты вращения описывается формулой Арнольда.

$$D_a l_a = \frac{P}{\pi \alpha A B_s \vartheta_a}$$

На практике повышение частоты вращения с 8000 до 100000 позволяет уменьшить массы в 2,5...3 раза, таблица 3.

Таблица 3 – Сравнительные характеристики авиационных высокоскоростных генераторов

Характеристика генератора	СГ	МЭГ	Разработанный высокоскоростной генератор
Мощность, кВА	200	200	200/100
Частота вр., об/мин	8000...16000	12000...24000	100000
Масса, кг	98	78	37/23

Основными задачами, обеспечивающими создание децентрализованных авиационных систем энергоснабжения на основе турбореакторов, являются:

- поиск и создание новых материалов для нагруженных частей установок (металлокерамических, композитных, наноматериалов и т.п.);
- создание (расчет, проектирование, моделирование) бесконтактных подвесов (электромагнитных, газовых, газомангнитных и др.);
- создание высокоэффективной системы охлаждения высокооборотных узлов установок (генераторов, компрессоров, турбин);
- создание высокоскоростных электрических машин;
- создание систем управления, коммутации и контроля безопасного функционирования установки и ее узлов;
- создание технологий изготовления высокоскоростных деталей энергоустановок (подвесов, электромашин, турбин, компрессоров, и т.д.);
- разработка гибридных турбореакторов электроэнергетических установок транспортных средств;
- разработка новых методов расчета, проектирования, управления, системами электроснабжения и кондиционирования;
- учет воздействия динамики ВС на функционирование высокоскоростных элементов установок;
- повышение энергетической эффективности установок и снижение тепловых потерь;
- создание и разработка высокоэффективных накопителей, рекуператоров, регенераторов, преобразователей энергии (механические, тепловые, электрохимические, электрические и др.).

Литература

1. Пожидаев В.М. Микрогазотурбинные электроагрегат. Академия энергетики. №4 август 2005г.
2. Claire Soares Microturbines, Elsevier Inc, 2007.
3. Халютин, С.П. Моделирование сложных электроэнергетических систем летательных аппаратов / С.П. Халютин, М.Л. Тюляев, Б.В. Жмуров, И.Е. Старостин. – М.: Издание ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», 2010. – 188 с.
4. M J Moore/ Micro-turbine Generators, London 2002.
5. <http://popgun.ru/viewtopic.php?f=335&t=364709&start=20>
6. <http://forum.mobilyo.ru/viewtopic.php?f=12&t=994>
7. <http://eikenclub.ru/izobreteniya/10393-nasa-sobralo-urozhay-fantasticheskikh-laynerov-buduschego.html>
8. <http://www.solugas.com/index/overview.html>
9. http://www.nfrcr.uci.edu/2/Activities/ResearchSummaries/Hybrid_FC-GT_Systems/Analyses_of_Hybrid_FC_Gas_Turbine_Systems/Index.aspx
10. <http://english.iet.cas.cn/research/LaboratoryofPropulsionandPower/>
11. http://www.kit-e.ru/articles/condenser/2005_6_12.php
12. <http://www.rusarmy.com/forum/topic2563.html>

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРОМ СКОРОСТИ ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Харьков В.П.

Москва, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Рассмотрен энергетический метод управления вектором скорости полёта летательного аппарата на основе структурно-параметрического метода синтеза управления динамическими системами.

Power method of the aircraft vector of flight speed control. Charkov V.

The power method of control over a vector of speed of flight of the aircraft on the basis of a structural and parametrical method of synthesis of management of dynamic systems is considered.

Решение задачи автоматического управления вектором скорости полета самолета предполагает, что параметры движения не выходят за пределы эксплуатационных ограничений. В противном случае необходимо предусмотреть коррекцию управляющих воздействий, приводящих ЛА в зону допустимых или разрешенных изменений координат состояния. Наиболее значимой координатой состояния, влияющей на безопасность полета, является приборная скорость полета. В этом случае необходимо так управлять самолетом и его силовой установкой, чтобы всегда выполнялось условие:

$$V_{\min} \leq V(t) \leq V_{\max} \quad (1)$$

где $V_{\min} = V_{\min}(H)$, $V_{\max} = V_{\max}(H)$ - минимальное и максимальные значения скорости полета, определяемое эксплуатационным диапазоном высот и скоростей полета.

Учитывая, что ЛА может выполнять в пространстве состояния сложные маневры с различными фиксированными значениями некоторых координат, например, скорость полета V , угол наклона траектории θ , высота полета H и т.д., то левая и правая границы допустимого диапазона изменения скорости полета представляют собой сложные функции как координат состояния, так и располагаемых энергетических ресурсов. В зависимости от стратегии управления ЛА будет зависеть и решение задачи ограничения скорости полета. Под стратегией управления здесь понимается разрешенные способы влияния на скорость полета - изменения траектории полета; изменения тяги силовой установки; изменения лобового сопротивления X самолета; любая комбинация перечисленных выше способов управления. Естественно полагать, что комбинированный способ управления является наиболее эффективным и предпочтительным.

Вектор скорости в полярной системе координат определяется следующими параметрами:

- модулем скорости $V(t)$,
- углами наклона траектории и курсовым углом.

Исходя из располагаемых ресурсов, допустимых органов управления скоростью на данном режиме и от принятой стратегии ограничения контролируемой координаты, система управления может строиться по двум принципам: - компенсационный принцип управления, - принцип энергетического управления. Здесь под «энергетическими» координатами понимаются прежде всего углы наклона траектории θ и крена γ , которые при заданной скорости полета для реализации некоторых их назначений требуют дополнительного расхода энергетических ресурсов – тяги силовой установки. При чем большим реализуемым значениям θ и γ соответствуют и большие дополнительные расходы тяги силовой установки.

Предполагается, что в качестве располагаемых органов управления могут использоваться как тяга силовой установки или положений ручки управления самолетом, так и аэродинамический руль высоты – стабилизатор.

В качестве базового режима полета примем полет на заданной высоте H_0 с произвольным, но зафиксированным значением скорости V_0 . Этому режиму соответствует некоторое значение тяги P_0 силовой установки. Предположим, что ЛА совершает разворот за счет изменения кренов. Для поддержания заданной высоты полета необходимо увеличить угол атаки.

При этом скорость полета несколько уменьшается за счет увеличения лобового сопротивления. В этом случае тяга P_0 расходует на поддержание новой скорости V_1 и на создание некоторого угла крена $\gamma \neq 0$.

Дальнейшее увеличение крена приведет к уменьшению скорости полета до значения, равного

$$V(t) = V_{np}^{орп} \quad (2)$$

при условии стабилизации высоты полета $H_0 = \text{const}$.

Если по условию полетного задания требуется продолжить увеличивать угол крена, то для сохранения равенства (1) необходимо увеличивать тягу силовой установки.

Для геометрической иллюстрации изложенного воспользуемся треугольником мощности, под которым будем понимать равносторонний треугольник. Высоту треугольника будем интерпретировать с величиной тяги силовой установки. По сторонам треугольника в некотором масштабе отложены значения V , γ и θ . Воспользуемся свойством равностороннего треугольника – сумма перпендикуляров, опущенных из произвольной внутренней точки на стороны, есть величина постоянная и равная высоте треугольника. Тогда можно утверждать, что длины перпендикуляров, опущенные на стороны треугольника, пропорциональны текущим значениям части тяги, необходимых для создания V , γ и θ . Треугольник мощности для режима полета: $V(t) = V_0$, $H(t) = H_0 = \text{const}$, $|\gamma(t)| = |\gamma_0|$ представлен на рис. 1

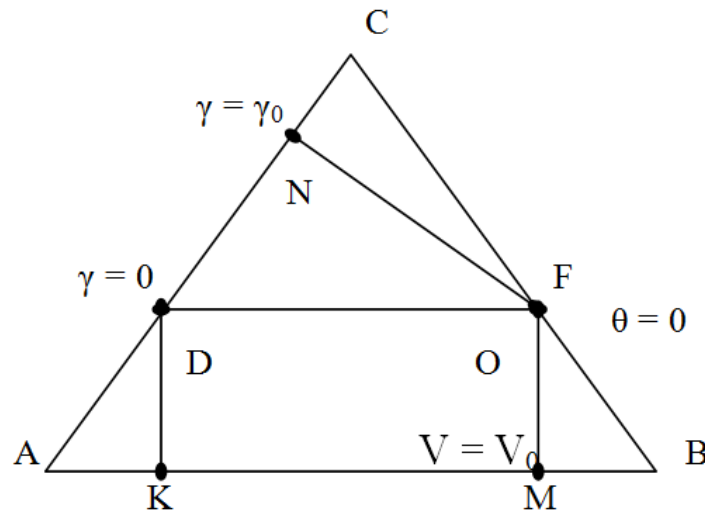


Рис. 1

Здесь обозначено: - OM - перпендикуляр, опущенный из точки O на сторону AB треугольника, длина которого пропорциональна тяге, потребной для создания скорости $V = V_0$;

- DK – отрезок, пропорциональный величине скорости $V(t) = V_0$;

- ON - перпендикуляр, опущенный из точки O на сторону AC , на которой нанесен масштаб угла крена. Его длина пропорциональна необходимой дополнительной тяге для создания крена, равного $|\gamma_0|$ при $V = V_0$ и $H = \text{const}$;

- DN – отрезок, величина которого пропорциональна крену $|\gamma(t)| = \gamma$. Начало отсчета по крену принимается в точке D , определяемая как точка пересечения прямой $DF \parallel AB$ со стороной AC .

Точка O называется равновесной точкой, положение в которой и определяет возможные значения координат V , γ и θ . На рис.1 точка O совпадает с F . Это означает, что в данном случае полет с набором высоты невозможен.

Заметим, что высота h треугольника здесь удовлетворяет условию

$$\|h\| = \|OM\| + \|ON\|$$

и определяется по BCX и дроссельным характеристикам двигателя.

Масштаб по координатам V , γ и θ является нелинейным и в общем случае зависит от веса ЛА, высоты и числа M полета.

На рис. 2 изображен тот же треугольник мощности, что и на рис.1, на котором дополнительно показано:

- D_1K_1 – минимально возможная скорость полета, равная $V_{np}^{орп}$;

- D_1N_1 – максимально возможный угол крена на данном режиме работы силовой установки при стабилизации высоты полета.

Из рисунка следует, что в этом случае равновесная точка переместилась из точки O в точку O_1 . Дальнейшее увеличение крена приведет к нарушению условия

$$V_{np}(t) \geq V_{np}^{орп}$$

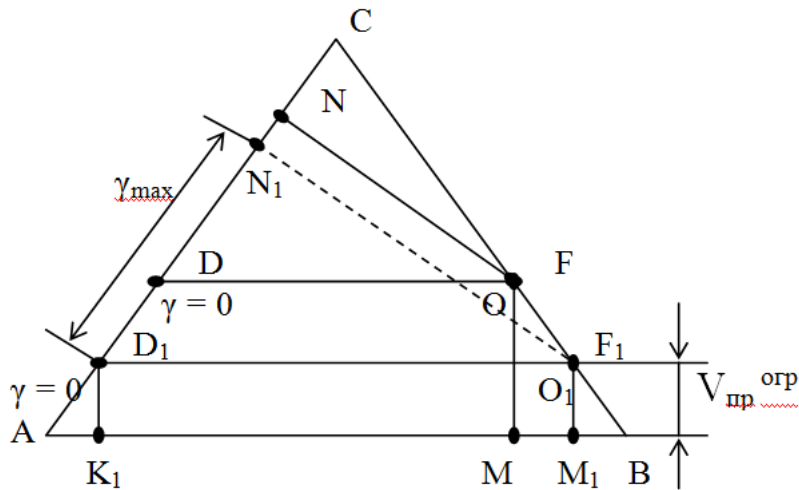


Рис. 2

Следовательно, необходимо формировать корректирующий сигнал, направленный на ограничение заданного угла крена, либо на увеличение тяги силовой установки.

Рассмотрим режим полета, когда стабилизируется высота полета при включенной системе автоматического управления креном самолета. Считается, что режим работы силовой установки является неизменным. В этом случае тяга двигателя будет являться функцией скорости полета и может быть определена по ВСХ при фиксированном значении частоты вращения $n_k(t) = \text{const}$ компрессора (ротора низкого давления).

На рис. 3, 4 и 5 приведены графики располагаемой тяги и потребных значений тяги силовой установки для различных условий полета гипотетического лёгкого маневренного ЛА. Из графиков следует, что значение тяги существенно зависит от высоты и скорости полета и при не согласованном маневрировании может не выполняться условие равенства располагаемой и потребной тяг.

Другими словами уменьшение скорости полета приводит к соответствующему уменьшению тяги. При этом может оказаться, что значение тяги $P(H, n_k)$ при $H = \text{const}$ и $n_k = \text{const}$ достаточно для создания скорости полета $V(t)$ существенно больше $V_{пр.огр}(\alpha_{доп})$. В этом случае имеется возможность маневрирования в горизонтальной плоскости, то есть возможность полета с углом крена $\gamma \neq 0$. Область активного маневрирования по крену, в силу нелинейного характера зависимости дополнительного расхода тяги, необходимой для обеспечения горизонтального полета, от скорости, не совпадает с областью возможных изменений скорости полета.

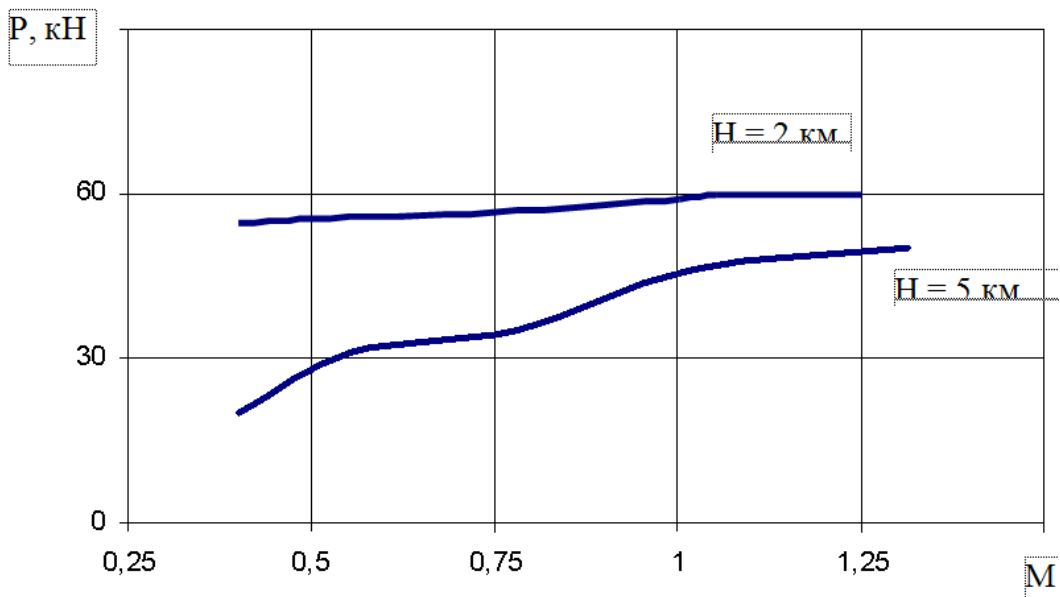


Рис. 3

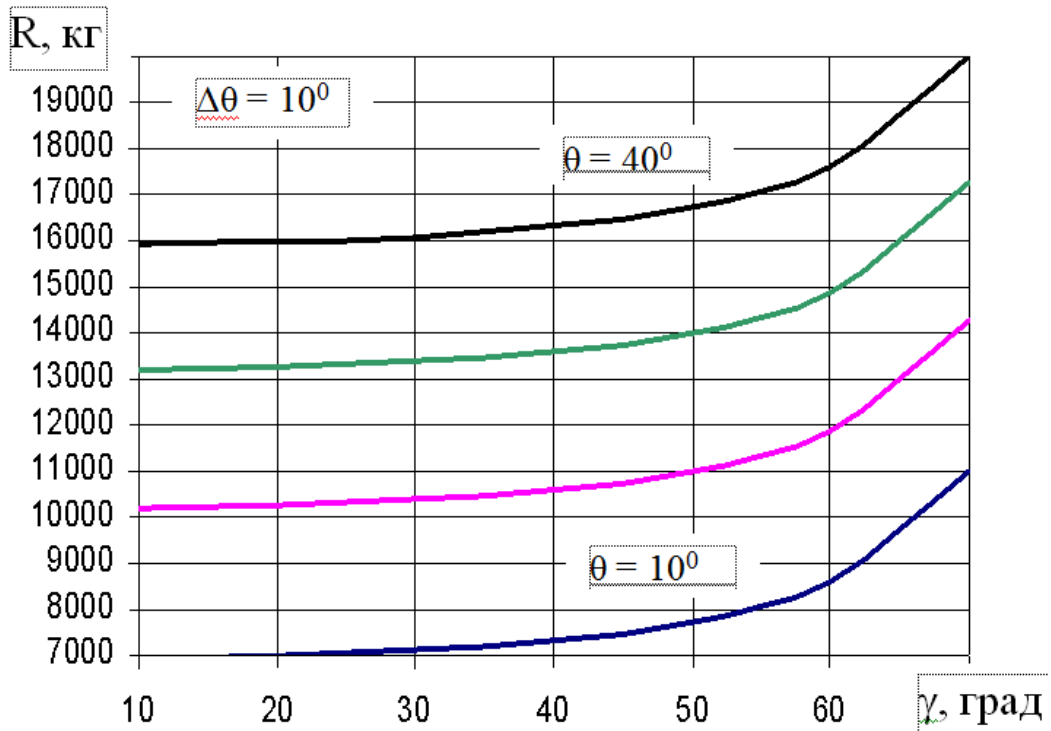


Рис. 4 – Потребное значение тяги силовой установки, необходимое для создания заданного значения угла наклона траектории при полете на высоте $H = 2000\text{м}$, $M = 0.7$ и $\theta = 10^\circ \div 40^\circ$

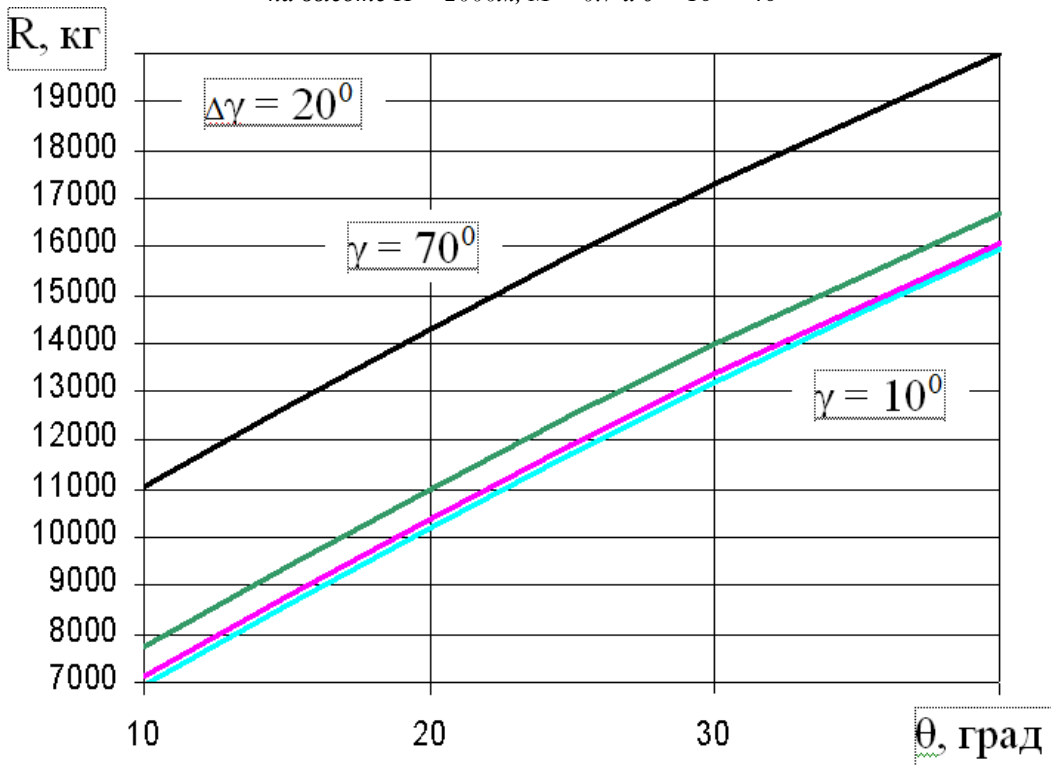


Рис. 5 – Потребное значение тяги силовой установки, необходимое для создания заданного значения угла крена при полете на высоте $H = 2000\text{м}$, $M = 0.7$ и $\gamma = 10^\circ \div 70^\circ$

Анализ ВСХ (рис. 3) и потребных значений тяги для создания $\gamma_{\text{зад}}$ (рис. 4 и рис. 5) показывает, что максимально возможный угол γ_{max} достигается при $V(t) > V_{\text{пр}}^{\text{отр}}$ (рис. 6).

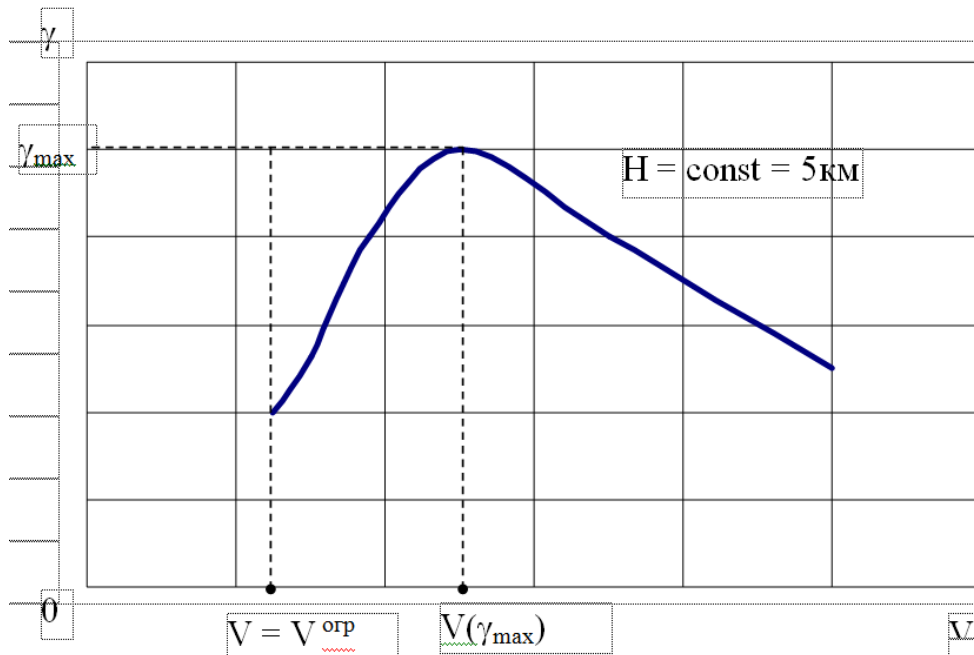


Рис. 6

Это означает, что для обеспечения максимальной маневренности по крену необходимо контролировать не критическое значение скорости полета, а скорость полета, которая соответствует максимальному углу крена при условии: $H = \text{const}$, $\delta_{\text{руд}} = \text{const}$. Во-первых, это позволит избежать развития критических ситуаций, во вторых, повысить эффективность выполнения полетного задания. Следует отметить, что эта скорость есть функция следующих параметров полета: H , $\delta_{\text{руд}}$, числа M полета, то есть

$$V_1^{\text{орп}} = V(H, \delta_{\text{руд}}, M) \quad (3)$$

В режиме автоматического управления по крену (курсу) ограничение

$$V(t) \geq V_1^{\text{орп}}$$

может быть реализовано путем введения ограничения по заданному углу крена .

В этом случае зависимость текущей скорости полета от угла крена при стабилизации высоты полета при фиксированном режиме работы силовой установки может быть представлена в виде графиков на рис.7.

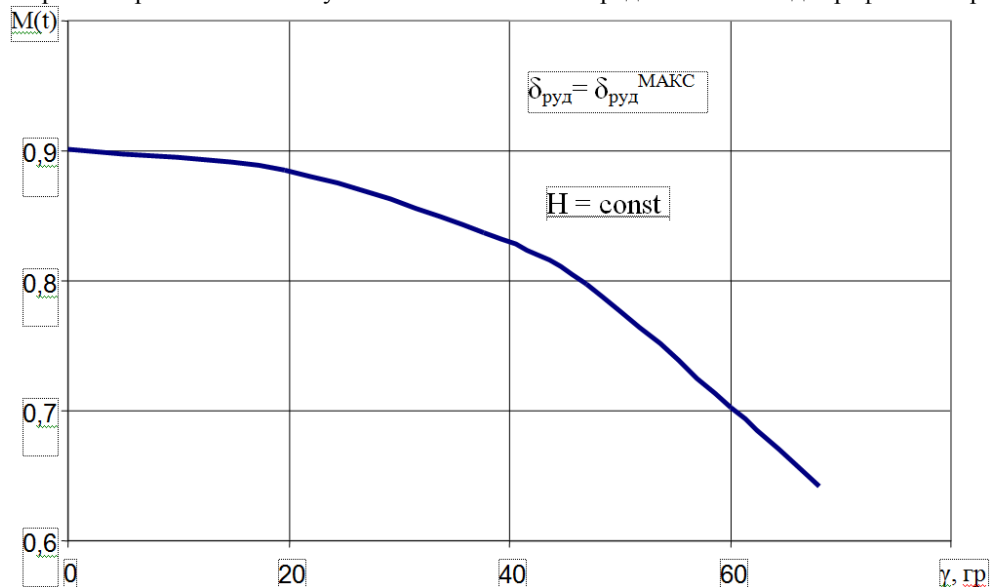


Рис. 7

Из приведенных результатов следует, что установившийся полет при $V(t) = \text{const}$ от величины крена имеет существенно нелинейный характер. Это обусловлено двумя причинами. Первая – связана с необходимостью увеличения угла атаки для поддержания условия $H(t) = \text{const}$.

Вторая причина обусловлена нелинейным характером зависимости внутренней, а, следовательно, и эффективной тяги силовой установки от скорости полета. Нелинейный характер зависимости $V(\gamma)$ приводит к сложной зависимости $\gamma^{\text{орп}}(\gamma_{\text{зад}}, V, H, \delta_{\text{руд}})$, реальное представление которой может содержать ошибки. В этом случае необходимо контролировать скорость полета в виде выполнения условия

$$V(t) > V^{орп}$$

Если условие не выполняется, то в систему управления креном ЛА вводится сигнал коррекции, пропорциональный рассогласованию $(V(t) - V^{орп})$, то есть

$$\gamma^{орп} = \gamma^{орп} + k_{\gamma} \cdot \text{sign}(\gamma^{орп}) \cdot f(V(t) - V^{орп}), \quad (4)$$

где $\gamma^{орп}$ – заданный угол крена; $\gamma^{орп}$ – заданный угол крена; k_{γ} – коэффициент пропорциональности; $f(V(t) - V^{орп})$ – функция ограничения. Сомножитель $\text{sign}(\gamma^{орп})$ обеспечивает уменьшение заданного значения угла крена вне зависимости от знака текущего значения.

Аналогичные рассуждения можно провести и для угла наклона траектории.

Литература

1. Тарасенко А.М., Брага В.Г., Тараненко В.Г. Динамика полета и боевое маневрирование ЛА. М.: ВВИА им. Н.Е.Жуковского, 1984.
2. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М.: Наука, 1979.
3. Харьков В. П. Структурно- параметрический метод синтеза управления динамическими системами. // Техн. кибернетика, 1990, №4.

ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Швей С.В.

Московский государственный университет экономики, статистики и информатики

Повышение уровня химической безопасности предприятия путем выделения значимых показателей для анализа текущего состояния. Последующая классификация объектов с помощью выделенных показателей.

Indicators of feasibility of technical rearmament of chemically dangerous objects. Shvey S. V.

Increasing of the level of chemical safety by segregation of significant indicators to analyse the current state. Subsequent classification of objects by using the selected indicators.

Главной целью технического перевооружения химически опасных предприятий является повышение уровня безопасности. Для формирования эффективных и обоснованных планов перевооружения указанных предприятий, как на краткосрочную, так и на долгосрочную перспективу необходимо разработать показатели эффективности, связывающие цель со средствами ее достижения.

Безопасность функционирования химически опасных объектов зависит от многих факторов: физико-химических свойств сырья, продуктов производства, характера технологического процесса, конструкции и надежности оборудования, условий хранения и транспортирования химических веществ, наличия и состояния контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, эффективности средств противоаварийной защиты и т.д. Безопасность производства, использования, хранения и перевозок АХОВ в значительной степени зависит от уровня организации, своевременности и качества планово-предупредительных и ремонтных работ, квалификации персонала, наличия системы контроля за соблюдением технологической дисциплины.

В большинстве случаев аварии происходят вследствие нарушения технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, низкой трудовой и технологической дисциплины, несоблюдения норм безопасности, отсутствия должного надзора за состоянием оборудования.

Исходя из выше сказанного, можно сформулировать перечень исходных данных для принятия решения по перевооружению химически опасных предприятий:

- оценка состояния морального и физического износа оборудования, используемого в производстве и переработке химических веществ и продуктов, средств транспортировки опасных грузов, требованиям безопасности, состояния подготовки производственного персонала;
- разработка современных методик, которые позволят анализировать последствия, связанные с химически опасными объектами;
- проведение сертификации математических моделей, методик, программного обеспечения, предназначенных для анализа последствий и управления процессом перевооружения химически опасных предприятий;
- создание базы данных по оценке надежности химико-технологического оборудования;
- создание новых информационных технологий для управления безопасностью химико-технологических процессов.

Оценка состояния морального и физического износа оборудования проводится на основе результатов диагностического анализа и оценки технико-организационного уровня производства. Основные показатели этой оценки:

- степень охвата рабочих механизированным и автоматизированным трудом;
- техническая оснащенность труда (фондовооруженность и энерговооруженность труда);

- доля новых технологий в объеме или трудоемкости продукции;
- средний возраст применяемых технологических процессов;
- коэффициент использования сырья и материалов (выход готовой продукции из единицы сырья);
- мощность (производительность) оборудования;
- удельный вес прогрессивного оборудования в общем его парке;
- средний срок эксплуатации оборудования;
- коэффициент физического износа оборудования;
- доля технически и экономически устаревшего оборудования в общей его численности;
- коэффициент технологической оснащённости производства (количество примененных приспособлений, оснастки и инструмента в расчете на одно рабочее место в основном производстве);
- степень утилизации отходов производства и др.

В результате диагностического анализа получаем возможность сравнить данные о фактическом использовании оборудования на химически опасных предприятиях с запланированными проектными

мощностями: $K = \frac{V_{\phi}}{V_{\text{план}}}$, где V_{ϕ} – фактическое использование оборудования; $V_{\text{план}}$ – запланированные

проектные мощности.

Если $K > 1$, то это свидетельствует о превышении фактической производительности оборудования над проектной, что ведет к преждевременному износу и как следствие повышенной опасности возникновения аварийной ситуации химически опасных предприятиях. Если $K < 1$ - необходимости в перевооружении нет.

Во всем мире принято оценивать срок полезного использования производственного оборудования в 8-10 лет. В отечественном классификаторе основных средств, включаемых в амортизационные группы, эта норма также закреплена. Ограничение срока полезного использования оборудования 8-10 годами вызвано нарастанием затрат на его ремонт и техническое обслуживание (снижение рентабельности), ухудшением качества продукции (снижение конкурентоспособности продукции и спроса на нее), а также появлением новой техники и технологий, технико-экономические характеристики которых делают невыгодным продолжение эксплуатации вполне пригодной по физическим условиям старой техники (моральный износ).

Оправдано квалифицировать как высоко рентабельное оборудование в возрасте до 5 лет эксплуатации, основываясь на жестком отборе инвестиционных проектов по эффективности и на применении в проекте лучшей на момент его разработки техники и технологий. Рентабельным оборудование будет в возрасте 6-10 лет. В этот период основная масса промышленного оборудования исчерпает амортизационный срок; в результате возрастут расходы на техническое обслуживание, устареют заложенные в него при конструировании идеи и принципы.

В возрасте 11-15 лет у промышленного оборудования из-за крайнего износа ухудшаются технико-экономические показатели, и оно переходит в группу низкорентабельного. После 15 лет начинается период нерентабельной убыточной и аварийной эксплуатации. Убыточность и аварийность после 20 лет эксплуатации оборудования прогрессирует. При принятии решений следует учитывать срок эксплуатации оборудования на ХОО предприятиях (табл. 1).

Таблица 1. Очередность замены оборудования при его эксплуатации

Срок эксплуатации	Очередь замены
16-20 лет и более	1
11- 15 лет	2
6-10 лет	3
До 5	4

Заменяя устаревшее оборудование и внедряя современные технологии, уменьшается риск возникновения аварий тем самым повышается уровень химической безопасности. По изменению показателей сроков полезного использования производственного оборудования можно оценивать эффективность принятых решений по перевооружению.

Во всех случаях принятие решения – технико-экономическая проблема, которую необходимо решать лицу, принимающему решение на основании экономических и технических данных и определённых расчётов. В основу таких расчётов целесообразно положить целевую функцию, минимизирующую потери предприятия, организации от решения на перевооружение.

Действительно, перевооружение требует серьёзных капитальных затрат на приобретение оборудования, демонтаж действующего и монтаж нового оборудования. Кроме того, предприятие несёт «упущенную выгоду», т.е. на время перевооружения не будет выпускаться и, следовательно, продаваться продукция.

С другой стороны, авария на незаменённом оборудовании приведёт к существенным потерям в виде разрушенного оборудования, страховым выплатам пострадавшим работникам предприятия, затратам на ликвидацию чрезвычайной ситуации, затратам на ликвидацию ущерба окружающей предприятие среде и пострадавшим, живущим в этой среде. Кроме того, невыпуск продукции в результате возникшей ЧС также следует отнести к потерям от неперевооружения. Непринятие решения на перевооружение ведёт также к более

частым профилактическим мероприятиям и ремонтам, которые также требуют финансовых затрат и ведут к «упущенной выгоде» из-за невыпуска продукции во время ремонтов.

Очевидно, что если функция потерь будет близка к функции затрат на перевооружение, то перевооружение следует проводить. Если же затраты намного превышают потери, то проводить перевооружение нецелесообразно.

Ключевым моментом являются потери от ремонтов и профилактического обслуживания. Если все остальные элементы функции потерь остаются, как правило, незаменимыми, то потери от ремонтов и профилактического обслуживания зависят от времени эксплуатации оборудования и тех химических веществ, которые используются в технологическом процессе ХОО. Коррозия, старения и износ приводят к тому, что прочность материалов оборудования снижается, и такие ремонты и обслуживание для обеспечения безопасности необходимо делать всё чаще. Следовательно, всё чаще необходимо выводить ХОО на профилактику и ремонт, каждая из которых приводят к указанным потерям. Техническая документация устанавливает периодичность профилактических работ. Однако равномерность периода на всём интервале эксплуатации не учитывает реальную скорость износа, старения и коррозии, что не позволяет объективно оценить опасность аварии. Ежегодные контроли неразрушающими методами состояния оборудования не требуют оценки остаточного ресурса оборудования, хотя объективно содержат необходимую информацию для таких оценок. Следовательно, на этом основании можно оценить величину остаточного ресурса. Если она будет меньше, чем время до очередного планово-предупредительного ремонта и профилактических работ, то необходимо перевооружение. Если же остаточный ресурс ещё достаточно велик, то перевооружение может подождать. Аварий по причине отказов оборудования не произойдёт. Методик прогнозирования остаточного ресурса достаточно много. В качестве наиболее проработанной в теоретическом и практическом плане являются методики В.А. Острейковского [1]. По предыдущему этапу эксплуатации строится «базовая» функция каждого из параметров, на основании которой производится прогноз остаточного ресурса. По уменьшению на предприятиях количества ХОО с минимальным остаточным ресурсами, можно оценить правильность принятых решений на перевооружение.

Все химически опасные предприятия классифицируются по степени химической опасности. В основу этой классификации положена степень опасности для населения и территорий. Для анализа выделены 4 приведённые в табл.2 группы, которым может быть нанесен ущерб от отказа: персонал, население, имущество (оборудование, сооружения, здания, продукция и т.п.), окружающая среда.

Таблица 2. Классификация объектов по химической опасности

Степени химической опасности объектов	Количество человек, попадающих в зону химического заражения при аварии
I	Более 75 тыс. человек
II	От 40 до 75 тыс. человек
III	Менее 40 тыс. человек
IV	Оценке не подлежит

Таким образом, при принятии решения нужно учитывать степени химической опасности объектов. В первую очередь необходимо планировать на перевооружение объекты, имеющие первую степень химической опасности (при прочих равных условиях).

Анализ частоты и причин возникновения аварийных ситуаций в результате производственной деятельности ХОО – качественный способ идентификации опасностей основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза. Является анализом, с помощью которого систематически, на основе последовательного рассмотрения одного отказа за другим, анализируются все возможные виды отказов или аварийные ситуации и выявляются их результирующие воздействия.

Отдельные аварийные ситуации и виды отказов элементов позволяют, определить их воздействие на другие близлежащие элементы и систему в целом. Анализ осуществляются в следующем порядке:

- техническую систему (объект) подразделяют на компоненты;
- для каждого компонента выявляют возможные отказы;
- изучают потенциальные аварии, которые могут вызвать отказы на исследуемом объекте;
- отказы ранжируют по опасностям и разрабатывают предупредительные меры.

Результаты анализа последствий отказа представляются в виде таблиц с перечнем оборудования, видов и причин возможных отказов, с частотой, последствиями, критичностью средствами обнаружения неисправности (сигнализаторы, приборы контроля и т.п.) и рекомендациями по уменьшению опасности. В табл. 3 приведены показатели (индексы) уровня и критерии критичности по вероятности и тяжести последствий отказа.

Таблица 3. Показатели (индексы) уровня и критерии критичности по вероятности и тяжести последствий отказа

Отказ	Частота возникновения отказа в год	Тяжесть последствий отказа или аварийной ситуации			
		катастрофического	критического	некритического	с пренебрежимо малыми последствиями
Частный	>1	A	A	A	C

Вероятный	-10-2	A	A	B	C
Возможный	10-2-10-4	A	B	B	C
Редкий	10-4-10-6	A	B	C	D
Практически невероятный	<10-6	B	C	C	D

В таблице применены следующие варианты критериев:

а) критерии отказов по тяжести последствий:

- катастрофический – приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невосполнимый ущерб окружающей среде;
- критический (некритический) отказ – угрожает (не угрожает) жизни людей, приводит (не приводит) к существенному ущербу имуществу, окружающей среде;
- отказ с пренебрежимо малыми последствиями – отказ, не относящийся по своим последствиям ни к одной из первых трех категорий;

б) категории (критичность) отказов:

- A – обязателен количественный анализ риска или требуются особые меры обеспечения безопасности;
- B – желателен количественный анализ риска или требуется принятие определенных мер безопасности;
- C – рекомендуется проведение качественного анализа опасностей или принятие некоторых мер безопасности;
- D – анализ и принятие специальных (дополнительных) мер безопасности не требуются.

По результатам анализов отказов и аварийных ситуаций могут быть собраны данные необходимые для количественной оценки уровня опасности рассматриваемого предприятия. Оценив их можно говорить об эффективности принятых решений на перевооружение.

Таким образом, в качестве показателей целесообразности технического перевооружения химически опасных предприятий можно использовать:

- показатели технико-организационного уровня производства;
- показатели сроков полезного использования производственного оборудования;
- показатели оценки величин остаточного ресурса производственного оборудования;
- технико-экономические показатели производственной деятельности предприятий;
- степени химической опасности предприятий;
- аварийности на химически опасных предприятиях.

По изменениям указанных показателей можно судить о правильности принятых решений по техническому перевооружению химически опасных предприятий

Литература

1. Острейковский В.А. Старение и прогнозирование ресурса оборудования атомных станций. – М.: Энергоатомиздат, 1994.

ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА ПРИКЛАДНЫХ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Фисун И.Ю.

Москва, НПО «Мобильные Информационные Системы»

В данном докладе рассматриваются проблемы синтеза системы ФРО, пути их преодоления, способы модернизации существующей методики построения АСУ. Основное внимания уделяется динамическому синтезу нейросети, приближенному к естественной биологической аналогии эволюционной оптимизации.

Problems of synthesis in a realm of the autonomous adaptive control. Fisoun I. Yu.

This paper presents some methods for solving the synthesis problems in autonomous adaptive control methodology, after shows the ways to improve existing ones. The paper focuses on the dynamic synthesis of neural networks which approximate to biological type of evolutionary algorithms.

Среди всех задач управления какими-либо объектами, процессами, задач оптимизации параметров систем, выделяется совершенно особенное множество, - множество задач, крайне сложно поддающихся формализации, созданию строгой математической модели. Здесь важно сделать замечание, что особенность, принадлежащих такому множеству задач, проистекает отнюдь не из их редкости, немногочисленности, или некоторой специфичности объектов управления. Но возрастание же уровня автоматизации во всех сферах деятельности человека и качественная его эволюция актуализирует исследования в новом, по настоящий день все ещё особенном, и, что наиболее вероятно, - самом общем множестве задач управления объектами, обладающими наибольшей полнотой взаимодействия с внешним относительно управляемого объекта окружением.

В части качественных изменений современных систем автоматизации и управления ключевыми являются автономность и адаптивность. СУ, отвечающая критериям автономности является подсистемой, составной частью управляемого ею объекта, также является источником его целостности и тождественности. Автономная УС не принимает непосредственных управляющих решений извне, обратные отклики от ОУ в направлении внешней среды инициируется внутри ОУ; равно и само формирование структуры, определённого типа воздействия на внешнюю среду происходит только во внутренней подсистеме ОУ. Адаптивность же означает способность УС изменять стратегию управления объектом в стохастических условиях меняющейся внешней среды, при этом оптимизируя качество управляющих воздействий, приближать к оптимальному состоянию УО в рамках целевых критериев.

Кратко рассмотрим состав автономной адаптивной системы управления (АСУ) основные принципы структурной и логической организации, модель функционирования которой стремится к сближению с биологическими принципами построения нервных систем живых организмов. На рисунке 1 представлена наиболее общая схема АСУ.

УС содержит блок датчиков-сенсоров. Абстрагировавшись от внутренней структуры ОУ – представив его со стороны ОС черным ящиком – можно определить блок датчиков-сенсоров, как точку входа данных о внешнем окружении, устройство регистрации изменений (если предполагается реализация тонических сенсоров путем композиции фазических) некоторого подмножества текущего состояния ОС.

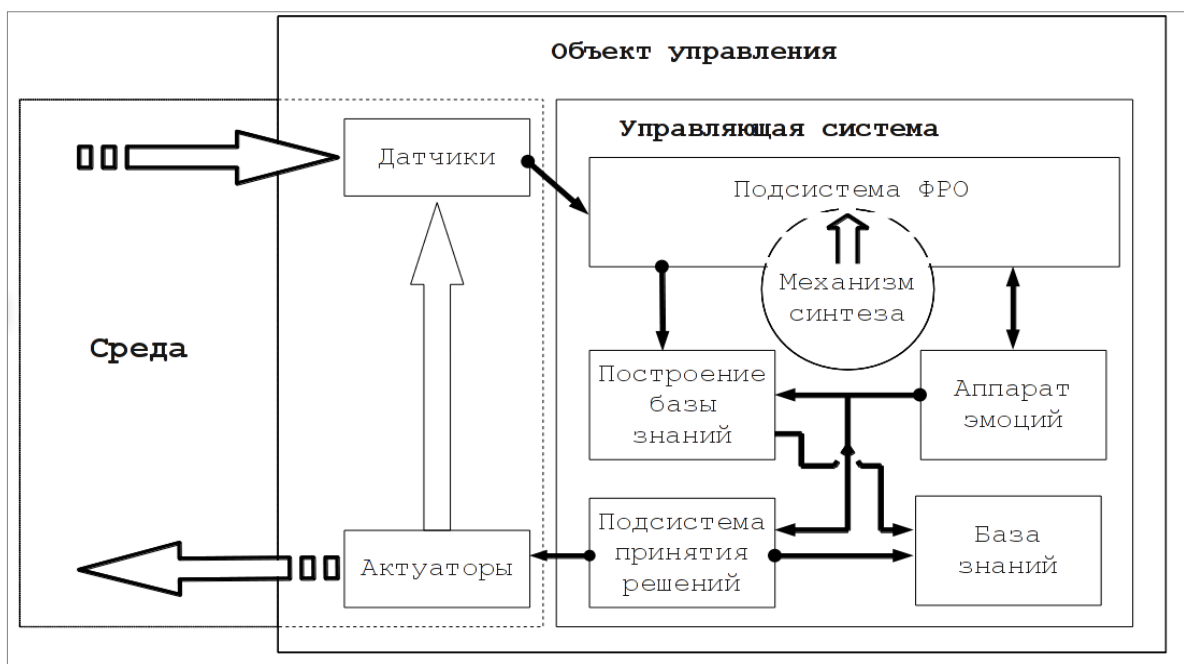


Рис. 1 Общая схема АСУ.

Исходя из своих фундаментальных целей, УС стремится привести ОУ в оптимальное состояние. Состояние же объекта напрямую зависит от ОС. В таком случае, ОУ «пытается» воздействовать на ОС, в свою очередь, регистрируя её отклики на блоке датчиков. Актуаторы – исполнительные устройства выходного воздействия на ОУ. Текущее состояние актуаторов есть отображение результатов управления объектом в форму, пригодную для внесения изменений в состояние ОС.

В модели АСУ данные об ОС фиксируются на выходах датчиков как бинарный М-мерный вектор X_{w0}^t ($x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_m$), который воспринимается на входах подсистемы формирования и распознавания образов. В каждый момент времени t входной вектор инициирует и модулирует процессы распространения бинарных сигналов по сетевой структуре нейроподобных элементов, которая и являет собой подсистему ФРО. Из самого названия подсистемы ясно, что она выполняет, по меньшей мере, две функции: формирование новых образов — расширение алфавита классов, — и распознавание ранее сформированных образов. Каждый образ, распознанный в текущий момент, является бинарным, обладающим некоторым уровнем обобщённости, представлением аспекта состояния как ОУ, так и ОС.

В процессе автономного адаптивного управления (ААУ) применяется механизм (аппарат эмоций), который задает критерии оценки действий УС, «правильности» текущей стратегии. Он же определяет целевые функции управления в смысле конкретного приложения ОУ. Сродни живым организмам, что в нормальном случае стремятся к максимизации эмоциональной самооценки и накоплению знаний об ОС, АСУ выражают свертку состояний всех текущих параметров в результирующей оценке управления, основываются на ней и проводят коррекцию стратегии воздействия на актуаторы. Благодаря аппарату эмоциональной оценки все

множество образов, сформированное ФРО, разбивается на подмножества: одни образы, что распознаны в текущий момент, СУ будет вытеснять, другие же удерживать распознанными, находить нужные воздействия актуаторов для их появления.

Элементы, из которых строится сеть ФРО — нейроны, различные их математические модели. Однако, все модели нейроподобных элементов, используемые в теории ААУ, имеют целью воспроизводить те или иные свойства нервных клеток живых организмов. При разработке таких моделей главенствует принцип биологичности (можно читать: логичным с точки зрения биологии), согласованности нынешним представлением о нейроне. Для композиции ФРО используется следующая модель нейрона, обладающая достаточно полным набором свойств присущих нервным клеткам, в то же время не являющаяся особенно сложной и специфичной.

$$O_w^{t+1} = c_w^{t+1} \& S_w^{t+1}, \quad c_w^{t+1} = b_w^{t+1} \& l_w^{t+1}, \quad y_i^t = c_w^t \& a_i^t$$

$$a_i^t = \begin{cases} 1, & \text{if } t_{p_i} \in d_i = [t - \Delta_i - \tau_i; t - \Delta_i - 1] \\ 0, & \text{else} \end{cases}, \quad N_w^0 = 0, \quad N_w^t = N_w^{t-1} + b_w^t,$$

$$b_w^{t+1} = \begin{cases} 1, & \text{if } \sum_{i=1}^m y_i^t / m \geq p_w(N_w^t) \\ 0, & \text{else} \end{cases}, \quad l_i^t = \begin{cases} 1, & \text{if } N_w^t \geq M_w \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

Где $t_{p_i} = t \mid x_i^t = 1$ - отсчет

времени сигнала на входе, а

$P_w(N_w^t)$ - ограничивающая, убывающая сигмовидная функция, используемая для снижения порога

срабатывания и улучшения помехоустойчивости.

Механизм синтеза системы ФРО — метод, позволяющий определить топологию нейросетевых элементов и оптимизировать параметры каждого отдельно взятого нейрона с целью наиболее адекватного формирования и распознавания пространственно-временных образов, отражающих состояние ОС и ОУ. Существующие методы ААУ, во многом опирающиеся на аналогии живой природы, не находят формализуемых естественных механизмов, пригодных для воспроизведения и применения в области задач синтеза. Как следствие, на практике АСУ строятся эвристически. Предлагаются также способы эволюционной оптимизации: динамическое выращивание нейросети и использование генетических алгоритмов, что уже в большей степени соответствует естественным биологическим принципам.

Научные изыскания коснутся оценки существующих методик синтеза (будут предложены их модификации), исследуют в область поиска локально-инвариантного синтеза систем ФРО, отчасти основанного на принципе Таутса и фокусирующего влияние аппарата эмоций, в том числе и на отдельном нейросетевом элементе.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ДАННЫХ ОТ ДАТЧИКОВ ВЕСА И ЭНКОДЕРОВ

Аминев Д.А., Головинов Е.Э., Увайсов С.У.

Рассматривается проблема создания недорогой системы ввода данных в компьютер от датчиков веса и энкодера. Приводится структурная схема системы и стоимостная оценка ее реализации.

Monitoring system of weight sensors and encoders. Aminev D.A., Uvaysov S.U.

Issue of creating of inexpensive system for data input from weight sensor and encoder is studied. Structure chart of system and cost estimates of realization is given.

При проектировании редукторов [9] для конвейерных систем, тяжелого машиностроения и электронной промышленности одной из задач является мониторинг нагрузки на вал и угла его поворота.

Для измерения угла поворота вала можно использовать устройства типа энкодер, которые могут крепиться непосредственно на вал. Основными производителями энкодеров являются компании Autronics, Balluff, IFM Electronic, Omron, Pepperl Fuchs и др.

Различают инкрементные и абсолютные энкодеры. В инкрементных при повороте на определённый угол на выходе формируется импульс напряжения, а у абсолютных генерируется уникальный цифровой код для каждого положения вала. Инкрементные являются более дешёвыми [10].

Для измерения веса применяют тензодатчики. По конструктиву эти датчики бывают балочного, колонного, мембранного, S-образного, single point и других типов. При измерении нагрузки на вал целесообразно использовать S-образные тензодатчики. Их производят как отечественные (Тензо-М, Вектор-ПМ и др.), так и зарубежные (VISHAY, Celtron, Sensortronics, НВМ и др.) компании. Наилучшими по соотношению цена-качество являются датчики компании Тензо-М [11].

Для ввода данных от датчиков и энкодеров в ПЭВМ используют различные подсистемы ввода. Такие подсистемы выпускают зарубежные компании Advantec, L-Card, Siemens и др. и отечественные ЗАО «Инструментальные системы», ЗАО «Руднев-Шиляев», и др. Платы сбора данных ЗАО «Руднев-Шиляев» являются самыми дешёвыми [12].

Пример реализации системы ввода данных от тензодатчика и энкодера в ПЭВМ для измерений значений веса до 100 Кг с точностью до 10 г и угла поворота с точностью до $0,35^\circ$ представлен на рис.1.

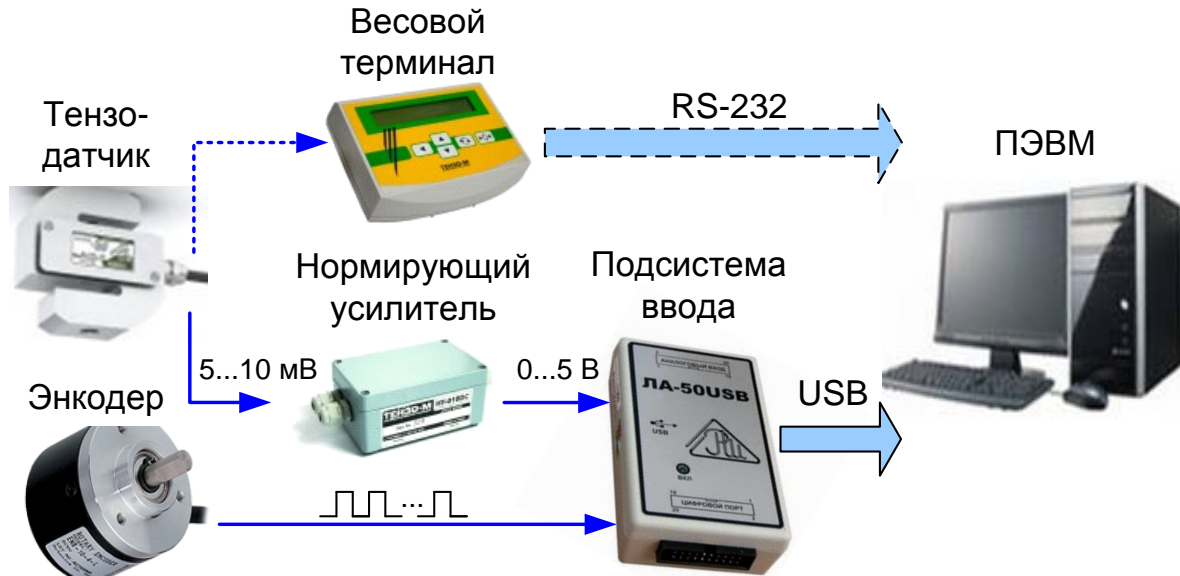


Рис.1. Пример реализации системы ввода данных от тензодатчика и энкодера в ПЭВМ.

Здесь электрический сигнал тензодатчика напряжением до 200 мВ поступает на нормирующий усилитель постоянного тока, который масштабирует сигнал с размахом от 5 до 10 мВ в сигнал размахом до 5 Вольт. Затем масштабированный сигнал подается на аналоговый вход подсистемы ЛА-50USB компании ЗАО «Руднев-Шиляев» [12].

Энкодер при повороте на заданный угол формирует импульсы напряжения, поступающие на цифровой вход подсистемы ЛА-50USB.

Подсистема ввода ЛА-50USB через интерфейс USB передает в ПЭВМ значения веса и угла поворота энкодера.

Как альтернативный вариант можно вместо нормирующего усилителя можно использовать весовой терминал, передающий данные в ПЭВМ посредством интерфейса RS232. Преимуществом такой реализации является возможность непосредственной калибровки тензодатчика на весовом терминале, имеющем индикацию и кнопки регулировки.

Итоговая стоимость такой реализации на основе тензодатчика С2А 100 (4300 руб.), нормирующего усилителя НУ-05DC (5600 руб.), энкодера Е40Н (3500 руб.), подсистемы ввода ЛА-50USB (3000 руб.) и при наличии персонального компьютера составляет 16400 руб., что значительно ниже предлагаемых аналогов.

Литература

9. Дмитриев Ф. С. Проектирование редукторов точных приборов. //Л., «Машиностроение», 1971 г. 160стр.
10. <http://prst.ru/ugol.html> – описание энкодеров
11. <http://www.tenso-m.ru> –сайт компании Тензо-М
12. http://rudshel.ru/daq_board.html – платы фирмы ЗАО «Руднев-Шиляев»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО - ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Слепцов В.В., Величко А.П., Жилин Е.В., Смоляков А.П.
 ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика"

В настоящее время автоматизированные электроприводы (АП) составляют энергетическую основу автоматизации технологических процессов, поэтому технические характеристики АП во многом определяют показатели качества технологических машин и эффективность их применения [1].

АП состоит из электродвигателя (ЭД) и информационно-измерительной и управляющей системы (ИИУС), содержащей комплект датчиков обратной связи (ДОС - по скорости, положению) и устройство управления (УУ), имеющего в своем составе блок регуляторов (БР - положения, скорости, токов и т.д.) и усилитель мощности (УМ - с датчиками токов и напряжений). Таким образом, ИИУС АП осуществляет сбор информации о состоянии АП, обрабатывает ее и вырабатывает управляющие воздействия на ЭД. При этом конструктивно ЭД и ДОС выполняются, как правило, в виде единого электромеханического модуля (ЭММ), а УУ также выполняется в виде законченного модуля управления (МУ). Все вышеизложенное представлено на рис. 1.

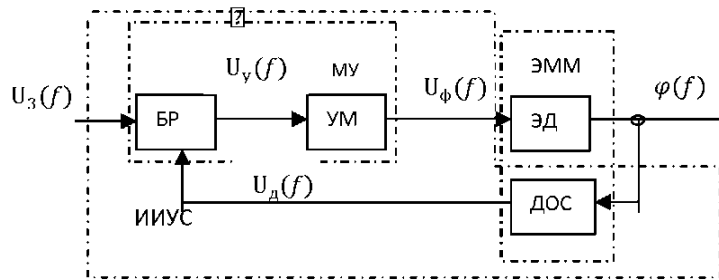


Рис. 1. Функциональная схема АП

Следует отметить также следующее. ЭММ устанавливаются непосредственно на рабочие органы технологических машин, куда доступ персоналу запрещен. УУ, как правило, устанавливают в специальные шкафы управления, обслуживаемые операторами. Расстояния между шкафами управления и технологическими машинами может составлять десятки метров (обычно более 10 м). Вопрос влияния “длинного” кабеля, соединяющего УУ и ЭММ, на характеристики АП в настоящее время недостаточно изучен специалистами. Такой кабель следует рассматривать как длинную линию с распределенными параметрами [2], представленную на рис. 2.

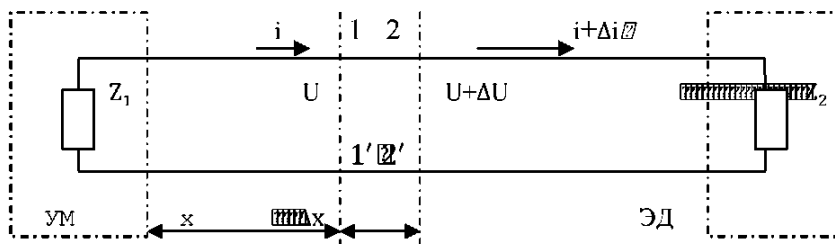


Рис. 2. Схема длинной линии с распределенными параметрами

Z_1, Z_2 – входное и выходное сопротивление кабеля; $x, \Delta x$ – длина кабеля и длина элементарного участка кабеля; $i, \Delta i$ – ток и приращение тока в кабеле; $U, \Delta U$ – напряжение и приращение напряжения в кабеле; 1-2, 1' – 2' – элементарный участок кабеля.

Динамика длинной линии описывается уравнениями в частных производных, однако в большинстве практических случаев необходимо уметь определять сигналы в начале и конце длинной линии, т.е. на выходе УМ и на выходе ЭД. При решении таких задач целесообразно представить длинную линию как четырехполюсник с П - образной, либо Т - образной схемами.

Проведенный анализ показал, что в кабеле на выходе возникают затухающие колебания высокой частоты (примерно 40 кГц) с максимальной амплитудой, равной двойной амплитуде питания.

Установка L_ϕ на входе силового кабеля уменьшает частоту высокочастотных колебаний, но не меняет его амплитуды (осциллограмма не приведена).

Вышеизложенный материал позволяет сделать следующие выводы:

1. Наличие «длинного» кабеля между УМ и ЭД может привести к появлению высокочастотных колебаний значительной амплитуды на входе ЭД.
2. Значительного уменьшения амплитуды высокочастотных колебаний можно добиться следующими способами:
 - шунтировав ЭД соответствующим фильтром;
 - установив МУ на технологическую машину, т.е. укоротив силовой кабель, перейдя на распределенную в пространстве ИИУС АП.

Литература

1. Амурский В.Б., Гарипов В.К., Слепцов В.В., Полюваный А.Г. Электрические машины и электропривод. – М.: Новый центр, 2007. – 100 с.
2. Беневоленский С.В., Марченко А.Л. Основы электротехники. Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2007. - 568 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ УГЛОВ НАКЛОНА КОЛЕС ПЕРЕДНЕЙ И ЗАДНЕЙ ОСИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ АВТОМОБИЛЯ

Балакина Е. В., * Козлов Ю. Н., * Никульников Э. Н.
 Волгоградский государственный технический университет;
 *Научно-исследовательский центр по испытаниям и доводке
 автотехники ФГУП «НАМИ»

В статье приведены результаты исследований изменения углов установки колес автомобиля при вертикальном перемещении.

Research of change of constructive corners of an inclination of wheels of a forward and back axis of the car at vertical moving for use in problems of mathematical and computer modelling dynamics of the car. Balakina E.V., Kozlov Y.N., Nikulnikov E.N.

In clause results of researches of change of some corners of installation of wheels of the car are resulted at movement on road with a rough structure.

Исследования показали, что установка задних неуправляемых колес двухосного легкового автомобиля с отрицательным развалом позволяет оптимизировать характеристики его управляемости. Известно также, что наклонная установка колес при отрицательном развале до 2^0 и нулевом или близком к нему схождении не приводит к значимому дополнительному износу шин. При этом остается открытым вопрос о величине изменения углов развала и схождения колес при наезде колеса на неровность дороги при различных подвесках передних и задних колес. Ответ на этот вопрос определяет целесообразность установки задних колес с отрицательным развалом требуемых величин (до 2^0). Для поиска данного ответа в НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» проведены исследования подвески переднеприводного легкового автомобиля с передней подвеской типа McPherson и задней многорычажной независимой подвеской.

Для измерения и регистрации углов установки колес применялся диагностический стенд КДС-5К, позволяющей измерять и регистрировать 24 параметра положения колес и осей. Основные характеристики диагностического стенда приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики диагностического стенда КДС-5К

Наименование показателя	Значение показателя
Измерение угла развала колеса : - диапазон измерения угла развала колеса, град - погрешность измерения угла развала колеса, %	± 7 $\pm 1,2$
Измерение угла схождения колеса : - диапазон измерения угла схождения колеса, град - погрешность измерения угла схождения колеса, %	± 7 $\pm 1,2$
Измерение угла наклона оси поворота колеса : - диапазон измерения угла наклона оси поворота колеса, град - погрешность измерения угла наклона оси поворота колеса, %	± 20 ± 2

Измерительная часть стенда представляет собой 14 прецизионных датчиков, скомпонованных в 4 блока – два передних и два задних. Передние измерительные блоки содержат по 4 датчика: схождения, развала, поворота и продольного наклона оси поворота. Задние измерительные блоки содержат по 3 датчика:

схождения, развала и центровки. При работе со стендом не требуется установка измерительных блоков относительно осей колес. Значение остаточных биений измерительных блоков в горизонтальной и вертикальной плоскостях запоминаются компьютером и учитываются при вычислении параметров.

Перед определением кинематики подвески автомобиль взвешивался с целью определения фактической массы, приходящейся на каждое колесо. Далее автомобиль устанавливался на специальную площадку для измерения углов установки колес.

Для определения изменения углов установки передних и задних колес в зависимости от положения кузова относительно опорной поверхности производились подъем и опускание передней и задней части автомобиля. При подъеме интервал между замерами составлял 15-20 мм, до начала отрыва колес от опорной поверхности. Опускание передней и задней части автомобиля происходило также с интервалом 15-20 мм, до полного нагружения колес. При подъеме и опускании автомобиля регистрировались вертикальные перемещения кузова и соответствующие углы наклона колес. За базовую величину было принято расстояние от опорной поверхности до высшей точки дуги крыла.

По результатам замеров построены графики зависимости изменения текущих углов наклона колес от величины хода подвески, которые показаны на рисунках 1...4.

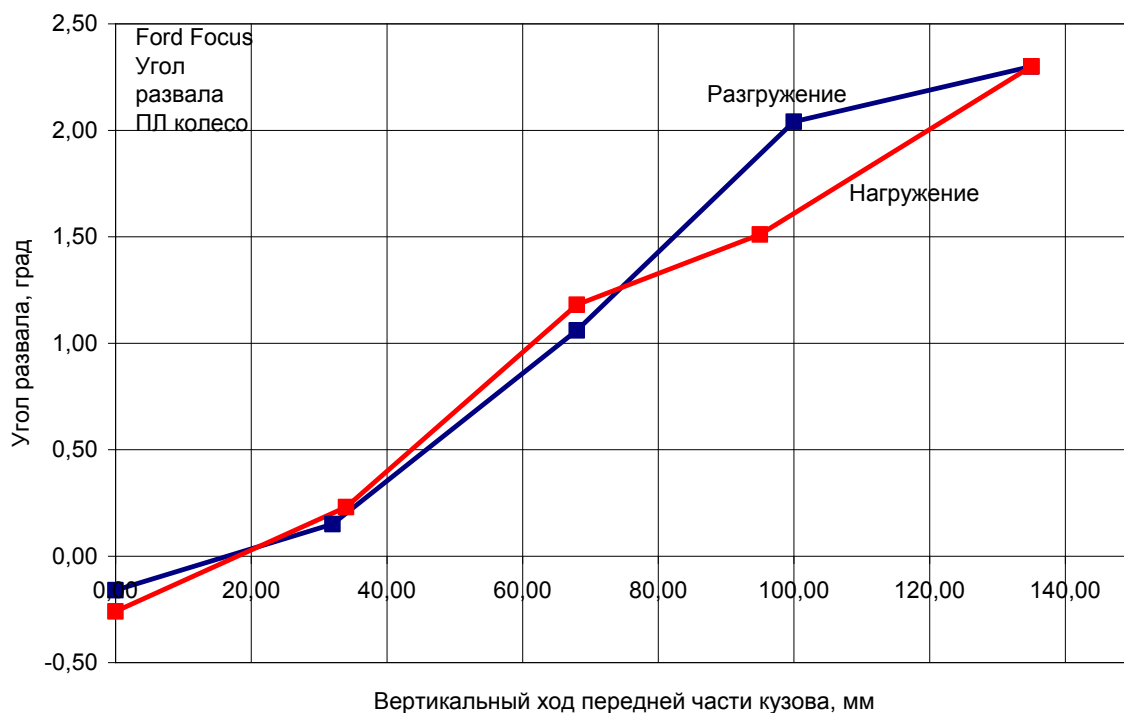


Рис.1. График изменения угла развала переднего левого колеса

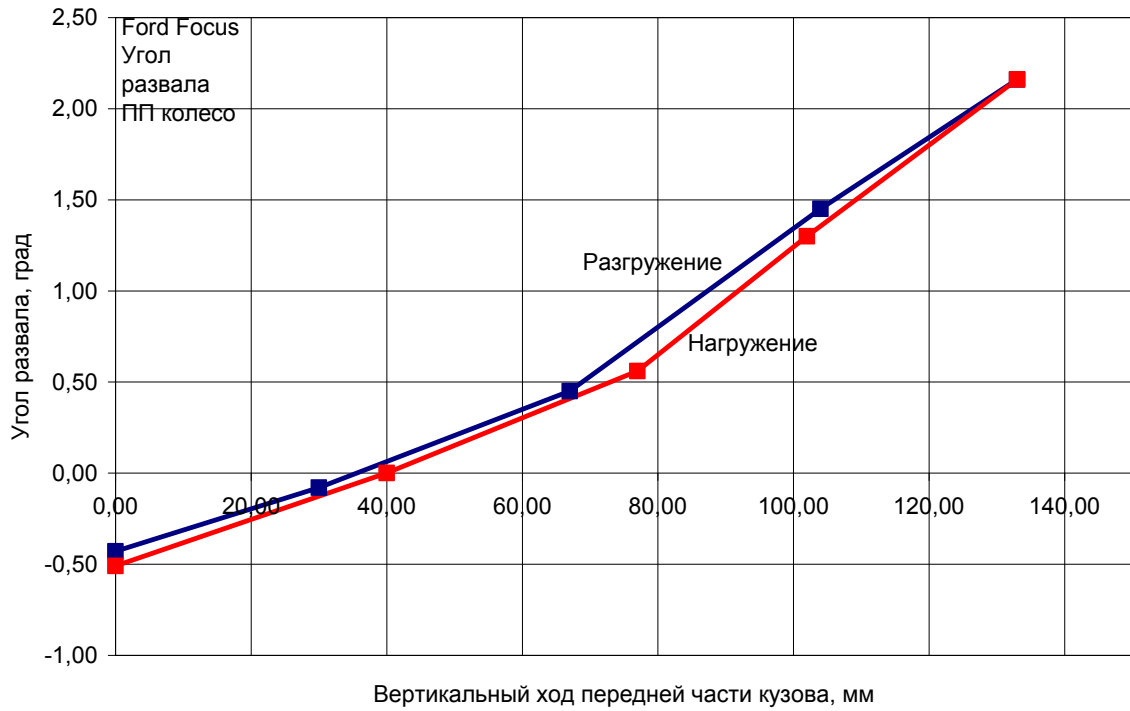


Рис. 2. График изменения угла развала переднего правого колеса

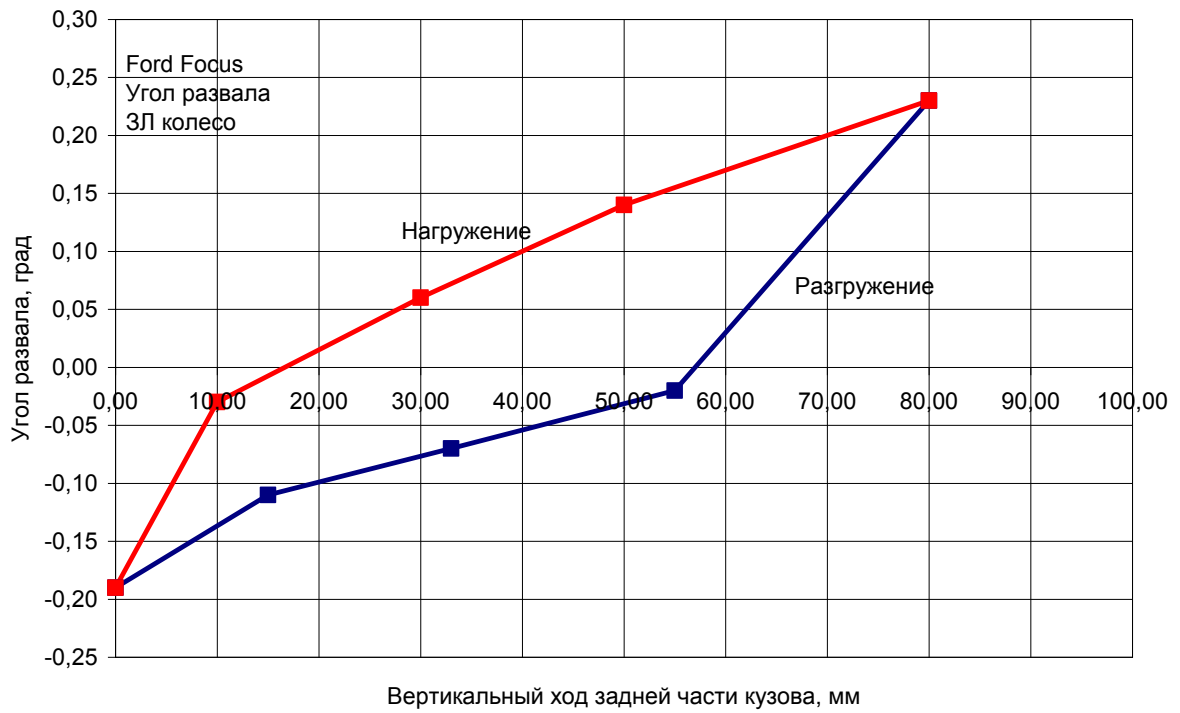


Рис. 3. График изменения угла развала заднего левого колеса

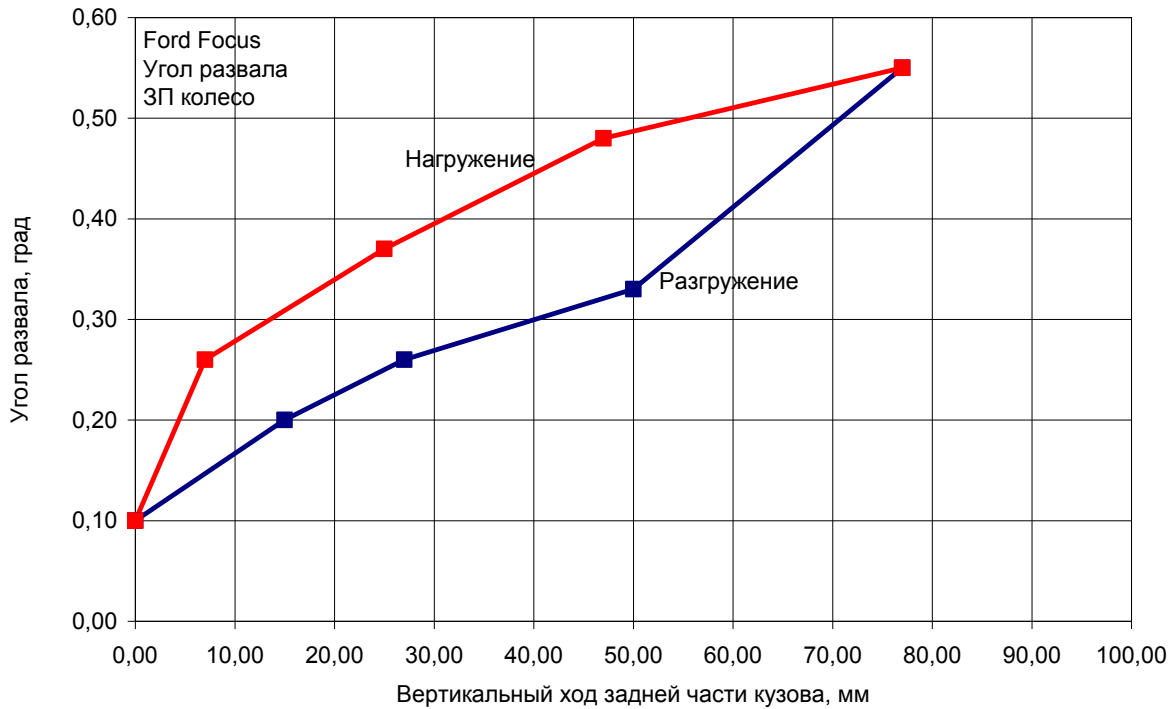


Рис. 4. График изменения угла развала заднего правого колеса

В результате исследований были получены следующие результаты: развал переднего левого колеса при разгрузке - нагружении изменялся, в среднем, на 2,45 град. из отрицательного значения в положительное; развал переднего правого колеса при разгрузке - нагружении изменялся, в среднем, на 2,6 град. из отрицательного значения в положительное; развал заднего левого колеса при разгрузке - нагружении изменялся, в среднем, на 0,4 град. из отрицательного значения в положительное; развал заднего правого колеса при разгрузке - нагружении изменялся, в среднем, на 0,45 град. без изменения направления.

Проведенный анализ результатов исследования показал, что изменение углов установки передних колес при изменении вертикального положения кузова в 7-10 раз больше, чем задних. Это связано с кинематической особенностью подвески передних колес типа McPherson. Большая площадь петель гистерезиса задних колес объясняется наличием податливости шарниров подвесок задних колес. В отличие от передних управляемых ведущих колес, задние колеса имеют малые диапазоны изменения развала (0,45 град) при движении автомобиля по дороге с неровностями профиля, что позволяет решать задачу по оптимизации углов развала колес для улучшения характеристик управляемости автомобилей.

Литература

1. Балакина Е. В. Устойчивость движения колесных машин / Е. В. Балакина, Н. М. Зотов. – Волгоград: РПК «Политехник», 2011. – 464 с.
2. Балакина Е. В. Система колесо-подвеска и устойчивость движения автомобиля в режиме торможения: монография / Е.В. Балакина, А.А. Ревин. – Волгоград: РПК «Политехник», 2004. – 306 с.
3. Балакина Е.В. Нужно ли учитывать крен и дифферент кузова при оценке устойчивости движения АТС при торможении / Е.В. Балакина, Н.М. Зотов // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 2.– М: Машиностроение.– С. 17 – 19.
4. Балакина Е. В. Моменты сил в пятне контакта управляемого колеса с опорной поверхностью при различных режимах движения автомобиля / Е.В. Балакина // Автомобильная промышленность. – 2009. – №1.– М: Машиностроение.– С.20 – 23 .
5. Задворнов В.Н. Влияние параметров установки колес на износ шин в задней независимой подвеске легкового автомобиля. ГУП НИЦИАМТ. Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2000;
6. Яценко Н. Н. Отрицательный развал задних колес и управляемость легкового автомобиля / Н. Н. Яценко, Э. Н. Никульников, Е. В. Балакина, Ю. Н. Козлов // Автомобильная промышленность. – 2008. – № 10 .– М: Машиностроение.– С. 22-23.

**МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ
ДАТЧИК УГЛОВОЙ СКОРОСТИ КОЛЕСА АВТОМОБИЛЯ**

Балакина Е.В., *Сатонин А.А.
*Волгоград, ВолгГТУ; * Волгоград, ВолгГТУ*

Рассмотрены основные дефекты узлов автомобиля, вызывающие неисправности в работе системы измерения угловой скорости колеса автомобиля. Описаны возможности использования различных современных технологий для усовершенствования конструкции датчика угловой скорости.

The microelectromechanical sensor of angular speed of a wheel of the car. Balakina E.V.,*Satonin A.A.

The main defects causing the failure of the system for measuring speed wheel sensor of the car. The capabilities of various advanced technologies in the design of the speed wheel sensor, with its improvement.

За последние годы в технике измерения и регулирования параметров различных процессов всё более и более возрастает роль отрасли изготовления и сферы применения датчиков.

Отрасль изготовления датчиков, постоянно развиваясь, служит основой создания разнообразных вариантов систем автоматического регулирования. В ногу с прогрессом идут также и электронные системы, используемые в автомобилестроении. Современный автомобиль представляет собой результат глубокого синтеза механики и электроники, т.е. то, что в настоящее время называют мехатронными системами, которые объединяют механические, электронные и информационные технологии. В области автомобильной мехатроники в ближайшее время следует ожидать миниатюризацию систем на основе применения средств микроэлектроники. В частности, будет продолжаться увеличиваться использование интеллектуальных микроэлектронных автомобильных датчиков, речь о которых пойдёт далее.

Для начала нужно сказать, что важнейшим эксплуатационным свойством автомобиля является безотказность. В данном случае рассмотрим параметры, влияющие на безотказность работы классических датчиков угловой скорости автомобиля, а именно, на основе датчиков холла и индуктивных датчиков.

Правильная работа системы измерения угловой скорости колеса классического типа зависит от разных факторов (условий). Наличие электрической связи между датчиком и ЭБУ посредством электропроводки может привести к обрыву и окислению токоведущих проводов. Аналогично этому, проблемы, возникающие при монтаже и эксплуатации датчика, также нередко вызывают отказ в системе. Основным фактором при этом становится несоблюдение величин зазоров, установленных заводом-изготовителем. Также причиной сбоя в работе датчика может послужить ослабление посадки вал-отверстие вследствие неправильного демонтажа или установки его элементов. В случае, когда рассматривается возникновение дефектов при эксплуатации, зачастую сбой системы вызывают дефекты подшипников ступицы (увеличение глубины и ширины беговых дорожек, уменьшение диаметров роликов), что ведёт к появлению радиального и осевого биений, влияющих, в свою очередь, на величину зазора между коммутующим кольцом и чувствительным элементом датчика.

Дефект выходного сигнала с датчика, а именно, нарушение пропорциональной зависимости его от угловой скорости, развиваемой колесом, зачастую вызывается изменением физических, геометрических и структурных свойств задающего элемента датчика. В нашем случае таким элементом является зубчатый или магнитный ротор, установленный на ступице. Причинами, вызывающими вышеописанные изменения коммутующих элементов, могут служить металлические налипающие и намагничивающиеся частицы износа деталей узлов тормозной системы и других систем.

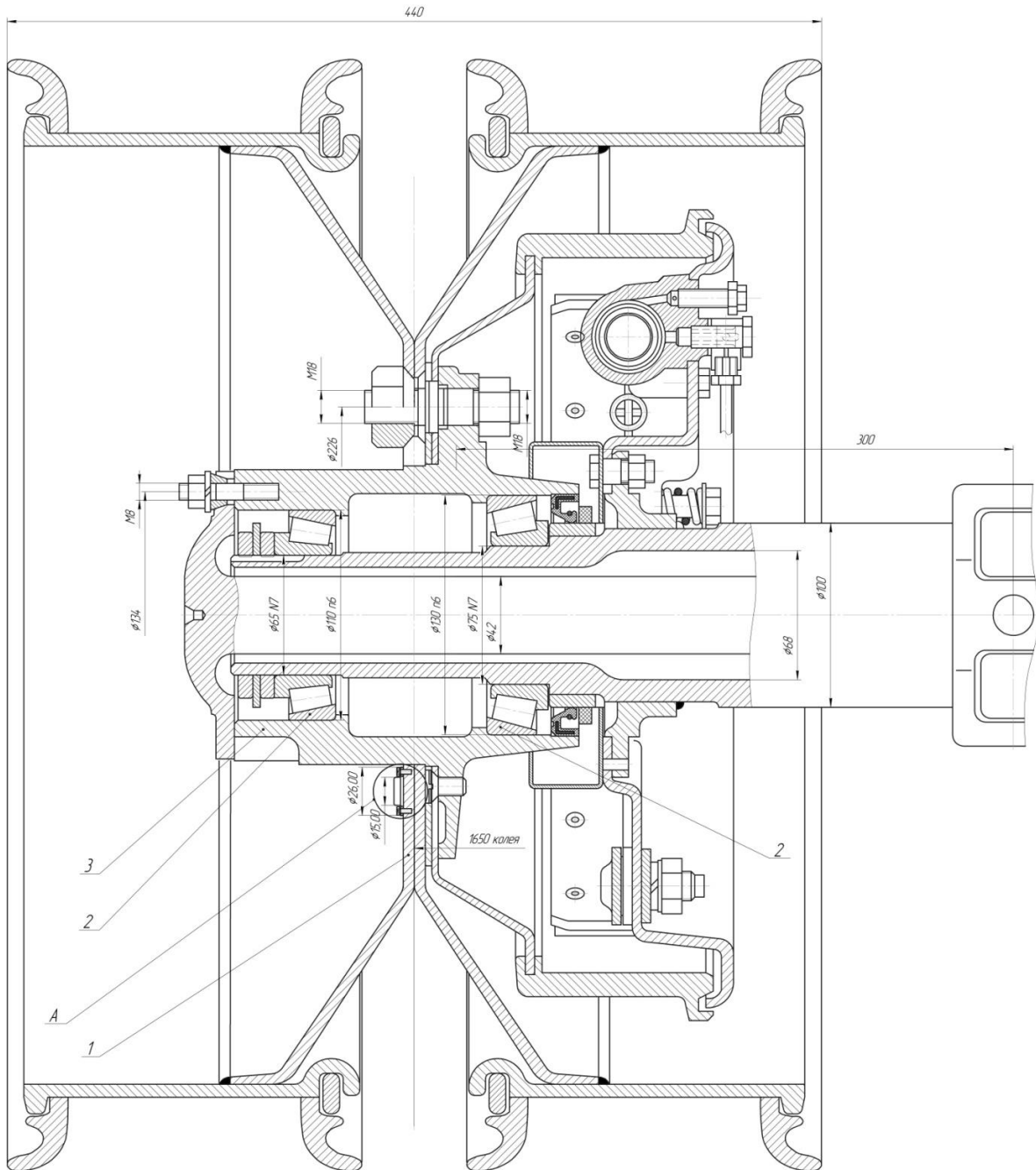
Принимая во внимание причины появления дефектов элементов вышеописанной измерительной системы, а также причин полного её отказа, мы можем предполагать о том, что в решении данных проблем следует опираться на опыт использования микроэлектромеханических (МЭМС) систем, с последующим их внедрением. Развитие подобных технологий и устройств на их основе даёт возможность вносить существенные изменения в конструкцию и порядок установки измерительных устройств в автомобильные системы. Использование преимуществ данных технологий, а именно, компактность размеров подобных датчиков, появляется возможность установки датчика угловой скорости (ДУС) непосредственно на сам объект вращения, в нашем случае – это автомобильное колесо или сопряжённые с ним вращающиеся детали. Передача сигнала от датчика к ЭБУ при помощи проводного соединения вообще, затруднена. По этой причине имеет место использование беспроводных технологий передачи данных, примером чего могут служить RF – передатчики, осуществляющие связь между сенсором и контроллером, что, в свою очередь, упрощает электросистему автомобиля путём отказа от лишней проводки, вследствие чего увеличится надёжность работы всей электросистемы.

На рис. 1 изображен вариант крепления микроэлектромеханического датчика на колесе грузового автомобиля.

Главными преимуществами такого расположения ДУС в системе являются повышения точности измерений угловой скорости за счёт исключения влияния зазоров в цепи пар износа в мосту и сопряжённых с ним узлов. Посредством размещения элементов датчика в герметичном корпусе будет устранено негативное влияние запыления и попадания на них металлических частиц износа.

Уменьшить погрешности измерения угловой скорости колеса можно за счёт использования в схеме измерения не одного, а нескольких датчиков с различным диапазоном измерения, или двухосных датчиков, способных воспринимать усилия в различных направлениях на плоскости.

Что может дать нам установка двухосевого акселерометра или системы акселерометров, воспринимающих взаимно перпендикулярные силы в плоскости вращения колеса? Движение по окружности характеризуется двумя составляющими полного линейного ускорения, а именно, нормальной и тангенциальной, которые взаимно перпендикулярны, поэтому осевое расположение акселерометров должно соответствовать направлениям описанных выше ускорений. Притом, что нормальное линейное ускорение характеризует изменение угловой скорости по модулю, а тангенциальное линейное ускорение характеризует изменение угловой скорости по направлению, создаётся возможность получения более точных данных о параметрах вращения колеса. Калибровка же в данном случае напрямую будет зависеть от установочного расстояния между датчиком и осью вращения колеса.



A/4:1

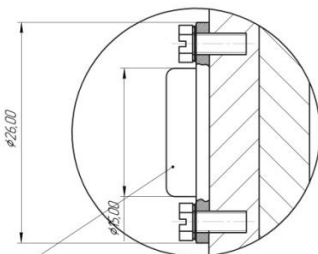


Рис 1. Вариант крепления микроэлектромеханического датчика на колесе грузового автомобиля:
1 – обод колеса; 2 – подшипник ступицы; 3 – ступица; 4 – датчик

Литература

1. Балакина Е.В. Влияние гистерезисных потерь в эластичном колесе на результаты математического моделирования параметров его движения при торможении / Е.В. Балакина, В.М. Зотов, Н.М. Зотов и др. // Изв. ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 3/ ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 10. - С. 20-23.
3. Балакина Е. В. Устойчивость движения колесных машин / Е.В. Балакина, Н.М. Зотов. – Волгоград: РПК «Политехник», 2011. – 464 с.
4. Козлов, Ю.Н. Исследование изменения углов установки колёс передней и задней оси легкового автомобиля при вертикальном перемещении / Ю.Н. Козлов, Э.Н. Никульников, Е.В. Балакина // Изв. ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 3 / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 10. - С. 13-17.
5. Сысоева, С. С. Автомобильные гироскопы / Сысоева С. С // Компоненты и технологии. -2007. -№4.- С.23-30.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Сотникова С.Ю., Увайсов С.У.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Предлагается отличный от существующих метод повышения качества автоматизированного проектирования модулей электронных средств, реализованных на печатных платах. Рассматриваемый подход реализован с использованием комплексированной модели, представляющей собой синтез физической и математических моделей фрагмента печатного узла. При этом путём процедуры идентификации уточняются геометрические и физические параметры радиоэлементов и материалов конструкции, необходимые для проведения моделирования электрического, теплового и механического процессов, протекающих в электронном модуле. В качестве показателя качества автоматизированного проектирования взята погрешность определения электрических, тепловых и механических нагрузок радиоэлементов и конструкционных материалов спроектированного электронного модуля. Метод позволяет значительно снизить нагрузки и тем самым повысить надёжность функционирования электронного модуля.

Increasing quality computer aided design electronic facilities on base of physical and mathematical complex models creation. Sotnikova S.Yu., Uvaysov S.U.

It is offered different from existing method of increasing quality computer aided designed modules of the electronic facilities marketed on printed charge. The considered approach marketed with use complex creation model, presenting itself syntheses physical and mathematical models of the fragment of the printed node. At way of the procedure to identifications are elaborated geometric and physical parameters radioelements and material to designs required for undertaking of modeling electric, heat and mechanical processes, running in electronic module. As factor quality computer aided design taken inaccuracy of the determination electric, heat and mechanical loads of radioelements and constructional material designed electronic module. The method allows vastly to reduce the loads and hereunder raise reliability of the operating the electronic module.

Одной из важнейших задач обеспечения качества при проектировании электронных средств (ЭС) является задача анализа и обеспечения электрических, тепловых и механических режимов электрорадиоэлементов (ЭРЭ) конструкций ЭС. Традиционно эта задача решалась методом макетирования. Сложность современных устройств, повышение плотности монтажа, снижение массогабаритных показателей зачастую затрудняют макетирование.

Развитие вычислительной техники и появление мощных программных средств моделирования [1] позволяет все шире использовать методы расчета электрических, тепловых и механических режимов на основе математического моделирования. Однако наличие погрешностей моделирования может явиться причиной разработки некачественных ЭС. В первую очередь, снижение качества выражается в повышенных реальных нагрузках ЭРЭ и материалов по сравнению с нагрузками, полученными в результате предварительного моделирования.

В настоящее время при проектировании ЭС компьютерное моделирование проводится по номинальным (средним) значениям внутренних параметров моделей ЭРЭ и конструктивных материалов, содержащихся в справочниках, или по параметрам, взятым из аналогов при отсутствии данных в справочниках. Однако, существующий разброс параметров, зависящий от множества факторов, присущих для каждого производителя ЭРЭ и конструктивных материалов [2], вносит заметную погрешность при моделировании электрических, тепловых и механических процессов в ЭС. Это приводит к неопределённости в принятии решений по запасам нагрузок, что отрицательно влияет на качество разрабатываемых ЭС.

Поэтому возникает необходимость в снижении погрешности задания исходных данных при моделировании физических процессов, входящего в автоматизированное проектирование ЭС. Это возможно путем проведения идентификации. Если путём идентификации получить действительные значения параметров

для конкретных ЭРЭ и материалов, предназначенных для проектируемых ЭС, и при моделировании печатного узла ЭС использовать их вместо номинальных значений, то можно получить значительное снижение погрешностей моделирования. В этом суть предлагаемого метода повышения качества автоматизированного проектирования модулей электронных средств.

Важно, что путём идентификации можно получать значения тех физических параметров ЭРЭ и материалов, которых нет в справочниках. Справочники, как правило, не ориентированы на математическое моделирование, которое требует большего количества параметров, описывающих электрические, тепловые и механические модели.

Идентификация параметров моделей проводится на ранних этапах проектирования, когда нет изготовленных печатных узлов и блоков ЭС, но известны применяемая элементная база и марка материала печатной платы. Поэтому ее целесообразно проводить на фрагментах печатных плат (физических моделях), которые содержат небольшое количество радиоэлементов (по одному из повторяющихся каждого типоразмера ЭРЭ), параметры которых необходимо идентифицировать.

Для идентификации электрических параметров на физическую модель фрагмента конструкции ЭС подаются электрические сигналы (питание и функциональные сигналы) и измеряются напряжения на контрольных элементах. Параллельно воспроизводится на ЭВМ электрический процесс в программе PSpice (или аналогичной программе) и получаются напряжения на тех же контрольных элементах. Измеренные и рассчитанные напряжения подаются на программу оптимизации, цель которой, путем изменения идентифицируемых геометрических и физических параметров (ГФП) в математической модели на ЭВМ добиться минимума отклонения их рассчитанных значений от измеренных. На диапазон изменения идентифицируемых параметров в программе оптимизации могут быть наложены ограничения, определенные физическим смыслом задачи.

Критерий оптимизации имеет вид квадрата разности между измеренным и расчетным значениями определяющих характеристик:

$$\min_{\mathbf{q}^p} H = \sum_{i=1}^N \left(\frac{y_i^p - y_i^n}{y_i^n} \right)^2, \quad (1)$$

где \mathbf{y}^n – вектор измеренных определяющих характеристик;
 $\mathbf{y}^p = f(\mathbf{q}^p)$ – вектор определяющих характеристик, полученных в результате моделирования;
 N – число определяющих характеристик;
 \mathbf{q}^p – вектор идентифицируемых ГФП модели фрагмента печатного узла.

Под определяющими характеристиками в данном случае понимаются напряжения на элементах.

В конце процесса оптимизации, когда H становится меньше наперед заданной малой величины ϵ , полученное значение параметров \mathbf{q}^p , принимается в качестве окончательных значений идентифицируемых параметров.

В случае идентификации тепловых параметров после включения электрической схемы, реализованной в физической модели, измеряются значения температур в контрольных точках. Их расположение определяется удобством крепления датчиков температуры.

С помощью программы моделирования тепловых процессов, например АСОНИКА-Т, АСОНИКА-ТМ, ANSYS и др., рассчитываются температуры в тех же контрольных точках. Далее на основе того же критерия (1) проводится оптимизация той же программой, которая применяется и для идентификации электрических параметров. В данном случае в критерии (1) под векторами \mathbf{y}^n и \mathbf{y}^p понимаются последовательности измеренных и рассчитанных температур в контрольных точках.

В случае идентификации механических параметров физическая модель (макет) устанавливается на вибростенде (при этом электрическая схема не включается). Также выделяются контрольные точки, в которых устанавливаются датчики ускорений и с помощью интерфейса связи и управляющей программы измеренные значения передаются в программу оптимизации. С помощью программ АСОНИКА-М и АСОНИКА-ТМ рассчитываются ускорения в тех же контрольных точках. В критерии (1) под векторами \mathbf{y}^n и \mathbf{y}^p понимаются измеренные и рассчитанные ускорения вибрации.

Если физическая модель комплексирована с интегрированной моделью, которая представляет собой объединение трёх математических моделей, то эксперимент с физической моделью проводится на вибростенде с включенной электрической схемой. Включение электрической схемы возбуждает как электрический процесс в ней, так и тепловой процесс от рассеиваемых тепловыделений ЭРЭ. Естественная интеграция между взаимовлияющими электрическим, тепловым и механическим процессами в физической модели воспроизводится при моделировании одновременно тремя программами электрического, теплового и механического моделирования, связанными между собой интерфейсными программами-конвертерами. Они обеспечивают передачу мощностей тепловыделений из электрической модели в тепловую модель, а температур ЭРЭ и различных участков платы в электрическую и механическую модели.

Такое комплексирование физической модели с интегрированными электрической, тепловой и механическими моделями позволяет также идентифицировать коэффициенты влияния температуры на электрические параметры ЭРЭ и на механические параметры материала платы.

Это позволяет более точно определить режимные нагрузки ЭРЭ и материалов и, соответственно, более точно рассчитать впоследствии необходимые показатели надежности проектируемых ЭС.

Возможности изготовления физических моделей в виде небольших макетов способствует существующая унификация конструкций ЭС и существующий на предприятии ограниченный перечень ЭРЭ, разрешенных к применению. Таким образом, появляется возможность получить необходимые реальные значения параметров ЭРЭ и материалов для полного моделирования взаимно связанных электрических, тепловых и механических процессов при автоматизированном проектировании всего печатного узла ЭС.

Физическая модель, построенная в виде фрагмента ЭС (см. блок 1 на рис. 1) позволяет, с одной стороны, измерить определяющие характеристики (токи, электрические напряжения, мощности тепловыделений, температуры элементов и ускорения вибраций и ударов ЭРЭ), а с другой стороны, провести математическое моделирование протекающих во фрагменте ЭС физических процессов при различных значениях внутренних параметров.



Рис. 1. Метод повышения качества автоматизированного проектирования ЭС на основе комплексирования моделей

Под комплексированием моделей понимается совместное использование двух типов моделей: физической и математических [3]. Такое комплексирование физической модели фрагмента ЭС с математическими моделями физических процессов, протекающих во фрагменте, показано на рис. 1 (блоки 2 и 3).

Физическая модель представляет собой фрагментарный макет части конструкции ЭС (см. описание выше).

Математические модели ЭС: электрическая, тепловая и механическая - информационно взаимосвязаны. Поэтому наиболее точные результаты идентификации параметров можно получить при комплексировании физической модели сразу с тремя взаимосвязанными математическими моделями.

Имея результаты физического и математического моделирования, можно провести идентификацию искомых внутренних параметров ЭРЭ и материалов (блок 4 на рис. 1). Поскольку, идентификация позволяет получить реальные значения внутренних параметров для конкретных ЭРЭ и материалов, предназначенных для создания проектируемых ЭС, появляется возможность провести математическое моделирование полных моделей электрических, тепловых и механических процессов в проектируемых ЭС (блоки 5, 6 на рис. 1). Таким образом, закладывается основа для принятия проектных решений (блок 7 на рис. 1), обеспечивающих запасы по электрическим, тепловым и механическим нагрузкам ЭРЭ и материалов несущих конструкций ЭС. Данный метод проверен при проведении автоматизированного проектирования бортовых источников вторичного электропитания (ИВЭП). При этом повышение качества проектирования выразилось в уменьшении погрешности моделирования электрических, тепловых и механических процессов в среднем на 22 %. Это позволило обнаружить возможность нагрева некоторых ЭРЭ выше предельно допустимых значений, что могло привести к их отказу в процессе эксплуатации. Поэтому при автоматизированном проектировании были внесены дополнительные шины теплоотвода, что позволило повысить надежность ИВЭП до требуемого уровня.

Литература

1. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадёжных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий. Том 1 / Под ред. Ю.Н. Кофанова, Н.В. Малютина, А.С. Шалумов . – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 368 с.
2. Дурнев В.Д., Сапунов С.В., Федюкин В.К. Экспертиза и управление качеством промышленных материалов. – СПб.: Питер, 2004. – 254 с.
3. Кофанов Ю.Н., Сотникова С.Ю., Увайсов С.У. Комплексирование физического и математического моделирования при автоматизации проектирования бортовых электронных средств. – М.: Энергоатомиздат , 2011. – 119 с.

Симпозиум 4
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ЭКОНОМИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

СЕТИ ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ В МИРОВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБЩЕСТВЕ

Мартынов М.В., Сафонов А.А., *Увайсов С.У.
*Москва ОАО «МКБ «КОМПАС»; *Москва, МИЭМ*

В статье рассматриваются сети трансфера технологий, решающие задачи передачи (трансфера) технологий между научным сектором и компаниями, а также внутри промышленного сектора и поиска партнеров для осуществления кооперации в разработке с внедрением новых наукоемких технологий.

Technology transfer networks in the worldwide meaning. Martynov M.V. Cafonov A.A., Uvaysov S. U.

The article deals with technology transfer network, solving the technology transfer problem between the research sector and companies as well as under the industrial sector and partners searching problem for development cooperation under the new technologies introduction.

На текущий момент в мире существует много сетей трансфера технологий, каждая из которых решает, в целом, схожие, но различающиеся в деталях задачи. В данной статье собраны материалы по нескольким сетям для систематизации и структурирования информации для создания новой, инновационной, сети.

В данном контексте «сеть» выступает как инструмент инновационной инфраструктуры, позволяющий эффективно распространять технологическую информацию и осуществлять поиск партнеров для реализации инновационных проектов.

Рассмотрим задачи трансферных сетей:

- передача/трансфер технологий между научным сектором и компаниями, а также внутри промышленного сектора;
- поиск партнеров для осуществления кооперации в разработке и внедрении новых наукоемких технологий.

Члены сети собирают информацию о предлагаемых или требуемых технологиях, проводят технологический аудит и формируют, таким образом, единую базу технологических запросов и предложений сети. Клиентами таких сетей обычно становятся компании малого, среднего и крупного бизнеса, академические и отраслевые научно-исследовательские институты, университеты, частные лица, осуществляющие продвижение технологической информации и поиск технологических партнеров.

Сеть развивается как структура распределенного типа - каждый член сети взаимодействует с другими партнерами и клиентами. Деятельность членов сети направлена на поиск партнеров и установление технологического сотрудничества между заинтересованными сторонами (продавцом и покупателем технологии) с целью осуществления дальнейшей коммерциализации технологий. Поиск партнеров и установление сотрудничества достигается путем сопоставления существующих технологических предложений с выявленными рыночными технологическими запросами. Технологические запросы и предложения партнеров и клиентов сети, как правило, представлены в виде структурированных анкет (профилей). Профили позволяют потенциальным партнерам получить первичные представления о предлагаемой или искомой технологии, ее коммерческих аспектах, инновационности, главных преимуществах, правах интеллектуальной собственности и характеристиках желаемого партнерства.

Для осуществления поиска партнеров и продвижения технологической информации в сети используются такие инструменты, как:

- единая база технологических запросов и предложений;
- технологический аудит – проверка предложений/запросов на техническую состоятельность и готовность к трансферу;
- веб-сайт сети – информационный ресурс, на котором представлена база технологических запросов и предложений сети;
- периодическая информационная рассылка с информацией о деятельности сети и новых профилях;
- сетевое взаимодействие с членами и партнерами сети.

Рассмотрим существующие крупнейшие трансферные сети.

Enterprise Europe Network (EEN) – трансферная сеть Евро-союза, объединяющая около 600 организаций поддержки бизнеса из более чем 50 странах мира. Членские организации включают палаты торговли и промышленности, технологические центры, научно-исследовательские институты и агентства по развитию. Запущена в феврале 2008 года генеральной комиссией по предпринимательству и промышленности, строится на бывшем Евро Инфо-центре (EIC) и сети инновационного центра IRC, созданных в 1987 и 1995 годах соответственно.

Российская сеть трансфера технологий (Russian Technology Transfer Network, RTTN) создана в 2002 г. и объединяет более 70 российских инновационных центра (из 29 регионов РФ и стран СНГ). Это проект, который был инициирован Региональным Инновационным Технологическим Центром (РИТЦ) наукограда Обнинска в партнерстве с Инновационным Центром наукограда Кольцово (ИЦК) в рамках реализации проекта TACIS FINRUS 9804 «Инновационные центры и наукограды Российской Федерации». В ходе проекта инновационные центры наукоградов установили партнерские отношения с инновационными релей-центрами Европейской сети IRC (Innovation Relay-Centers), включая Steinbeis-Europa-Zentrum (Штутгарт, Германия) и RECITAL (Пиза, Италия).

Coventry University Enterprises (CUE Ltd), дочерняя компания корпорации высшего образования Coventry University, через которую в университет запускает большинство своих коммерческих программ и бизнес-партнерства, приносящие доход. Работая на региональном, национальном, европейском и международном уровнях, CUE поддерживает корпоративные цели и стремится к максимальному увеличению коммерческого потенциала университета, опыта и ресурсов.

The CEI Science & Technology Network (S&TN) запущена в начале 2004 года. С целью укрепления научно-технического сотрудничества обеспечивает финансовую поддержку для организации семинаров, конференций, семинаров и учебных курсов. Молодые ученые из стран ЦЕИ, особенно не входящие в ЕС государства-члены, предоставляется возможность принять участие в такой деятельности и проведения научных исследований по различным темам.

National Technology Transfer Network (NTTN) – национальная сеть трансфера технологий Украины. Проект создания сети для унификации информационных ресурсов государственных, общественных и частных инновационных структур Украины, предприятий, учреждений и организаций в одну сетевую трансферную технологию и ее дальнейшей интеграции в европейскую сеть EEN.

DARPA, являясь одной из наиболее эффективных научно-исследовательских организаций Министерства обороны США, обладает очень развитой системой коммуникаций с научно-исследовательской средой, промышленностью, бывшими сотрудниками DARPA, проводит активную публичную политику, направленную на формирование необходимого общественного мнения о деятельности Агентства. Организации присущи открытость информации о проводимых конкурсах, запросах, доступность руководителей проектов для общественности – все их контакты открыто размещены на сайте DARPA и любой разработчик может связаться с ними напрямую и предложить свою идею.

Трансферные сети развёрнуты по всему миру и поддерживаются крупнейшими компаниями. Сети трансфера технологий призваны глобально объединить инновационные центры мира. В конечном счёте, такие сети содействуют развитию инновационного бизнеса и коммерциализации наукоемких технологий.

Таким образом видно, что в современной экономике технологические сети получают все более широкое распространение, интегрируются с другими сетями и являются эффективным связующим звеном между поставщиками технологий и их потребителями. В связи с этим развитие подобных сетей в России можно считать востребованным и перспективным.

Литература

1. Катешова М., Лукша О., Пашин Е., Яновский А.: Российская сеть трансфера технологий – инструмент для повышения конкурентоспособности бизнеса; Инновации 2003 N8
2. Фонштейн Н. М. Трансфер технологий и эффективность реализации инноваций. — М.: АНХ, 1999.
3. Albors, J.; Sweeny, E.; Hidalgo, A. (2005): «Transnational technology transfer networks for SMEs. A review of the state-of-the-art and an analysis of the European IRC network». Production Planning & Control Journal. Vol.16.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕЙ, ЗАДАЧ И ОБЩЕЙ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЕЖОТРАСЛЕВОГО ИННОВАЦИОННО-ВНЕДРЕНЧЕСКОГО ЦЕНТРА

Мартынов М.В., Сафонов А.А., *Увайсов С.У.
Москва ОАО «МКБ «КОМПАС»; *Москва, МИЭМ

В статье рассмотрены общие предпосылки к созданию Информационно-аналитической системы Межотраслевого инновационного центра, его возможная архитектура и пути развития.

Determination of goals, objectives and overall architecture of information management system interbranch innovation center. Martynov M.V., Cafonov A.A., Uvaysov S.U.

In this article was observed the general background to the creation of information management system of Interbranch Innovation Centre, its architecture and possible ways of development.

Устойчивое развитие и конкурентоспособность страны в огромной степени зависит от использования новых идей и наукоемких разработок. Но на текущий момент в России сложилась следующая ситуация – с одной стороны есть большое количество учебных заведений, которые ведут разработки в самых разных

областях науки, создают прорывные технологии и уникальные инновации. Только в Российской академии наук входит более 450 научных организаций, всего же их более 3600 (по данным на 2008 год).

С другой стороны есть значительное число производственных предприятий, которые в реалиях рыночной экономики остро нуждаются в современных технологиях.

В связи с этим все более актуально становится вопрос о появлении инновационного центра, позволяющего организовать единое информационное пространство, обеспечивающее сбор и анализ инноваций, мониторинг состояния инновационного проекта и проактивное управление – Межотраслевой инновационный центр (МИЦ). Главной отличительной чертой организации инновационной деятельности в МИЦ является способность системы создать максимальное эффективное взаимодействие всех этапов инновационного процесса: сбора заявок, НОИКР, производства, сбыта и маркетинга. Межотраслевой инновационно-внедренческий центр может стать уникальной единой базой данных по инновационным проектам и удобный инструмент мониторинга и контроля рынка инноваций.

Задумываемая площадка должна обеспечивать возможность обмена информацией между поставщиками технологий и потребителями, мониторинг состояния рынка, коммуникацию с внешними системами трансфера технологий (такими как DARPA, Сколково, RTTN, NTTN, EEN и т.п.).

В целом, для решения поставленных задач, система должна обладать следующим базовым функционалом:

- ✓ Возможность ввода потребностей в инновационном решении со стороны предприятий-заказчиков
- ✓ Возможность ввода предложения (анкета-заявка на НОИКР) на разработку инновационного проекта
- ✓ Поиск по базе заявок и предложений
- ✓ Обеспечение экспертной оценки перспективности разработки ИП, система помощи принятия решений для эксперта
- ✓ Создание портфеля решений по ИП, выбор наилучшего решения
- ✓ Автоматизация системы постановки/исполнения задач, отображение статусов и % исполнения задач
- ✓ Автоматическая нотификация участников о статусе задач, состоянии разработки инновационного проекта
- ✓ Автоматизация документооборота, поиск документов по различным критериям, привязка документов к задачам
- ✓ Возможность просмотра статистической информации по проекту

Так же организация единого информационного пространства позволит собирать данные об инновационных проектах, обеспечивать мониторинг состояния проектов от момента подачи заявки до оформления патента.



Рис. 1. Общая схема работы МИЦ

После внедрения система должна позволить:

- ✓ Получать, систематизировать информацию о планируемых и проводимых научных исследованиях и разработках в различных отраслях промышленности в РФ;
- ✓ Создать каналы продвижения инновационных технологий;
- ✓ Организовать межотраслевое и межведомственное взаимодействие и обмен научными исследованиями и разработками;
- ✓ Оптимизировать систему управления разработки и внедрения инновационных проектов

Область применения такой площадки для инноваций может быть чрезвычайно широка и использоваться в таких сферах как:

- Управление идеями (Idea Management System)
- Производственная система (Toyota Production System)
- Бережливое производство - лин (lean production, lean manufacturing, lean thinking)
- Рационализаторская и изобретательская деятельность
- Система непрерывных улучшений (Кайдзен)
- Повышение эффективности процессов производства и управления (6 сигма, 5С)
- Управление и обмен знаниями (Knowledge Management)
- Распространение лучших практик (Best practice)
- Совместная работа коллектива над общими задачами, проектами (Collaboration)
- Управление талантами (Talent Management)
- Открытые инновации (Open Innovation)
- Сбор и обработка проектов в бизнес-инкубаторах и технопарках

Внедрение МИЦ позволит значительно повысить эффективность поиска, разработки и внедрения инновационных проектов, улучшить качество предварительной оценки инновационных проектов, обеспечить прозрачности информационного взаимодействия в течение разработки инновационного проекта, получить оперативный контроль достижимости и содержания намеченных показателей, оптимизировать систему управления проектами.

Литература

1. Некипелов А.Д. Пути модернизации сферы фундаментальных исследований в России: ЖУРНАЛ НОВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ № 8
2. Варшавский А.Е. (1992): Как сохранить научно технический потенциал России // Деловой мир. № 143. 28 июля.
3. Boulton G. (2010): University Rankings: Diversity, Excellence and the European Initiative // League of European Research Universities. Advice Paper. № 3. June.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СТРАТЕГИЧЕСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ, ПРОГНОЗИРОВАНИЮ И ПРОГРАММИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В РЕГИОНЕ

Воеводина С. Г.

г. Протвино

The methodological approach to strategic planning, forecasting and programming tourism development in the region. Voevodina S.G.

Предлагаемый методологический подход заключается в сквозном, логически увязанном планировании прогнозных показателей структурных составляющих туристского сектора экономики, влияющих друг на друга по технологической цепочке. Основными силами, которые приводят к изменениям в туризме, являются внешние факторы: социально-экономические тенденции, например, изменения в уровне доходов населения, демографические тенденции и предпочтения людей и др.

Объектом стратегического планирования в сфере туризма региона является деятельность хозяйствующих субъектов, структурных элементов сферы регионального туризма с позиций их будущего состояния в долгосрочной перспективе.

Под стратегическим планированием в сфере туризма предлагается понимать процесс обоснования и выбора стратегических приоритетов и направлений устойчивого и эффективного развития туризма в регионе в единстве социальных, экономических, культурных, научно-технических, экологических и институциональных факторов и условий, а также разработки на этой основе управляющих механизмов реализации, обеспечивающих повышение конкурентоспособности регионального туристского продукта и его адаптацию к изменяющимся условиям внешней среды.

Стратегическое прогнозирование регионального туризма с учетом этого представляет собой специализированный уровень осуществления экономического действия, который предъявляет более

специфические, конкретные, строго детерминированные в перспективе требования к системе стратегического выстраивания программы действий региона по развитию туризма.

Прогнозирование в сфере туризма - это важнейшая процедура стратегического планирования развития туризма в регионе, ее отдельных звеньев и структурных элементов. Под стратегическим прогнозом в сфере туризма в данном контексте понимается эмпирическое или научно обоснованное суждение о возможных состояниях туризма в будущем, об альтернативных путях и сроках его осуществления. Стратегические прогнозы в сфере туризма имеют своей целью предвидение важнейших характеристик (параметров) формирования туристской подсистемы региональной экономики в среднесрочной и дальнейших перспективах.

Предложенный в диссертационном исследовании алгоритм (рис.1) позволяет прогнозировать такие показатели, как уровень развития туризма в регионе, величину и структуру туристского потока. Прогноз должен быть основан на оценке влияния таких взаимосвязанных факторов, как состояние региональных туристско-рекреационных ресурсов, материально-технической базы организаций туризма, объема инвестиций в туристско-рекреационный комплекс. Форма и взаимообусловленность связи между указанными факторами исследуются путем корреляционно-регрессионного анализа.

С целью обеспечения прогнозирования развития туризма в регионе в работе предложена классификация распределения факторов по следующим признакам: степени воздействия (сильно, умеренно, незначительно воздействующие); продолжительности действия (долговременные, кратковременные); скорости изменения (мобильные, постоянного действия); масштабности распространения (федеральные, региональные).

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРУКТУРНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ

Авдеюк О. А., Королева И. Ю.

Волгоград, Волгоградский государственный технический университет

Рассмотрен структурно-аналитический подход к проектированию структуры сложных измерительных систем, построенных на базе нейронных сетей (в том числе, сложных медицинских комплексов).

Advantages of structural and analytical approach for the design of complex neural network medical systems. Avdeuk O., Koroleva I.

The structural-analytical approach to the design of the structure of complex measurement systems, constructed based on neural networks (including complex medical systems).

В настоящее время нейросетевые технологии широко используются в медицине как для диагностики заболеваний, так и в сфере медицинском приборостроении [5]. Основным недостатком применения нейронных сетей (НС) в медицинском приборостроении является отсутствие [1,2]: математического обеспечения; метрологических оценок и оптимизации применяемой структуры НС; единых подходов к проектированию медицинских комплексов в НС- базисе. В связи с этим, представляется актуальной разработка формального подхода к выбору структуры нейросетевых медицинских систем, позволяющего: описать свойства систем как на уровне подсистем, элементов и связей между ними, так и на уровне системы в целом; достаточно полно отразить внутреннюю структуру системы в соответствии с выбранными критериями. Как указано в [3], наиболее целесообразно принципы построения измерительных систем для сложных измерительных задач сформулировать в терминах системных функций (это функция состояния объектов системы), используя фрактально-категориальный подход. Такая методика применима и при проектировании сложных медицинских комплексов (СМК). Полученная в результате системная функция СМК является основой для дальнейшего синтеза в рамках выбранного метода проектирования. В результате проведенного в [1,2] анализа литературы было выявлено, что структурные методы проектирования, наряду с общепринятыми аналитическими методами синтеза и оптимизации сложных систем, обладают рядом недостатков. Таким образом, решением вопроса оптимального проектирования является объединенный метод построения сложных систем – структурно-аналитический, который имел бы возможность, анализируя требования заказчика к создаваемой СМК, оптимизировать функции, строить на их основе блоки, части структуры и оптимизировать межблочные связи. Такой метод дает возможность строить систему не только из стандартных блоков. Некоторой иллюстрацией структурно-аналитического метода служит совокупность структурного метода блочно-функционального распределения (БФР) [3,4] с аппаратом аналитической оптимизации. Дело в том, что, следуя схеме алгоритма БФР, можно построить СМК, но процесс построения будет достаточно долгим и кропотливым: оператор входа-выхода разбивается подоператоры, покрывающие все множество функций по ТЗ. Так как этот процесс циклический, то можно привлечь специализированный математический аппарат для его быстрой реализации. И так далее до конца метода БФР, т. к. весь он состоит из циклически повторяющихся шагов с целью поиска на каждом из них оптимального решения. Таким образом, дополнив схему БФР аналитическим аппаратом, можно увеличить скорость сходимости схемы и повысить качество найденного решения. Суммируя все указанные замечания к

методам структурного и аналитического построения СМК, можно определить необходимость структурно-аналитического построения (САП) и оптимизации СМК. Во-первых, при сбоях в работе объекта и при получении недостаточно верных, с точки зрения оценочных критериев, параметров на выходе объекта, используя САП можно либо изменить его структуру и прийти к желаемому эффекту (структурная оптимизация), либо оптимизировать функции, характеризующие работу каждого блока (аналитическая оптимизация). Во-вторых, с помощью САП можно оптимизировать работу измерительных каналов (для измерения медико-биологических параметров) в рамках СМК: как только изменяется структура объекта, изменяются отслеживаемые параметры, следовательно, структурно изменяются и сами каналы измерения, которые вновь можно оптимизировать аналитически с точки зрения описывающих функций. Таким образом, теперь ясно прослеживается структурно-аналитическая линия в построении и оптимизации системы: ни один способ (структурный, аналитический) не может существовать «автономно», так как там, где следуют изменения в структуре, там же появляются и изменения аналитических выражений работы объекта. Совокупность категорного подхода и аппарата нейросетей применима и при представлении формальных априорных измерительных знаний о состоянии медико-биологического объекта (МБО). Использование понятия полноты категории [3,4] делает возможным эффективный анализ измерительных данных на полноту, что особенно важно при проведении исследования МБО. В случае неполных данных предлагается их восстановление использованием нейросетевых технологий, что также ускорит процесс анализа, а как следствие - и процесс построения оптимального множества априорных измерительных знаний. Таким образом, наиболее перспективным направлением проектирования сложных систем является использование структурно-аналитического метода проектирования (САП), который наиболее адекватен задаче создания СМК на базе нейронных сетей.

Литература

1. Авдеюк, О.А. Структурно-аналитический подход к проектированию системного интерфейса сложных медицинских комплексов на базе нейронных сетей/ О.А. Авдеюк, И. Ю. Королева // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, № 4, 2004. – С.42 – 50.
2. Авдеюк, О.А. Использование структурно-аналитического подхода при проектировании сложных медицинских комплексов на базе нейронных сетей/О.А. Авдеюк, И.Ю. Королева// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 6, 2011. – С.62-63.
3. Муха, Ю.П. Алгебраическая теория синтеза сложных систем: Монография / Ю.П. Муха, О.А. Авдеюк, И. Ю. Королева // ВолгГТУ. – Волгоград, 2003. – 320 с.
4. Муха, Ю.П. Информационно-измерительные системы с адаптивными преобразованиями. Управление гибкостью функционирования: Монография/ Ю.П. Муха, О.А. Авдеюк, И. Ю. Королева // ИУНЛ ВолгГТУ. – Волгоград, 2010. – 304 с.
5. Муха, Ю.П. Нейросетевые измерительные системы. Диагностика состояний сложных объектов. Кн. 24. Монография / Ю.П. Муха, М.Г. Скворцов// М.: Радиотехника, 2007. – 336 с.

АНАЛИЗ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ВУЗАХ

Увайсов С.У., Аютова И.В.
Москва МИЭМ НИУ ВШЭ, Сургут СурГУ

В высших учебных заведениях постоянно циркулируют потоки информации. Из общего потока существенная часть информации связана с персональными данными (ПДн) абитуриентов, студентов, сотрудников. Проблема, которая возникает в данной сфере, вызвана отсутствием современных и доступных методик по приведению информационных систем вуза к требованиям законодательства в области защиты ПДн.

Analysis of the protection of personal data in universities. Uvaysov S.U, Ayutova I.V.

In higher education institutions are constantly circulating flows of information. Of the total flow of a substantial part of the information related to the personal data applicants, students, staff. Problem that occurs in this area, due to a lack of modern and affordable techniques to bring the information systems of the university to the requirements of the legislation in the field of personal data protection.

Для ведения деятельности любая организация производит обработку ПДн, как своих сотрудников, клиентов, поставщиков так и других лиц. Вопросы контроля обработки ПДн со стороны государства уделяется пристальное внимание. В 2011 году было проведено 1440 плановых и 791 внеплановых проверок операторов осуществляющих обработку ПДн. Высшие учебные заведения производят обработку ПДн и, следовательно, обязаны выполнять нормы законодательства.

Для проверки соблюдения действующего законодательства в сфере защиты ПДн Роскомнадзор осуществляет проверки вузов [1]. В ходе проверок были выявлены следующие нарушения обязательных требований при обработке ПДн граждан:

- типовые формы документов, характер информации в которых предполагает или допускает включение в них ПДн, не соответствуют требованиям законодательства РФ;
- несоблюдение оператором установленных требований обработки ПДн после достижения цели обработки;
- осуществление передачи ПДн работников и обучающихся в сторонние организации без письменного согласия;
- лица, осуществляющие обработку ПДн, не проинформированы об особенностях и правилах осуществления обработки ПДн;
- нарушение принципа недопустимости обработки ПДн, избыточных по отношению к целям, заявленным при сборе ПДн.

Проведем анализ защиты ПДн в вузах Тюменской области и Югры. В таблице 1 вузы с порядковыми номерами 1-5 входят в сеть высших профессиональных учебных заведений Югры [2], а вузы с порядковыми номерами 6-16 [3] в сеть высших профессиональных учебных заведений Тюменской области.

В реестре операторов, осуществляющих обработку ПДн, произведен поиск операторов по наименованию [4]. Так 12 января 2012 установлено, что из 5 вузов Югры в реестре не зарегистрирован 1 вуз, а из 11 вузов Тюменской области не зарегистрировано 3 вуза. В целом по Тюменской области 25% высших профессиональных учебных заведений на момент запроса не включены в реестр операторов, осуществляющих обработку ПДн. Несмотря на то, что Федеральный закон № 152-ФЗ "О персональных данных" вступил в силу в январе 2007г. из двенадцати зарегистрированных вузов уведомление в Роскомнадзор направили: в 2008 г. четыре вуза, в 2009 г. один вуз, в 2010г. четыре вуза, в 2011 г. три вуза.

Данная тенденция наблюдается не только в Тюменской области, но и в целом по России, так например [5] в Москве на 06.05.2010 из 276 государственных и негосударственных учреждений высшего профессионального образования, в реестре операторов ПДн было зарегистрировано:

- Московских университетов - 9;
- Московских институтов - 3;
- Московских академий - 2.

Эта ситуация порождена отсутствием доступных методик по приведению защиты ПДн в вузе согласно современным требованиям законодательства. Решение данной проблемы на примере Сургутского государственного университета предложено в работе [6].

Рассмотрим обработку ПДн в Сургутском государственном университете. Структура вуза представлена на рис. 1. Серым цветом на рисунке выделены подразделения, где происходит обработка ПДн. Учитывая тот факт, что число кафедр шестьдесят, а число деканатов пятнадцать, обработка ПДн осуществляется в большей части подразделений вуза.

Для анализа нескольких информационных систем обработки персональных данных (ИСПДн) вуза воспользуемся разработанной методикой [6].

Согласно данной методике тип ИСПДн студенческого отдела кадров - многопользовательское АРМ без разграничений прав доступа имеющая доступ к сетям связи общего пользования и (или) сетям международного информационного обмена, в которой осуществляется передача ПДн в другие ИСПДн по сетям связи общего пользования и (или) сетям международного информационного обмена и используются съемные носители (S_{10}). Объем ИСПДн до 100 000 субъектов ПДн.

Таблица 1

Высшие профессиональные учебные заведения Тюменской области

№	Высшие профессиональные учебные заведения Тюменской области	Наличие в реестре	Дата поступления уведомления	Дата начала обработки
1	ГОУ ВПО "Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа - Югры"	Нет		
2	ГОУ ВПО "Сургутский государственный педагогический университет"	Да	11.10.2010	17.08.1995
3	ГОУ ВПО Ханты-Мансийского автономного округа - Югры "Ханты-Мансийская государственная медицинская академия"	Да	24.06.2011	29.12.1999
4	ГОУ ВПО "Нижневартовский государственный гуманитарный университет"	Да	16.06.2008	01.09.1988
5	Федеральное ГБУ ВПО "Югорский государственный университет"	Да	20.11.2008	23.10.2001
6	ГОУ ВПО "Тюменский государственный нефтегазовый университет"	Да	30.07.2010	25.10.2002
7	ГОУ ВПО "Тюменское высшее военно-инженерное командное училище" (военный институт)	Нет		
8	ГОУ ВПО «Ишимский государственный педагогический институт им. П.П. Ершова»	Да	10.12.2010	01.01.1954
9	ГОУ ВПО «Тобольская государственная социально-педагогическая академия им. Д.И. Менделеева»	Да	01.10.2008	26.01.2004
10	ГОУ ВПО «Тюменская государственная медицинская академия»	Да	04.02.2009	14.11.2003
11	ГОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет»	Да	02.11.2010	01.09.1995
12	ГОУ ВПО «Тюменский государственный университет»	Да	29.09.2008	01.01.1973
13	ГОУ ВПО «Тюменский юридический институт МВД РФ»	Нет		
14	ГОУ ВПО Тюменской области «Тюменская государственная академия мировой экономики, управления и права»	Да	27.01.2011	24.09.2008
15	Федеральное ГОУ ВПО «Тюменская государственная академия культуры, искусств и социальных технологий»	Да	26.01.2011	30.12.2001
16	Федеральное ГОУ ВПО «Тюменская государственная сельскохозяйственная академия»	Нет		

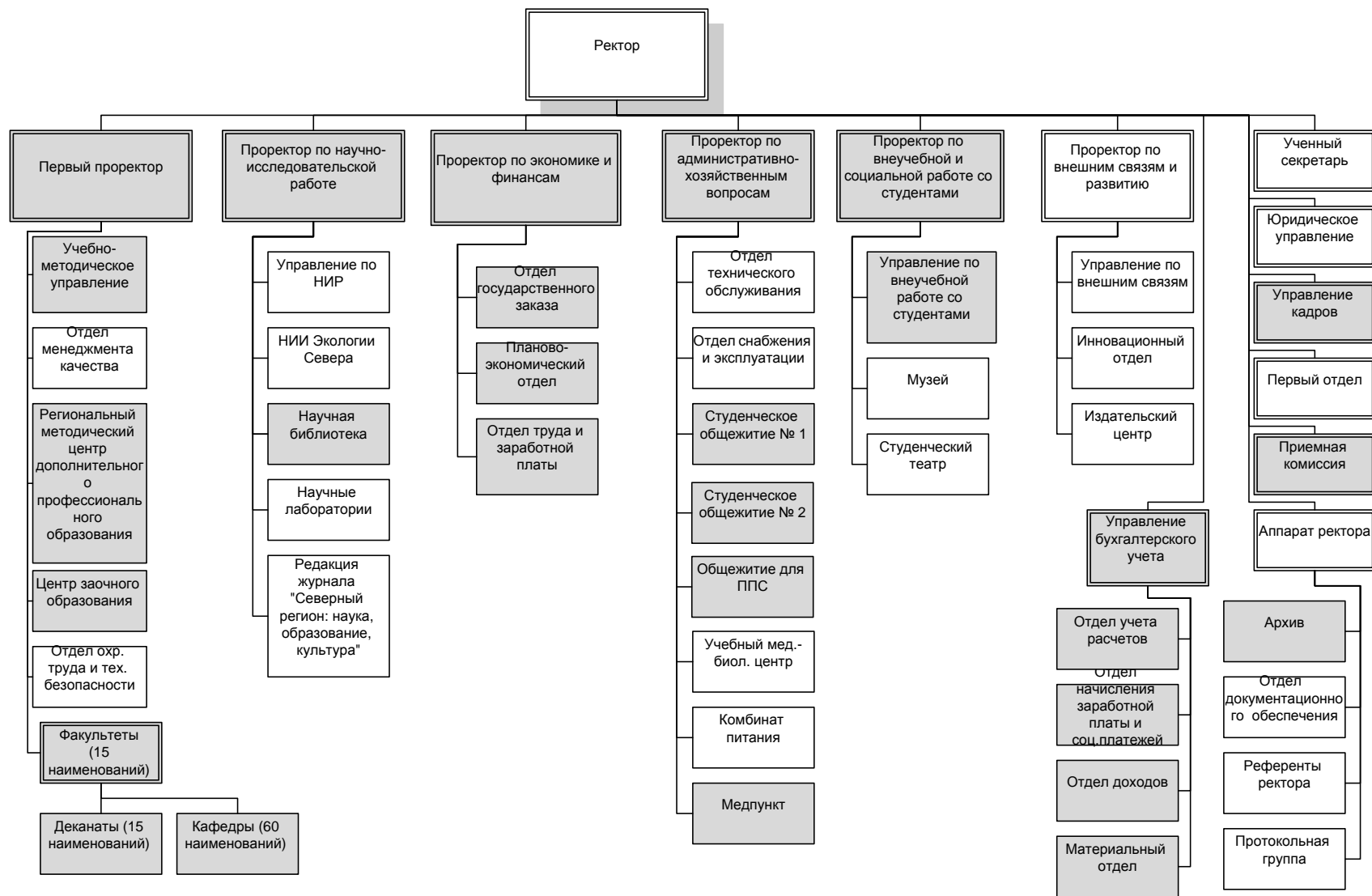


Рис. 1. Организационная структура СурГУ

В данной системе обрабатываются следующие данные: ФИО, номер группы, адрес проживания, дата рождения, паспортные данные, приказ о зачислении.

Тип ИСПДн библиотеки - многопользовательская распределенная ИС с разграничением прав доступа не имеющая доступ к сетям связи общего пользования и (или) сетям международного информационного обмена, в которой возможно использование USB – модемов, осуществляется передача ПДн в другие ИСПДн по сетям связи общего пользования и (или) сетям международного информационного обмена и используются съемные носители (S₂). ИСПДн имеет объем субъектов ПДн до 100 000.

При регистрации в системе указывают следующие данные: ФИО, номер читательского билета, дата рождения, категория читателя, место работы, должность, данные об образовании, дата выдачи читательского билета, номер телефона, адрес проживания, адрес электронной почты.

Обрабатываемые ПДн в системах соответствуют категории 3, соответственно класс информационных систем – К3. Уровень исходной защищенности для данных систем – низкий.

Для защиты ПДн согласно современным требованиям разработан перечень рекомендуемых организационно-технических мероприятий по приведению ИСПДн рассмотренных подразделений вуза к требованиям законодательства [6]. Данный перечень включает в себя:

- Получение письменного согласия субъектов ПДн (физических лиц) на обработку ПДн.
 - Установка сроков обработки ПДн и процедуры их уничтожения по окончании срока обработки.
 - Разработка организационно-распорядительных документов:
 - Приказ о назначении ответственных лиц за обработку ПДн.
 - Положение о разграничении прав доступа к обрабатываемым ПДн.
 - Порядок резервирования и восстановления работоспособности технических средств и программного обеспечения, баз данных и системы защиты информации.
 - Журнал учета обращений субъектов ПДн о выполнении их законных прав.
 - Перечень по учету применяемых средств защиты информации, эксплуатационной и технической документации к ним.
 - Электронный журнал обращений пользователей информационной системы к ПДн.
 - Журнал учета используемых криптосредств, технической документации к ним.
 - Повышение квалификации сотрудников в области защиты ПДн.
- Выполнение данных мероприятий позволяет повысить защиту ПДн в вузе при минимальных затратах и повысить эффективность обработки ПДн.

В статье проведен анализ защиты ПДн в вузах и рассмотрено применение разработанной методики на примере нескольких ИСПДн Сургутского государственного университета. Однако в разрабатываемой системе необходимо учитывать особенности вузов как отдельных объектов.

Литература

1. Новости Роскомнадзора [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rsoc.ru/news/rsoc/p0/>.
2. Сеть высших профессиональных учебных заведений Югры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.adhmao.ru/socium/index.htm>.
3. Образовательные учреждения высшего профессионального образования [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://admtyumen.ru/ogv_gu/society/edu_science/prof_education.htm.
4. Реестр операторов, осуществляющих обработку персональных данных [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rsoc.ru/personal-data/register/>.
5. Актуальность выполнения требований ФЗ 152 «О защите персональных данных» в информационных системах ВУЗов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.verticalportals.ru/Portals/7/materials/VP_GROUP-Aktualnost_vipolneniya_FZ-152.pdf.
6. Аютова, И.В. Модели и алгоритмы управления процессом обработки персональных данных в вузе: дис. ... кандидата технических наук: 05.13.01 / Аютова Ирина Владимировна. - Сургут, 2012. - 146 с.

КАЧЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДОМА КУЛЬТУРЫ

Баймухамбетова З. С., Шиккульский М. И.
Астраханский Государственный Технический Университет

Qualitative approach to assessing the performance of the House of Culture. Baimuhambetov Z.S., Shikulskiy M.I.

В сегодняшнем мире развитие любой сферы деятельности без участия информационных технологий стало невозможно. А социально-культурная сфера требует современных технических и программных средств для собственного роста.

Социально-культурная сфера имеет особую специфику процесса автоматизации. В отличие от производственной сферы, результаты деятельности здесь не так очевидны: производимый продукт практически с трудом поддается количественному измерению, критерии эффективности деятельности не имеют четкого и однозначно понимаемого определения.

Поэтому для выбора критериев оценки эффективности деятельности дома культуры прежде всего следует детально рассмотреть основные бизнес-процессы культурного учреждения. Как видно из схемы, приведенной на рис. 1, ключевые стадии, формирующие показатели, которые можно оценить с точки зрения успешности работы дома культуры, связаны с организацией и проведением культурных мероприятий и проведением занятий творческих объединений.

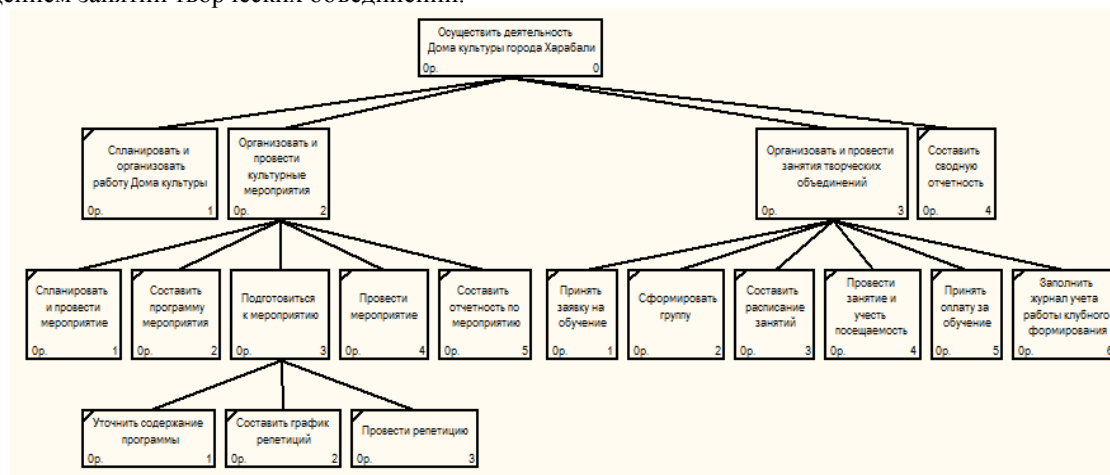


Рис. 1 Дерево процедур бизнес-процессов дома культуры

Оценку эффективности проводимых домом культуры общественных мероприятий и занятий творческих объединений следует проводить основываясь на результатах опроса населения и количественных показателях, отражающих посещаемость этих мероприятий и финансовую отдачу от вложенных средств. Т.к. данная информация может различаться в зависимости от масштаба населенного пункта, возрастных групп посетителей дома культуры и прочих характеристик для ее анализа следует применять относительные показатели. В качестве таких показателей предлагается рассчитывать количество посещений на одного жителя муниципального образования, наполняемость зрительного зала, вовлеченность населения в клубные формирования, коэффициент обновления материальной базы учреждения культуры, долю заработанных средств учреждением культуры, на один бюджетный рубль. Приведенные показатели, позволят определить удовлетворение запросов потребителей услуг дома культуры, результативность его работы, и место учреждения в культурной нише.

Для примера опишем метод расчета количества посещений мероприятия на одного жителя, производимого по формуле:

$$K = P : N \quad (1)$$

где K – количество посещений на одного жителя,

P – количество посетителей за год,

N – все население муниципального образования

Данный показатель может быть модифицирован за счет изменения числителя, например, количество посетителей платных культурно-досуговых мероприятий за год:

$$K1 = P1 : N \quad (2)$$

где K1 – количество посещений платных культурно-досуговых мероприятий на одного жителя,

P1 – количество посетителей платных культурно-досуговых мероприятий за год,

N – все население муниципального образования

Приведенный объективный коэффициент свидетельствует, что посещаемость населением мероприятий осуществляемых на платной основе может существенно отличаться от посещаемости мероприятий проводимых на бесплатной основе.

Для автоматического получения сводных показателей необходимо иметь базу оперативных данных. Информационная подсистема, применяемая для заполнения такой базы имеет двойное назначение. Во-первых, с помощью такой подсистемы можно оптимизировать и упростить процесс ведения учетной информации на всех стадиях работы дома культуры, и во-вторых, она позволяет получить исходные данные, необходимые для оценки качества работы данного учреждения.

Таким образом информационная система дома культуры — комплексное программное решение, позволяющее:

Обеспечивать поддержку и планирование мероприятий, организуемых домом культуры;

Осуществлять информационную поддержку всех стадий организации учебного процесса в творческих объединениях, начиная с составления расписания занятий, и заканчивая автоматическим заполнением журнала учета работы клубного формирования;

Учитывать все финансовые операции, связанные с обучением и организацией культурных мероприятий;

Производить автоматический расчет сводных показателей оценки качества работы дома культуры и представлять их в отчетной форме.

Все описанные задачи с учетом распределения ролей между сотрудниками дома культуры г. Харабали были представлены на диаграмме вариантов использования (рис. 2).

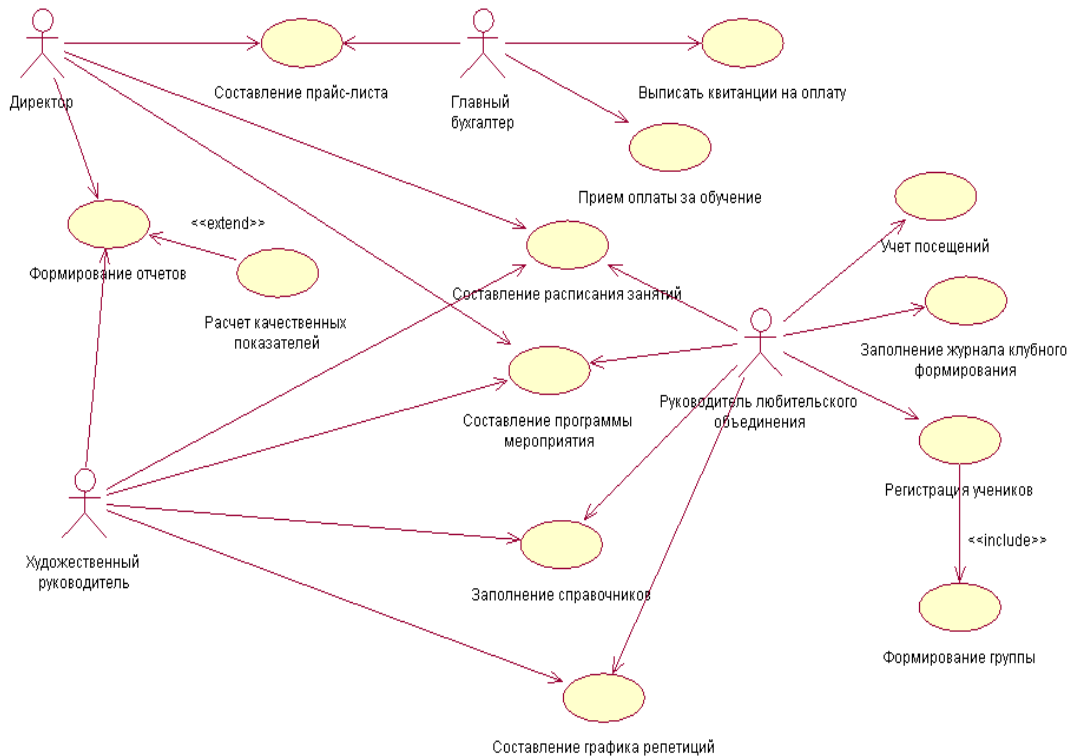


Рис.2. Диаграмма вариантов использования

Разработанная Информационная система позволяет оптимизировать процесс организации деятельности Дома Культуры. Посредством использования информационных технологий обеспечивается выход Дома Культуры на новый уровень, соответствующий требованиям современности.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ КАРТА КАК КЛЮЧЕВОЙ АСПЕКТ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Баранов А.В.

г. Ростов-на-Дону, Южно-Российский институт-филиал ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»

В статье раскрыты основные возможности применения универсальной электронной карты на территории Российской Федерации, а также направления развития инфраструктуры выпуска и обслуживания карты.

Universal electronic card as key aspect of the electronic government establishment in the Russian Federation. Baranov A.V.

This paper examines the basic possibilities of application of a universal electronic card in the Russian Federation and also directions of development of an infrastructure of release and card service are shown.

Развитие информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) становится сегодня одним из важнейших факторов жизнедеятельности мирового сообщества. Их широкое распространение преобразует современную действительность, приводит к существенным изменениям в политической, экономической, социальной и культурной сферах – становлению «информационного общества». Так, по мнению экспертов,

информационное общество, т.е. общество, в котором информационные процессы осуществляются главным образом на основе использования информационно коммуникационных технологий, а информационные ресурсы доступны всем слоям населения, переживает один из самых активных этапов своего развития[1].

При этом особого внимания требуют изучение развития и изменения общественно-политических процессов и институтов, исследование потенциала и места ИКТ в политико-государственном управлении, вынужденном соответствовать вызовам современности, отвечать на растущие требования со стороны общества. Так, в рамках очередного заседания Правительственной комиссии по вопросам регионального развития, состоявшегося 08.02.2010 г. в городе Уфе, Председатель Правительства Российской Федерации В.В. Путин обозначил, что «применение информационных технологий ... в корне меняет само качество государственных услуг, делает их более комфортными и более доступными»[2].

Таким образом, важной тенденцией развития политико-государственного управления развитых стран в новых реалиях становится создание «электронного правительства» (далее – ЭП). В работах современных российских исследователей отмечается, что ЭП не является дополнением или аналогом традиционного правительства, за данным заимствованным термином кроется сформировавшееся в западной научной литературе, в документах международных организаций и компаний лаконичное описание использования ИКТ в политико-государственном управлении[3].

На многогранность понятия «электронного правительства» указывается в отчете ООН «Электронное правительство на перепутье»[4]. В документе говорится о том, что внедрение «e-government» не означает, что компьютеры в перспективе заменят государственных служащих. Напротив, деятельность государственных органов должна опираться на мощную, эффективную и безопасную электронную систему, внедрение которой повысит эффективность их работы, расширит возможности граждан и в итоге будет стимулировать экономику и развивать общественные отношения. Так, внедрение ЭП ставится в центр современных реформ политико-административной сферы, поскольку оно связано с решением конкретных проблем, существующих в практике публичного управления. Эта связь, по мнению экспертов, выражается в том, что «электронное правительство», во-первых, служит инструментом реформы, во-вторых, обновляет интерес к административной реформе, в-третьих, высвечивает внутренние несогласованности в публичном управлении, в-четвертых, заставляет правительство следовать обязательствам лучшего управления, в-пятых, повышает легитимацию правительственной активности, в-шестых, говорит о готовности правительства меняться в соответствии с потребностями сегодняшнего дня[5].

Важными составными элементами архитектуры ЭП являются средства доступа к электронным услугам. В рамках настоящей статьи подробно остановимся на рассмотрении такого ключевого аспекта построения эффективного ЭП как электронное удостоверение личности.

Очевидно, что для доступа к электронным услугам ЭП требуется универсальное электронное удостоверение личности гражданина. Это является критически необходимым условием создания эффективного ЭП, способного предоставлять персонализированные услуги населению и бизнесу с соблюдением необходимого уровня безопасности и защиты персональных данных.

Само электронное удостоверение личности, по мнению исследователей, – это верхушка от айсберга, основанного на системе уникальной идентификации всех граждан, подобно тому, как все юридические лица в РФ имеют свои уникальные идентификаторы: основной государственный регистрационный номер (ОГРН) в Едином государственном реестре юридических лиц (ЕГРЮЛ), который ведёт Федеральная налоговая служба (ФНС)[6]. Уникальный идентификатор гражданина технологически требуется для «привязки» персональных сведений в базах данных различных органов власти. При этом фамилия, имя и отчество технологически не пригодны в качестве такого уникального идентификатора, поскольку могут повторяться и меняться, т.е. не являются уникальными.

В настоящее время достаточно распространённым является предложение об использовании в качестве уникального идентификатора гражданина – ИНН (индивидуальный номер налогоплательщика, который также присваивает ФНС). Однако в отношении физических лиц его получение остается добровольным, обязательность его наличия распространяется на всех граждан являющихся налогоплательщиками, а также на некоторые категории граждан в силу выполнения ими своих профессиональных обязанностей (например, государственные служащие). Таким образом, поскольку часть населения (несовершеннолетние, иждивенцы и др.) ИНН могут не иметь, в качестве уникального идентификатора ИНН использован быть не может. Подобного рода ограничения, относительно присвоения статуса уникального идентификатора, характерны в отношении к целому ряду схожих «порядковых номеров», начиная от серии и номера паспорта гражданина (необходимость замены при смене фамилии, достижении определенного возраста), заканчивая номером избирателя в базе данных Центризбиркома.

В тоже время мировая практика свидетельствует о наличии примеров успешного решения проблемы электронной идентификацией личности. Так, у граждан США на протяжении уже многих десятков лет существует номер социального страхования – Social Security Number (SSN), который присваивается каждому гражданину США с момента его рождения или получения гражданства, при этом он никогда не повторяется и хранится вечно. К SSN «привязываются» все данные о гражданине – социальные, налоговые, банковские и т.д. Аналогичные проекты идентификации населения работают в большинстве развитых стран, включая бывшие прибалтийские республики СССР (например, Эстония).

Представляется, что внедрение единого идентификатора (логина) персональных данных граждан в информационном обмене всех федеральных и региональных ведомств в России возможно на основе использования страхового номера индивидуального лицевого счета (далее – СНИЛС), который в настоящее время уже выполняет подобную роль на едином портале государственных и муниципальных услуг (функций)[7].

О целесообразности подобного рода действий в частности упоминается в одном из последних документов, касающихся развития информационного общества в России – «Концепции развития в РФ механизмов электронной демократии»[8], в котором указывается на необходимость скорейшего разрешения вопросов «однозначной идентификации и аутентификации граждан и организаций при взаимодействии с органами власти».

Практическое внедрение данной инициативы могло бы не только придать существенный импульс формированию ЭП, но и сделать более эффективными большинство существующих и создаваемых ведомственных информационных систем. Дело в том, что из-за отсутствия уникальной идентификации граждан ведомства собирают информацию в привязке к паспортным данным – Ф.И.О., дата и место рождения, номер паспорта, место регистрации и т.п. При этом имеет место многократное дублирование данных, которые могут вноситься с ошибками и устаревать. В случае наличия уникального идентификатора – каждое ведомство «привязывало» бы к нему только те данные, которые ему положено вести. Так, например, органы записи актов гражданского состояния (ЗАГС) вели бы реестр этих идентификаторов и привязанный к ним реестр населения: Ф.И.О., вместе с историей их изменений, даты и место рождения, бракосочетания, смерти и т.п. Органы Федеральной миграционной (ФМС) службы вели бы данные об адресах регистрации (жительства) граждан с историей, опять же в привязке к уникальным идентификаторам граждан, и т.д. и т.п.

Таким образом, для целей ЭП требуется электронный документ, привязанный к уникальным идентификаторам граждан. В то же время, чтобы этот электронный документ был легитимным, в нем должна присутствовать электронная цифровая подпись (далее – ЭЦП). Электронные документы и иные действия по получению государственных услуг в электронном виде, подписанные ЭЦП будут юридически значимы в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации[9].

Согласно принятому в июле 2010 года Федеральному закону «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» (далее – Закон)[10], предусмотрено расширение перечня государственных и муниципальных услуг, оказываемых в электронном виде, и внедрение для регистрации и оплаты этих услуг специальной карты – универсальной электронной карты (далее – УЭК), обладающей следующими типовыми функциональными возможностями: идентификационная, биометрическая, социальная, транспортная, платежная. В ст. 22 Закона определено, что «универсальная электронная карта представляет собой материальный носитель, содержащий зафиксированную на нем в визуальной (графической) и электронной (машинночитываемой) формах информацию о пользователе картой и обеспечивающий доступ к информации о пользователе картой, используемой для удостоверения прав пользователя картой на получение государственных и муниципальных услуг, а также иных услуг, оказание которых осуществляется с учетом положений Закона, в том числе для совершения в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, юридически значимых действий в электронной форме».

В соответствии с Законом универсальная электронная карта содержит следующие сведения:

- 1) фамилию, имя и (если имеется) отчество пользователя универсальной электронной картой;
- 2) дату, место рождения и пол пользователя универсальной электронной картой;
- 3) фотографию пользователя универсальной электронной картой;
- 4) номер универсальной электронной карты и срок ее действия;
- 5) контактную информацию уполномоченной организации субъекта Российской Федерации;
- 6) страховой номер индивидуального лицевого счета застрахованного лица в системе обязательного пенсионного страхования Российской Федерации.

Также отметим, что в качестве единого идентификатора персональных данных гражданина в универсальной электронной карте предполагается использовать СНИЛС.

Планировалось, что первые универсальные карты начнут выдавать гражданам в 2012 г. в заявительном порядке, а с 2014 г. в уведомительном. Но затем были внесены изменения в Закон, в соответствии с которыми срок начала выдачи карт в заявительном порядке перенесен на год – на 1 января 2013 года.

На заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России, состоявшегося 28.02.2011 г. в городе Москве, Президент Российской Федерации Д.А. Медведев указал, что «универсальную карту можно будет использовать не только в качестве инструмента для безналичных расчетов, не только как инструмент общения с государственными структурами, но и как полноценное платёжное средство как в России, так и за рубежом»[11].

По внешнему виду и размерам УЭК напоминает обычную пластиковую банковскую карту. Все персональные данные, включая фотографию, размещены прямо на карте. Разработчики проекта утверждают, что с помощью УЭК будут доступны свыше 1000 государственных и около 10000 коммерческих услуг[12]. С помощью специальных порталов-терминалов и просто компьютеров со специальными считывающими устройствами гражданин Российской Федерации сможет оплачивать разного рода услуги – ЖКХ, штрафы в ГИБДД, налоги и т.д. На карту можно будет получать пенсию, она заменит медицинскую карту и страховые

полисы, с ее помощью можно оплачивать проезд в общественном транспорте, использовать как электронную зачетку в ВУЗах, оплачивать покупки.

Предполагается, что применение электронной карты будет способствовать: повышению эффективности реализации государственной социальной политики; созданию прозрачного механизма социальной поддержки; повышению эффективности и качества социального обслуживания граждан в государственных и коммерческих организациях; обеспечению государственного контроля над целевым использованием бюджетных средств, выделяемых на социальные цели; увеличению доли безналичных расчетов; обеспечению юридически значимого электронного взаимодействия между гражданами, государством и коммерческими организациями; развитию информационно-технической базы систем социальной защиты населения. Однако реализация преимуществ универсальных электронных карт возможна только при использовании всего комплекса современных информационных телекоммуникационных технологий. Инфраструктура электронных карт – это комплекс, состоящий из вычислительных средств, систем хранения данных, специализированных рабочих мест сотрудников органов государственной власти и организаций, занимающихся предоставлением и учетом льгот, сети автономных электронных терминалов и других функциональных элементов[13].

Целесообразность внедрения УЭК была подтверждена в ходе общенационального исследования, проведенного Министерством экономического развития Российской Федерации с целью выяснения настроений и ожиданий широкой общественности перед началом выдачи УЭК по заявлениям граждан.

Так, согласно проведенным опросам, свыше половины россиян (57%) положительно относятся к идее создания и внедрения универсальных электронных карт. Наиболее позитивно оказалась настроена молодежь (лица моложе 35 лет) и аудитория с доходом не ниже среднего. Доля респондентов с негативным отношением к УЭК составляет 17%.

В основе позитивных мотиваций к использованию универсальной электронной карты лежит представление об основных преимуществах карты. По мнению опрошенных, основным преимуществом УЭК является возможность объединить все документы на одной карте – так считают 20% респондентов. Также среди преимуществ универсальной электронной карты опрошенные называли ее удобство, увеличение скорости обслуживания и экономию времени. Пенсионеры и люди старшего возраста полагают, что внедрение универсальных электронных карт поможет побороть бюрократию и сократит уровень коррупции в стране[14].

В тоже время начальная стадия формирования электронного правительства в России обуславливает наличие ряда проблемных моментов при повсеместном внедрении УЭК, препятствующих ее полноценному использованию, в их числе неравенство в информационном и технологическом развитии российских регионов, преимущественное использование социальных карт жителями крупных городов, ограниченность использования в сельской местности, слабость процесса синхронизации данных в рамках системы межведомственного взаимодействия, несовершенство законодательной базы и др.

В качестве наиболее острой проблемы обозначим неготовность системы межведомственного взаимодействия органов исполнительной власти к своевременному запуску проекта УЭК.

Система межведомственного электронного взаимодействия (далее – СМЭВ) представляет собой федеральную государственную информационную систему, включающую информационные базы данных, в том числе содержащие сведения об используемых органами и организациями программных и технических средствах, обеспечивающих возможность доступа через систему взаимодействия к их информационным системам, сведения об истории движения в системе взаимодействия электронных сообщений при предоставлении государственных и муниципальных услуг, исполнении государственных и муниципальных функций в электронной форме, а также программные и технические средства, обеспечивающие взаимодействие информационных систем органов и организаций через СМЭВ[15]. Данная система на основе «облачных технологий» позволяет федеральным, региональным и местным органам власти в электронном виде передавать и обмениваться данными, необходимыми для оказания государственных услуг.

Планировалось, что региональные и муниципальные ведомства должны будут полностью перейти на СМЭВ к 1 июля 2012 года, а к 2013 году должна завершиться синхронизация данных всех ведомств, предоставляющих услуги в электронном виде, для этого необходимо (по итогам заседания Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России от 28 февраля 2011 г.)[16]:

- подключить информационные системы органов власти субъектов РФ и организаций, оказывающих государственные услуги, к единой СМЭВ;
- обеспечить совместимость протоколов и технических решений;
- создать базы данных, на которых будет производиться выпуск карт;
- снизить госпошлины и другие обязательных платежей для потребителей государственных услуг с помощью карты.

Очевидно, что практическая реализация и отработка механизмов взаимодействия в рамках СМЭВ происходит с определенной задержкой по времени, что выступает прямой причиной переноса сроков запуска проекта УЭК. В тоже время необходимо осознавать, что при поспешном внедрении универсальной карты, в условиях неподготовленности межведомственного электронного взаимодействия, она может стать исключительно платежным инструментом, но никак ни универсальным инновационным механизмом получения широкого комплекса государственных услуг.

Данный тезис был подтвержден участниками круглого стола на тему «Реализация проекта «Универсальная электронная карта», состоявшегося в рамках Петербургского международного экономического форума 2012, которые утвердились во мнении о необходимости более активного участия государства в ходе превращения УЭК в полноценный идентификационный документ [17].

В заключении отметим, что УЭК является ключевым аспектом построения электронного правительства и решение о широком внедрении ее в практический оборот подтверждает государственную и социальную значимость информатизации, а полная успешная реализация заявленных возможностей будет способствовать установлению качественно новых отношений между властью, бизнесом и гражданами. В тоже время, практическая реализация решений, связанных с универсальной электронной картой, представляет собой сложный процесс создания крупномасштабной информационной телекоммуникационной инфраструктуры федерального уровня. УЭК предполагает оперативное взаимодействие и обмен информацией между различными ведомствами, а единое межведомственное информационное пространство пока не сформировано и проходит начальный этап своего становления, что на сегодняшний день является главным препятствием на пути реализации проекта.

Литература

1. Чеботарева А.А. Предоставление государственных и муниципальных услуг в электронной форме: реальность 2014 года? // Государственная власть и местное самоуправление. – 2010. – №10. – С. 16.
2. <http://www.premier.gov.ru> – официальный сайт Председателя Правительства Российской Федерации.
3. Чигасова П.А. «Электронное правительство»: сравнительно-политологический анализ концептуальных подходов и опыта реализации в США и России: 23.00.02: автореф. дис. ... канд. полит. наук : – М. – 2010. – С. 3.
4. United Nations. The World Public sector report 2003: E-government at the crossroads, 2003. – URL: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan012733.pdf>
5. Григорьев П.В. «Электронное правительство» в политико-административном управлении современной России: 23.00.02: дис. ... канд. полит. наук : – Ярославль. – 2009. – С. 29.
6. Шустова М.С. Электронное правительство: содержательная характеристика политической системы современной России: 23.00.02: дис. ... канд. полит. наук: - Ростов-на-Дону, 2011.- С. 120.
7. <http://www.gosuslugi.ru/> – Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)
8. <http://www.e-democratia.ru> – Единый портал электронной демократии Российской Федерации
9. Федеральный закон от 10.01.2002 № 1-ФЗ «Об электронной цифровой подписи» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2002. – № 2. – С. 127; Федеральный закон от 06.04.2011 № 63-ФЗ «Об электронной подписи» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2011. – № 15. – С. 2036.
10. Федеральный закон №210-ФЗ от 27.07.2010 «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2010. – №31. – С. 4179.
11. <http://kremlin.ru> – официальный сайт Президента Российской Федерации.
12. На пути к информационному обществу в России: организация госуслуг в электронной форме. // Под общ. ред. профессора В.В. Бакушева. М.: Издательская группа «Граница», 2011. С.91.
13. Мирзоева А.В. Универсальная электронная карта (обзор положений закона) // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2010. – №4. – С. 137.
14. <http://www.economy.gov.ru/> – официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации
15. <http://www.gosuslugi.ru/> – Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)
16. <http://i-russia.ru/> – официальный сайт Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России
17. <http://2012.forumspb.com> – официальный сайт Петербургского международного экономического форума 2012 года.

ОЦЕНКА И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТОРОВ КОМПЛЕКСОВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Богачёв К.А.

г.Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрена проблема обеспечения надежного информационного взаимодействия в системах «человек-машина». Предложен аппаратно-программный комплекс анализа и мониторинга физиологического состояния организма оператора, позволяющий выявить раннюю стадию зрительного и моторного утомления при зрительно-напряженной работе.

Assessing and improving the quality of information interaction between the operator complexes display. Bogachev K.A.

An overview of solution that provides a reliable "man-machine" information communication systems. We propose a hardware-software system analysis and monitoring of an operator's physiological condition which allows to detect an early stage of visual and motor fatigue caused by visual-intensive work.

С каждым годом увеличивается число различных технических комплексов отображения, а также значительно усложняются задачи, возложенные на операторов. Комплексы отображения оснащаются дисплеями различных типов, работающих на различных физических принципах. Качественные изменения средств отображения коснулись также и дисплеев индивидуального назначения - компьютерных мониторов. К настоящему моменту практически все ЭЛТ-мониторы заменены плоскими жидкокристаллическими матричными дисплеями. К тому же одновременно возросла напряженность работы, что привело к увеличению зрительного утомления.

Целью проведенных исследований являлось решение фундаментальной научной проблемы, имеющей важное прикладное значение, – исследование информационных процессов в динамике человеко-машинного взаимодействия для повышения эффективности, надежности и безопасности использования информационных технологий в автоматизированных системах, на основе оценки психофизиологического состояния различных категорий операторов в процессе взаимодействия с компьютерной системой, для комплексного информационного, технического и эргономического обеспечения данных систем, а также внедрение полученных результатов в практику управления человеко-машинными системами и процесс разработки технических средств визуального отображения информации.

Показано, что эргономическая безопасность визуальной работы оператора с электронными средствами отображения информации может быть обеспечена при комплексном подходе, с учетом оптимизации выходных параметров средства отображения с одной стороны, и ранней диагностикой утомления оператора с другой.

Решаемые научные проблемы:

- Повышение эффективности и надежности использования информационных технологий в автоматизированных системах.
- Обеспечение эргономической безопасности в системе «человек-машина» на основе междисциплинарного подхода к проблеме.
- Разработка методики и аппаратных средств экспресс-анализа психофизиологического состояния оператора ЭВМ на основе комплекса объективных показателей.
- Разработка методов анализа и обработки информации об эргономических параметрах электронных средств отображения информации.
- Анализ работы операторов компьютерной информационной системы с учетом их особенностей.
- Разработка рекомендаций по обеспечению эргономической безопасности электронных средств отображения информации.

В результате работы разработаны и апробированы методы настройки оптимальных параметров средств отображения информации и методы оценки утомления оператора с учетом их психологических особенностей.

Разработано следующее оборудование и методики:

1. Аппаратно-программный комплекс измерения эргономических параметров электронных средств отображения информации.
2. Методика настройки оптимальных параметров средств отображения.
3. Методики оценки утомления оператора.
4. Автономный комплекс устройств оценки физиологического состояния оператора и ранней диагностики утомления.
5. Инструкции по работе с комплексами контроля эргономических параметров электронных средств отображения и оценки состояния оператора.

Аппаратно-программный комплекс контроля светотехнических параметров средств отображения информации прошел успешную апробацию в рабочем процессе аккредитованной светотехнической лаборатории и использовался в экспертной оценке современной дисплейной техники.

Автономный комплекс устройств оценки физиологического состояния оператора прошел апробацию в учебном процессе нескольких образовательных центров Москвы и Севастополя, а также использовался в широкомасштабном эргономическом исследовании, проводимом ИЦ СОИ «ЭЛИТА» Московского института электроники и математики совместно с ВНИИ Гигиены детей и подростков, МНИИ Глазных болезней им. Гельмгольца РАМН, НИИ Глазных болезней РАМН им. Краснова. Результаты исследования получили мировое признание и опубликованы в российских и международных изданиях. Проект поддержан РФФИ.

Литература

1. Богачев К.А. Методы контроля состояния оператора ПЭВМ и повышения производительности труда. Тезисы докладов Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. М., МИЭМ, 2002г.
2. Bogachev K.A. Comparative Analysis Of Information Perception Quality For CRT And Active Matrix LCD. 12-th international symposium Advanced Display Technologies: Basic Studies of Problems in Information Display. SID Russia Chapter, Moscow, 2003.
3. Bogachev K.A., Litvak I.I. Investigation of the methods of estimating a visual fatigue when working with displays. 12-th international symposium Advanced Display Technologies: Basic Studies of Problems in Information Display. SID Russia Chapter, Moscow, 2003.
4. Богачев К.А. Сравнительный анализ качества восприятия информации на ЭЛТ дисплеях и дисплеях на базе активной матрицы. Тезисы конференции SID, 2003.
5. Богачев К.А. Исследование методов оценки зрительного утомления при работе за дисплеями. Тезисы докладов Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. Москва, МИЭМ, 2003г.
6. Богачев К.А. Эргономические особенности современных дисплеев. Тезисы докладов Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. Москва, МИЭМ, 2004г.
7. Богачев К.А. Особенности ЖК технологии в производстве матричных мониторов. Москва, Технологии Электромагнитной Совместимости №7, 2006г.
8. Богачев К.А. Жидкокристаллические мониторы: выбор, типы, настройка. Москва, Hard&Soft 39, 2007г.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Войно И.А.
Москва, МИЭМ

Рассмотрены основные составляющие и критерии устойчивого развития общества. Важнейшим условием обеспечения устойчивого развития является продовольственная безопасность. Выявлены основные характеристики современной концепции продовольственной безопасности, возможности и пути ее реализации в мировом и национальном масштабе.

Sustainable development of society and food safety. Voyno I.

The basic components and criteria of sustainable development of society are considered. The major condition of maintenance of sustainable development is food safety. The basic characteristics of the modern concept of food safety, possibility and a way of its realisation in the world and national scale are revealed.

Устойчивое развитие общества в одинаковой степени направлено как на выживание человечества, так и на сохранение природы. Это означает, во-первых, возможность постоянно поддерживаемого сбалансированного развития, при котором наши потомки имели бы не меньше возможностей по сравнению с настоящим поколением по удовлетворению своих потребностей в природных ресурсах. А во-вторых, сохранение биосферы как естественной основы всей жизни на Земле, сохранение её устойчивости и естественной эволюции.

Современные экологические проблемы ставят под угрозу устойчивое развитие всего человечества. Во многих регионах мира экосистемам, продовольственным и природным ресурсам нанесен значительный ущерб с необратимыми биологическими последствиями.

Растущее экономическое неравенство и массовое явление бедности усиливают деградацию среды обитания, подрывают базисные основы единства общества, способствуя обострению экологических, социальных и международных проблем и конфликтов.

Важнейшим критерием устойчивого развития в мире является достижение стратегического баланса между деятельностью человека и поддержанием воспроизводящих возможностей биосферы, тогда деятельность человека не будет приводить к необратимым нарушениям в природе. Переход к устойчивому развитию требует кардинальных преобразований, в центре которых - экологизация всех основных видов деятельности человечества, самого человека, изменение его сознания и созидание нового «устойчивого общества» как сферы разума.

Устойчивое развитие базируется на таких основных составляющих, как безопасная природная и продовольственная экология, экономическое развитие страны без растущего неравенства и нищеты в обществе, ослабляющей международную безопасность, стабильность и жизненные ресурсы.

На устойчивое развитие государств и благополучие их жителей большое влияние оказывают природные, экологические, продовольственные, энергетические, технические, технологические, организационно-управленческие, социально-экономические, морально-этические и другие факторы.

Для обеспечения устойчивого развития, безусловно, необходимо внедрение экологических инноваций, под которыми понимаются новые продукты, новые технологии, новые способы организации производства, обеспечивающие охрану окружающей среды.

Развитие экологически ориентированного бизнеса позволяет не только снизить техногенное воздействие на окружающую природную среду, которое сегодня представляет серьезную угрозу для человечества, но и обеспечить безопасное существование людей.

Обеспечение национальной безопасности – основа эффективного и устойчивого развития общества. К основным категориям национальной безопасности относятся: экономическая, продовольственная, экологическая, энергетическая, биологическая, медицинская, генетическая, психологическая, интеллектуальная, техническая, технологическая, информационная, радиационная, химическая и другие.

Главным условием сохранения жизнеспособности как ныне живущих, так и будущих поколений является обеспечение, прежде всего, продовольственной безопасности.

Безопасность и качество продовольственного сырья и пищевых продуктов является одной из основных государственных задач, определяющих здоровье населения и сохранения его генофонда.

В 1996 году на Всемирной встрече на высшем уровне по проблемам продовольствия была принята Римская декларация по всемирной продовольственной безопасности. В указанной декларации продовольственная безопасность определена как – “состояние экономики, при котором населению страны в целом и каждому гражданину в отдельности гарантируется обеспечение доступа к продуктам питания, питьевой воде и другим пищевым продуктам в качестве, ассортименте и объемах необходимых и достаточных для физического и социального развития личности, обеспечения здоровья и расширенного воспроизводства населения страны”.¹

В узком смысле под продовольственной безопасностью подразумевают физическую и экономическую доступность пищи для каждого жителя нашей планеты с учетом функциональных особенностей и потребностей организма человека.

Под продовольственной безопасностью понимают также отсутствие риска для жизни и здоровья человека при употреблении тех или иных продуктов питания.

Состояние безопасности пищевой продукции свидетельствует об отсутствии опасных для жизни и вредных для здоровья человека веществ и соединений, а также микроорганизмов, вызывающих инфекционные заболевания и пищевые отравления у людей.

В определенной мере, термин «продовольственная безопасность» отражает многочисленные взаимосвязанные направления науки, образования, культуры, техники, биологии, экономики и в огромном количестве отраслей сельского хозяйства, пищевой, перерабатывающей и биотехнологической промышленности.

Продовольственная безопасность базируется на интеграции науки, образования, государственной поддержке, эффективном взаимосвязанном функционировании отраслей сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности, а также структур, распределяющих и реализующих пищевую продукцию. Уровень развития научно-исследовательской, учебно-методической базы и материально-техническое состояние сельскохозяйственных и промышленных отраслей оказывают большое влияние на продовольственную обеспеченность и безопасность страны, а также качество и уровень безвредности пищевой продукции для здоровья населения. Здоровье жителей каждого государства неразрывно связано с продовольственной сферой и безопасностью.

Продовольственная обеспеченность и безопасность определяют социально-экономическое развитие страны, научно-технический прогресс, благосостояние общества и здоровье населения. Ее основные критерии: адекватное питание, обеспеченность людей пищевым белком, незаменимыми аминокислотами, витаминами и минеральными веществами в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения.

Продовольственная безопасность подразумевает отсутствие голода, недоедания среди жителей, а также экономический и физический их доступ к продуктам питания с целью удовлетворения потребности организма в необходимых пищевых ингредиентах в соответствии с медицинскими нормами и экологическими условиями среды обитания. Термин «продовольственная безопасность» несет широкую смысловую нагрузку, которая отражает достаточную количественную обеспеченность жителей ежедневно необходимыми основными продуктами питания и биологически активными веществами. Недостаточную обеспеченность человека незаменимыми аминокислотами, витаминами, минеральными и другими веществами считают недопустимой в связи с большой опасностью для здоровья людей и передачей негативных наследственных признаков вследствие неадекватного питания потомству

¹ Римская декларация о всемирной продовольственной безопасности и План действий Всемирной встречи на высшем уровне по проблемам продовольствия (Рим, 13 ноября 1996 года)

Современная концепция продовольственной безопасности гласит: «Удовлетворение физиологических потребностей человека в безопасном, качественном адекватном питании в соответствии с медицинскими нормами, экологическими условиями, возрастом и состоянием здоровья»¹.

Для эффективной реализации данной концепции требуются:

количественное обеспечение населения страны отечественными продуктами питания в соответствии с нормами Всемирной организации здравоохранения (не менее 90% от общей потребности);

изменение отношения к проблемам продовольственной безопасности со стороны государственных органов и контролирующих организаций;

усиление защиты и охраны окружающей среды с целью предотвращения загрязнения продовольственных ресурсов;

более строгое соблюдение санитарно-гигиенических требований, технологических инструкций, рецептур, режимов обработки, хранения, транспортирования, реализации сырья и готовой продукции;

усиление государственного контроля в отношении безвредности продовольственных ресурсов с учетом вновь образующихся опасных соединений и экологических факторов;

достаточное финансовое обеспечение научно-исследовательских работ в области продовольственной безопасности;

Реализация концепции продовольственной безопасности требует увеличения объемов производства отечественного пищевого сырья, полуфабрикатов и готовой продукции с учетом возможности обеспечения адекватного питания для каждого жителя Российской Федерации. Продовольственная безопасность отражает обеспеченность населения основными продуктами питания отечественного производства, а также их распределение и реализацию внутри страны исходя из возрастных, социальных и профессиональных групп жителей и экологических условий. В Российской Федерации население неравномерно расселено и обеспечено пищевой продукцией в зависимости от особенностей республик, краев, областей, городского или сельского места жительства, что следует учитывать при выполнении международных требований и установленных рекомендаций Всемирной организацией здравоохранения ООН.

Продовольственная безопасность и безвредность — одни из главнейших критериев социально-экономического благополучия страны и ее жителей.

Продовольственная безопасность характеризует не только количественную обеспеченность населения пищевой продукцией, но и в определенной степени отражает разные критерии и категории качества и потенциальной опасности пищи для населения. Исходя из групповых признаков, категории опасности современной пищевой продукции различаются по степени вредоносности для человека, масштабности, частоте встречаемости, медицинской и биологической значимости.

К числу важнейших из них на фоне количественного продовольственного благополучия населения могут быть отнесены следующие категории опасности потребляемой пищи: экологическая, аграрная, химическая, радиационная, биологическая, генетическая, санитарно-гигиеническая, технологическая, техническая, этическая (нравственное состояние общества и отдельных лиц), медицинская, вирусная, бактериальная, грибковая, ветеринарная, промышленная, технологическая, транспортная, складская, реализационная, информационная (несоответствие свойств и состава), непредвиденные факторы, аварии и катастрофы.

Продовольственную безопасность характеризуют многочисленными критериями, категориями, уровнями и масштабами. В современных условиях ее масштабы отражаются на мировом, континентальном, национальном или государственном уровнях и в локальных пределах. Внутригосударственные масштабы продовольственной безопасности характеризуют состояние аграрных, перерабатывающих, машиностроительных, вспомогательных и других отраслей, распределение пищевой продукции в пределах административных образований, городских, сельских и трудно доступных регионов.

В процессе анализа и оценки состояния продовольственной безопасности разных уровней и масштабов используют определенные критерии и показатели с учетом возрастных и социальных групп населения, современных научных достижений и исследований в области питания, объемы производства и виды основной продукции. **Мировой масштаб продовольственной безопасности отражает** степень обеспеченности питанием всех жителей нашей планеты на основе объемов производства пищевой продукции странами мирового сообщества, ее распределения и потребления населением.

В настоящее время количество пищевой продукции, производимой в мировых масштабах, явно не удовлетворяет потребности всех жителей нашей планеты в ежедневно необходимых продуктах питания с учетом возраста, пола, профессиональной деятельности и экологических условий проживания.

¹ Кудряшова А.А. Экологическая, продовольственная и медицинская безопасность человечества (способы и средства оздоровления человечества, продовольственных ресурсов и среды обитания). – М.: Пищепромиздат, 2009 - с.317

В ряде регионов мира в течение многих лет наблюдается продовольственный кризис из-за неблагоприятных природных условий для ведения и развития сельского хозяйства, стихийных бедствий, а также резкого ухудшения экологической ситуации, связанного с антропогенной деятельностью.

В настоящее время более половины жителей мировой популяции ощущают острый дефицит пищевого белка в рационе питания, а более 70% из них подвержены «скрытому голоду» из-за недостаточной обеспеченности организма незаменимыми биологически активными веществами, которые человек не способен синтезировать. Даже в индустриально развитых странах продовольственная безопасность населения не в полной мере обеспечена, что порождает голод, недоедание, несбалансированное и неадекватное питание.

В мире сложилась в определенной степени парадоксальная ситуация: в настоящее время производится достаточно пищи для каждого жителя планеты, и в то же время, число постоянно голодающих людей приближается к 1 млрд. С другой стороны, избыточное питание, регулярное переедание среди обеспеченных слоев населения в развитых странах является причиной многих серьезных заболеваний. Отсюда и различия в подходах к данной проблеме. В промышленно развитых странах, в условиях избытка продуктов питания, наиболее актуальной проблемой общества становится проблема качества и безопасности пищи; в отсталых странах, в условиях недостатка продуктов питания, жизненно важным вопросом остается вопрос обеспечения потребления минимального уровня продуктов питания.

Страны мира значительно различаются по пищевым ресурсам, степени продовольственной обеспеченности и безопасности, что серьезно отражается на здоровье, благосостоянии жителей и сохранении государственной независимости. Не все страны мира обладают достаточными земельными площадями, водными ресурсами и материально-техническими средствами для обеспечения продовольственной безопасности населения. К **продовольственно независимым** можно отнести страны, полностью обеспечивающие жителей основной пищевой продукцией собственного производства с учетом текущего потребления и создания определенного резерва на непредвиденные цели и обстоятельства. **Относительно зависимыми в отношении продовольственной безопасности** считают страны, которые производят максимальное количество собственной пищевой продукции, а небольшие объемы импортируют для обеспечения сбалансированного питания населения. **Продовольственно зависимые страны** не способны самостоятельно производить достаточное количество основной пищевой продукции для жителей в соответствии с медицинскими рекомендациями, нормами и требованиями по обеспечению адекватного питания населения.

В современных условиях лишь некоторые индустриально развитые страны мира производят значительно большее количество пищевой продукции, чем ее требуется проживающему населению. Например, в Канаде, Новой Зеландии, США, Франции и некоторых других странах производство собственного продовольствия значительно превышает потребности жителей в соответствии с медицинскими нормами и рекомендациями.

В Германии, Италии, Испании и многих других развитых странах мира производят не менее 80—90% отечественной пищевой продукции. В то время как в РФ доля импортируемых продуктов питания значительно превышает предельные пороговые значения, определяющие уровень продовольственной независимости и безопасности страны. Эта ситуация чрезвычайно опасна для населения и экономически невыгодна для государства.

Для обеспечения продовольственной безопасности в ряде стран мира интенсивно развивают собственную продовольственную сферу и проводят политику жестких ограничений на ввоз пищевых ресурсов из других стран, что имеет огромное значение для профилактики пищевых заболеваний, и создания определенного безопасного резерва продуктов питания.

Обеспечение продовольственной безопасности зависит от количества земельных ресурсов, агрохимических и агротехнических технологий и средств, экологических условий среды обитания, экономического состояния страны, а также от уровня развития отраслей, добывающих и перерабатывающих сырье. Состояние и прогресс продовольственной сферы оказывают большое влияние на социально-экономическое развитие, благосостояние, жизнедеятельность, здоровье мировой популяции и отдельных государств.

Современными критериями продовольственного благополучия населения служат отсутствие голода, хронического недоедания, а также обеспечение организма человека незаменимыми пищевыми веществами в соответствии с рекомендациями и нормами ВОЗ.

Продовольственная безопасность отражает не только количественные и физиологические характеристики питания, но и экологические, сельскохозяйственные, промышленные, экономические, генетические, биологические, микробные, медицинские и многие другие аспекты.

Национальная продовольственная безопасность базируется, в основном, на создании благоприятных условий для эффективного и гармоничного развития отраслей сельскохозяйственной, технической, технологической, распределительной сфер, а также научных достижений и совершенствовании образовательных и контролирующих учреждений. Составляющие ее компоненты тесно взаимосвязаны и носят комплексный многоплановый характер.

В Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года указано, что «одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности в среднесрочной перспективе определяется

продовольственная безопасность и гарантированное снабжение населения высококачественными и доступными лекарственными препаратами (п.49).

Продовольственная безопасность обеспечивается за счет развития биотехнологий и импортозамещения по основным продуктам питания, а также путем предотвращения истощения земельных ресурсов и сокращения сельскохозяйственных земель и пахотных угодий, захвата национального зернового рынка иностранными компаниями, бесконтрольного распространения пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных растений с использованием генетически модифицированных микроорганизмов и микроорганизмов, имеющих генетически модифицированные аналоги» (п.50)

Опыт лидирующих стран показывает, что продовольственная сфера нуждается в четкой законодательной базе, строгом государственном регулировании и контроле для сокращения валютных расходов, обеспечения гарантии безвредности пищевой продукции и национальной безопасности государства.

Социальная поддержка населения должна включать широкий перечень мероприятий, направленных на улучшение качества жизни и питания, а также защиту среды обитания. Важное значение имеют разработки и внедрение программ по обучению населения научным основам питания, здоровья и экологии. Особо актуальное значение сегодня приобретают знания о предупреждении микробиальных заболеваний и профилактики попадания токсичных и радиоактивных веществ в организм человека и пищевую продукцию. К сожалению, основная масса населения России остается все еще недостаточно информированной в этих жизненно важных вопросах. В систему социальной защиты должны включаться многочисленные направления, отражающие реальные доходы населения, состояние здоровья, обеспеченность доброкачественным адекватным питанием.

Обеспечение продовольственной безопасности на национальном уровне базируется на координации и долгосрочном планировании многоотраслевой структуры, включающей финансирование, экономический анализ, управление, материально-техническое, информационное, научное и кадровое обеспечение, а также распределение сырья и сбыт готовой продукции.

В современных условиях в процессе развития человечества требуется использовать значительно большее число показателей, характеризующих экономику и уровень благополучия стран и их жителей. Известные в мировой практике критерии не в полной мере отражают жизненные и экологические условия, соотношение минимальных и максимальных доходов населения, здоровье людей, степень развития социальных, продовольственных, бытовых, медицинских и других услуг и направлений.

В неблагоприятных экологических и экономических условиях не всегда уделяют должное внимание контролю качества и обеспечению гарантии безвредности пищевого сырья и продуктов его переработки. На российский продовольственный рынок часто поступает неконтролируемая, недоброкачественная и фальсифицированная продукция. Отечественная продовольственная сфера пока еще не обеспечивает потребностей всего населения в собственных продуктах питания, что отражается на национальной безопасности и здоровье жителей. Аспектам питания не всегда уделяется должное внимание, тогда как они имеют чрезвычайно важное значение для обеспечения общей национальной безопасности России. Состояние продовольственной сферы, качество, полноценность и степень безвредности для населения пищевой продукции являются базисными для всей экономики, устойчивого развития страны, ее безопасности и независимости.

Литература

1. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции. – М.: ДеЛи, 2007.
2. Земцова Л.В. Экологические инновации и устойчивое развитие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pozdnyakov.tut.su/Seminar/a0102/a024.htm>
3. Корбуг А.В. Продовольственная безопасность населения России: состояние, тенденции, проблемы. // Аналитический вестник Совета Федерации ФС РФ, 2002. №26 (180).
4. Кудряшова А.А. Экологическая, продовольственная и медицинская безопасность человечества (способы и средства оздоровления человечества, продовольственных ресурсов и среды обитания). – М.: Пищепромиздат, 2009 - 472 с.
5. Кузнецов О.Л. Есть ли будущее у человечества? Проблема устойчивого развития. // ж. «Барьер безопасности» №7-8, 2002, с.4-7
6. Платонов Ю.Н. Экологическая компонента национальной безопасности России // "Журнал российского права", 2011, N 8.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЛОГИСТИКЕ

Гродзенский Я.С.
Москва, МИРЭА

Исследуется эффективность применения статистических методов в решении логистических задач.

Statistical methods in logistics. Grodzenskiy Y.

The effectiveness of the use of statistical methods in decision of logistics tasks is researched.

Применение математических методов в экономике давно стало важнейшим направлением в развитии экономической теории и коммерческой деятельности. Основоположником математических методов в организации производства признается академик, нобелевский лауреат Л.В. Канторович [1]. В последние годы появилось большое число работ, посвященных математическому направлению в логистике [например, 2-4], включающему несколько разделов математики: математический анализ, теорию вероятностей, математическую статистику, теорию массового обслуживания, математическое (линейное) программирование и др.

Случайные отклонения сопутствуют любому процессу, в том числе логистическим процессам в рыночной экономике. На практике на процессы влияет большое число факторов и проследить причинно-следственные связи между ними не представляется возможным. Элементы неопределенности присущи случайным явлениям и процессам в логистике, а поэтому требуются вероятностные методы для их исследования, изучения и управления. Так, в частности, имеют место следующие случайные величины: спрос (платежеспособность), объем реализации (объем продаж), длительность (период реализации), выручка от реализации продукции, издержки, время погрузки-выгрузки транспортных средств, время доставки (перемещения продукции), уровень использования грузоподъемности и грузоместимости транспортных средств, время обслуживания покупателей (потребителей), товарооборот торгового предприятия, поток потребителей (поток заявок на обслуживание), время занятости средств обслуживания, движение товарного запаса, объем партии отгрузки реализуемой продукции и многие другие.

В логистике наиболее распространенными являются следующие законы распределения вероятностей: нормальное, экспоненциальное, биномиальное, Пуассона. Экспоненциальный закон описывает временные параметры случайных логистических процессов, например, время обслуживания покупателей, время погрузки-выгрузки транспортных средств, время, затрачиваемое на выполнение прочих логистических операций, интервал между заявками, приходящими на обслуживание.

Этот закон описывает распределение номенклатуры продукции в зависимости от частоты её использования в производственно-коммерческой деятельности на группы *A*, *B* и *C*. Иными словами, при *ABC* – анализе структуры логистических процессов, получаемые характеристики в стоимостном или натуральном выражении подчинены экспоненциальному распределению.

С помощью формулы Пуассона в логистике моделируют случайный процесс поступления заявок на обслуживание, и определяют вероятность поступления автомашин на базу, например, в течение одного часа.

В общем случае ряд логистических процессов (продажи, отгрузка продукции, движение запасов, оказание услуг при поставках продукции, расходование материальных ресурсов) описывается нормальным законом распределения. Это позволяет определять величину товарного запаса по известному «правилу трех сигм» [5].

Методы математической статистики позволяют выявлять характер действия факторов – причин на следствия и позволяют предвидеть течение и развитие логистических процессов. По критериям математической статистики проводится оценка согласия фактических характеристик с теоретическими, определяются эмпирические зависимости, оценивается теснота связи между изучаемыми величинами. В логистике наиболее часто применяется корреляционно-регрессионный анализ, с помощью которого выявляются качественные и количественные влияния различных факторов на показатели логистической деятельности, например, связь товарооборота и издержек.

В докладе приводятся рекомендации по применению в логистике «семи инструментов качества». На основе принципа Парето (*ABC*-анализа), предполагающий разделение объектов на три классификационные группы: *A*, *B*, *C*. Идея состоит в том, чтобы сконцентрировать внимание и ресурсы на той небольшой группе объектов, которая дает основной результат.

Всю номенклатуру закупаемых материально-технических ресурсов располагают в порядке убывания общей суммы закупок (как правило, за год). При этом к группе *A* относят все наименования продукции начиная с первого, общая стоимость закупок по которым составила 75-80% суммарной стоимости годового объема закупок. В группу *B* включают позиции, общая сумма закупок по которым составляет 10-15% от общей суммы, соответственно в группу *C* — номенклатурные позиции, закупки по которым составляют 5-10% от общей суммы годовых закупок.

ABC-анализ в системе снабжения можно использовать для определения подходов к планированию потребности в материально-технических ресурсах, выбору поставщиков, управлению запасами. При выборе

решений по организации управления запасами рекомендуется объединять методологию ABC-анализа с методологией XYZ-анализа.

XYZ-анализ предполагает классификацию номенклатуры по среднему статистическому отклонению значения от средней скорости расхода со склада. Так, если потребление по какой-то номенклатуре в течение одного месяца составляет 100 единиц, а в следующем – 10 единиц (то есть является неравномерным), то эта продукция попадет в группу X. Если же, наоборот, по данной номенклатуре потребление из месяца в месяц составляет 100 единиц, то она попадет в группу Z, то есть будет отнесена к номенклатуре с равномерным потреблением. Y – промежуточный вариант.

По мнению автора перспективно для решения логистических задач применение распределения Вейбулла – более гибкой модели, широко используемой в задачах статистического управления качеством.

Литература

1. *Канторович Л.В.* Математические методы организации и планирования производства. Л.: Изд-во ЛГУ, 1939. – 68 с.
2. *Ланкастер К.* Математическая экономика / Пер. с англ. М.: Советское радио, 1972. – 464 с.
3. *Модели и методы теории логистики* / под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2008. – 448 с.
4. *Основы логистики* / под ред. В.В. Щербакова. – СПб.: Питер, 2009. – 432 с.
5. *Гродзенский С.Я.* Статистические методы контроля и управления качеством: Учебное пособие. 2-е изд. М.: МИРЭА, 2011. – 140 с.

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

Дианов В. Н., Гевондян Т.А.

Москва, Московский государственный индустриальный университет

На основе обнаруженных новых свойств пассивных элементов радиоэлектронной аппаратуры рассмотрены вопросы повышения надежности технических объектов с использованием датчиков сбоев. Приведен пример системы защиты транспортных средств повышенной надежности. Указаны особенности построения перспективных датчиков сбоев.

Increased Reliability Security Systems Of Vehicles. Dianov V., Gevondian T.

Examines the issues of transition from trouble-free equipment to no failures taking into account the active diagnostics for the detection and registration of failures in the equipment. Used set of informative signs of detection and registration of the sources of failures. On the basis of detected new properties of the passive elements of radio and electronic equipment proposed a new concept of reliability - «no failures».

Ключевой проблемой кардинального повышения надежности при разработке аппаратуры с большим числом потенциальных источников сбоев (многоконтактные соединители, контактирующие устройства БИС и СБИС, печатные проводники, линии связи – интерфейсные шины, шины электропитания и заземления и т.д.) является диагностика сбоев, тесно связанная с обнаружением и регистрацией источников сбоев в аппаратуре.

Принципиальная особенность предложенной концепции резкого повышения надежности аппаратуры за счет исключения воздействия на нее сбоев состоит в том, что, в отличие от всех ранее используемых подходов к решению данной проблемы, обнаруживаются и регистрируются не места сбоев, а источники сбоев [1].

В зависимости от принципов формирования и получения информативных признаков, совокупностью которых оценивается сбойное состояние элементов аппаратуры, предложены различные методы обнаружения и регистрации источников сбоев, имеющие значительный отечественный приоритет. В качестве примера использования методов обнаружения и регистрации источников сбоев для повышения надежности рассматривается система безопасности транспортных средств (ТС) с использованием радиоэлектронной аппаратуры для защиты от несанкционированного использования [2].

Одной из проблем современных систем безопасности ТС является то, что они не рассчитаны на диагностику салонных датчиков. Если салонный датчик стал неисправным, либо на питающей линии образовалась помеха, то при срабатывании датчик не способен проинформировать блок сигнализации о несанкционированных действиях, вызвавших активацию режима «тревоги».

Технический результат заключается в повышении точности диагностирования, который достигается за счет того, что в процессе эксплуатации электронного оборудования обнаруживаются и регистрируются как распределенные, так и локальные источники сбоев в аппаратуре (сигнальные шины, шины заземления и электропитания, соединители или разъемы – клеммные колодки, а также сам микроволновый датчик объема).

Эффект повышения надежности достигается вследствие включения в аппаратуру контактных и бесконтактных датчиков сбоев, а также добавлением алгоритмов обработки электрических сигналов с указанных датчиков. При этом в качестве информативных параметров используются изменения амплитудно-

частотных характеристик сигнала, его повышенное электромагнитное излучение, появление эффекта дифференцирования и интегрирования [3].

Ранее известное устройство для сигнализации неисправности контролируемого объекта, в котором результат достигался за счет введения в каждом канале модуля автоматического контроля исправности датчика, решало задачу за счет усложнения схемы датчика [4]. Такой подход, на наш взгляд, не является оптимальным. Недостатком такого устройства является его функциональная ограниченность вследствие невозможности учета скрытых дефектов из-за вибраций, температурных воздействий, электромагнитных помех и других причин.

Другим, более эффективным средством, является система защиты транспортных средств от угона с помощью иммобилайзера, оснащенного интеллектуальными средствами, в частности биометрической системой идентификации [5]. Существенным недостатком данного устройства является его функциональная ограниченность, возникающая из-за невозможности обнаружения и регистрации кратковременных выходов рабочих параметров за пределы поля допуска в широком диапазоне частот.

Задачей, решаемой рассматриваемой системой, является расширение функциональных возможностей по обнаружению скрытых дефектов, проявляемых в виде сбоев элементов и узлов за счет введения контактных и бесконтактных датчиков сбоев и использования новых информативных признаков сбоев с соответствующей алгоритмической обработкой информации (сигналов) с датчиков.

Система содержит блок биометрической идентификации, контрольный блок, реле дистанционной блокировки, радиочастотный считыватель, транспондер, кнопку VALET, индикатор, концевой выключатель педали тормоза, концевой выключатель двери водителя.

Система также содержит два контактных датчика сбоев (КДС), установленных, в частном случае, в начале и в конце линии связи контрольного блока с первым блоком схемы. В общем случае количество датчиков должно зависеть от конкретной линии связи.

В состав блока биометрической идентификации входят также сканер, блок регистрации изображений, блок хранения образцов, блок сравнения, блок регистрации образцов и блок управления. Бесконтактные датчики сбоев (БДС) установлены в непосредственной близости от диагностируемых элементов или узлов. Количество БДС выбирается с учетом их чувствительности, протяженности линии связи и, в общем случае, может быть большим. КДС устанавливаются, например, с помощью клипс. КДС и БДС могут иметь индикацию с выходом на контрольный блок. Аналогично линии и узлы связи блоков схемы могут иметь КДС и БДС, а также другие линии и узлы связи (например, радиосчитыватель с контрольным блоком).

Если происходит одновременное срабатывание БДС на различных линиях связи при не срабатывании КДС, то это свидетельствует об источнике сбоев в виде внешней электромагнитной помехи. Одновременное срабатывание КДС и БДС свидетельствует о внутренней электромагнитной помехе. Идеология включения БДС, а также алгоритм их функционирования в аппаратуре, аналогичны с таковыми для КДС. Основным отличием является величина фиксируемого сигнала, которая зависит от расстояния до источника сбоев.

Большой интерес представляет проблема исследования природы и устранения дефектов компонентов устройств, в которых возникают сбои. Именно особенности дефектно-примесной структуры материалов определяют причины появления предвестников отказов и сбойных состояний устройств. Технологическая обработка материалов, неизбежная в процессе изготовления любого структурного элемента, может приводить к такому изменению физико-химических свойств первоначального носителя какого-либо качества, которое весьма сложно контролируемо и диагностируемо. Особый интерес, на наш взгляд, вызывает изменение свойств слабомагнитных материалов (например, меди, кремния, бинарных полупроводниковых соединений), из которых изготавливаются составные компоненты многих технических устройств. Переход к микро- и макрокластерам диамагнитных материалов, широко применяемых в современной радиоэлектронике, сопровождается изменением магнитных свойств объектов в сторону возрастания парамагнетизма и появлению несвойственных для исходного материала магнитоупорядоченных состояний. Искажение дефектно-примесной структуры материалов может привести к изменению электрических параметров (резистивности, электроемкости, индуктивности) и возникновению внутренних причин появления сбойных состояний [6]. Особенно актуальными, на наш взгляд, представляются вопросы построения датчиков сбоев с использованием нанотехнологий.

Особенности проявления обнаруженных сильномагнитных включений в слабомагнитных материалах позволяют осознать важность применения материалов высокой и сверхвысокой чистоты при изготовлении аппаратуры [7]. Таким образом возможна реализация снижения вероятности возникновения предсбойных и сбойных состояний и повышения качества и надежности устройств любого назначения.

Литература

Дианов В.Н., Северцев Н.А., Евтушенко Ю.Г. Свойство пассивных элементов радиоэлектронной аппаратуры увеличивать количество считываемой информации о системе под воздействием электрических колебаний. Открытие в области теории надежности, теории безопасности (диплом № 47 – S). Решение Президиума Российской академии естественных наук от 23 декабря 2011 г

Дианов В.Н., Гевондян Т.А., Люминарская Е.С., Белоусов И.М., Баядин М.В. Устройство обнаружения источников сбоев в системе защиты транспортных средств. Патент РФ на полезную модель № 114919, 2012. Бюл.№11.

Дианов В.Н. Интегро-дифференциальная кодо-импульсная модуляция в задачах диагностики скрытых дефектов сложных объектов. International Scientific – Practical conference “Innovative information technologies”, Prague – 2012. April 23 – 27, pp.403 – 405

Патент РФ №2278414. МПК G08 B 23/00 от 20.06.2006.

Патент РФ №2325290. МПК B60 R 25/00 от 27.05.2008.

Гевондян Т.А., Дианов В.Н. Перспективные направления повышения надежности систем управления. 7 НТК РАРАН “Проблемы развития боеприпасов, средств поражения и систем управления”. Пенза, сентябрь 2010, с.132 – 136.

Гевондян Т.А. Электронный парамагнитный резонанс сильномагнитных включений из кремния. Труды международного симпозиума “Надежность и качество”. Пенза, 2010, том 2, с.80 -82.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ, РАЗВЕРТЫВАНИЯ И КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ СЕТИ

**Дородников Н.А., * Филиппова Ю.Г. , Дородникова И.М.
Волгоград, Волгоградский государственный технический университет,
Санкт-Петербург, НИУ ИТМО

Разработана система планирования, развертывания и комплексной защиты локальной закрытой сети для организации грамотной архитектуры сети и настроенных серверов на примере сети кафедры.

Development of the system of planning, expansion and complex protection of the network. Dorodnikov N. , Filippova Y., Dorodnikova I.

The system of planning, expansion and complex protection of the local closed network is developed for the organization of competent architecture of a network and the adjusted servers on an example of a network of chair.

Грамотность современных системных администраторов оставляет желать лучшего, а высококвалифицированные кадры обходятся компании недешево. В небольших организациях вовсе отсутствует возможность держать штат сотрудников для администрирования внутренней сети. Основные ограничения при первом планировании сети и «узкие» места появляются благодаря человеческому фактору. Сбои в работе сети в компании зачастую ведут к крупным материальным убыткам и потере важной информации. Назрела необходимость создания простого и интуитивно понятного продукта для развертывания небольшой сети для организации, который будет обладать гибкостью и масштабируемостью системы, удобным в настройке серверов и фаервола.

Целью настоящей работы являлась разработка системы планирования, развертывания и комплексной защиты локальной закрытой сети для организации грамотной архитектуры сети и настроенных серверов на примере сети кафедры.

Характеристики системы:

11. масштабируемость, гибкость (несколько офисов (аудиторий, корпусов), соединенных через VPN/VLAN);
12. разграничение доступа (различные варианты аутентификации, права доступа к ресурсам);
13. полуавтоматический режим (генерация скриптов и конфигурационных файлов, рекомендации);
14. поддержка группы серверов для реализации стандартных сервисов на основе технологии кластеризации;
15. возможны различные виды организаций клиентских машин (например, компьютеры сотрудников и дисплейные классы);
16. реализация правил iptables (для linux-серверов) по закрытию неиспользуемых портов и переносу используемых (по возможности).

Обеспечение безопасности корпоративных систем предполагает организацию противодействия любому несанкционированному вторжению в процесс функционирования корпоративных систем, а также попыткам модификации, хищения, вывода из строя или разрушения ее компонентов, то есть защиту всех компонентов корпоративных систем - аппаратных средств, программного обеспечения, данных и персонала.

Принцип системного подхода к построению системы защиты позволяет заложить комплекс мероприятий по парированию угроз безопасности информации уже на стадии проектирования сети, обеспечив оптимальное сочетание организационных и программных мер безопасности информации. Подобная система должна строиться с учетом возможного изменения конфигурации сети, меняющегося числа пользователей и

степени конфиденциальности и ценности информации. При этом введение каждого нового элемента сети или изменение действующих условий не должны снижать доступный уровень защищенной сети в целом.

Предусмотрены три типа атак:

▲ Разведка - атаки включают ping sweeps, передачу DNS-зоны, разведку с помощью e-mail, сканирование TCP или UDP-портов и возможный анализ общественно доступных серверов с целью нахождения cgi-дыр.

▲ Так называемый «Exploit» - нарушители будут использовать преимущества скрытых возможностей или ошибок для получения несанкционированного доступа к системе.

▲ Атаки типа "отказ в обслуживании" (Denial of Service, DoS) Когда нарушитель пытается разрушить сервис (или компьютер), перегрузить сеть, перегрузить центральный процессор или переполнить диск. Нарушитель не пытается получить информацию, а просто действует как вандал, стараясь вывести сервер из строя.

Характеристики возможных вторжений:

Физическое вторжение. Если нарушитель имеет физический доступ к компьютеру (т.е. может использовать клавиатуру или часть системы). Методы могут быть различными - от специальных привилегий, которые имеет консоль, до возможности использования части системы и снятия винчестера (и чтения/записи его на другой машине).

Системное вторжение. Этот тип хакерской деятельности предполагает, что нарушитель уже имеет учетную запись в системе как пользователь с невысокими привилегиями. Если в системе не установлены самые последние патчи защиты, у нарушителя есть хороший шанс попытаться совершить известную атаку для получения дополнительных административных привилегий.

Удаленное вторжение. Этот тип хакерской деятельности подразумевает, что нарушитель пытается проникнуть в систему через сеть с удаленной машины. Нарушитель тратит гораздо больше времени и усилий, если между ним или ей и выбранной машиной установлен МСЭ.

Возможные виды атак предусмотренные в системе на примере кафедры университета:

▲ Хищение лицензий на ПО.

▲ Дестабилизация административного аппарата организации.

▲ Атака на систему учета успеваемости и деканата.

▲ На доступность ресурсов сети.

Для принятия мер по обеспечению безопасности развернута сетевая система обнаружения вторжений, которая позволила протоколировать подозрительную сетевую активность и оперативно реагировать на подобные инциденты. Разработана парольная политика, включающая в себя требования по стойкости паролей, правила хранения и периодической замены ключевых фраз. Введен запрет на использование единого пароля для администрирования всех ресурсов информационной системы. К паролям административных учетных записей предъявляются особые требования по стойкости.

Система предлагает во время работы различные варианты по аутентификации и управлению ресурсами пользователей.

Определение правил доступа для клиент-серверных приложений реализуется следующим образом. Доступ к клиент-серверным приложениям определяется при помощи комплекса организационных мер и встроенных механизмов СУБД Oracle.

Проверка доступа пользователя к веб-ресурсам осуществляется на нескольких этапах:

1. На этапе аутентификации производится проверка наличия у пользователя роли, необходимой для использования веб-ресурсов.

2. На каждом этапе работы с веб- ресурсами производится проверка наличия у пользователя роли для доступа к его элементам.

Задача системы включает в себя решение следующих подзадач:

◦ Генерация подходящей схемы с архитектурой сети, подходящим аппаратным и программным обеспечением.

◦ Генерация настроек серверных сервисов (на примере Debian linux).

◦ Обеспечение взаимодействия пользователей и программы поддержки клиент-серверных приложений.

◦ Размещение инструкций и сопроводительной документации для различных вариантов решений задач сети.

Программа включает в себя конфигурационные файлы для гипервизоров популярных систем виртуальных машин, для серверов DHCP, DNS, FTP, SAMBA. Все серверные настройки генерируются в соответствии с правилами, стандартными для Debian linux. Для других операционных систем возможно понадобятся незначительные изменения. Также, ведется разграничение доступа между виртуальными машинами в гипервизоре.

В рамках нашей системы задача обеспечения взаимодействия пользователей и программы поддержки решается посредством интеграции специальной системы подсказок. При этом подсказки являются

уникальными в каждом отдельном взятом случае. Удобный интерфейс предполагает быстрый способ подготовки и коррекции настройки серверов и фаерволов.

Доступ к сопроводительной документации и инструкциям для приложений обеспечивается в соответствии с теми же правилами, что и для самих приложений. Для решения этой задачи подсистема документирования приложений интегрирована в систему и наследует ролевую модель доступа к приложениям.

Интерфейс программы разработан на Qt (для кроссплатформенности) и в перспективе планируется разработка WEB-интерфейса и решений для управления «облачными» системами. Также рассматривается вопрос о коммерциализации проекта.

Дальнейшие работы над средой предоставления приложений направлены на интеграцию различных гетерогенных сервисов, размещенных вне системы управления и построение программных решений для дальнейшей оптимизации и повышения эффективности бизнес-процессов.

АНАЛИЗ РЫНОЧНЫХ ФАКТОРОВ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОХОДНОСТИ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ РОССИЙСКОГО РЫНКА

Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрена задача анализа рыночных факторов финансовой системы в задачах прогнозирования доходности финансовых инструментов российского рынка. Проведено ранжирование рыночных факторов в регрессионных моделях прогнозирования доходности финансовых инструментов.

Analysis of market factors problems in prediction of return of financial instruments on the russian market. Uvaysov S. U., Zhuravleva J.N., Paliy S. P.

A problem of analysis of financial system market factors in the context of forecasting returns of financial instruments on the Russian market is reviewed. A ranking of market factors in the regression models predicting profitability of financial instruments is conducted.

Прогнозирование финансовой доходности является одним из наиболее важных этапов при принятии решения о покупке (продаже) финансовых инструментов. Определение наиболее значимых факторов, влияющих на доходность, является актуальной задачей.

В качестве исходных данных для построения математических моделей доходности были рассмотрены 38 показателей финансовой системы, описывающие российский рынок акций, российский денежный рынок, российский рынок облигаций, международный рынок ценных бумаг. Проведена классификация показателей с точки зрения влияния различных видов рыночного риска, в результате которой получены 1 валютный показатель, 9 товарных показателей, 23 фондовых показателей, 5 процентных показателей.

В общем виде модель прогнозирования доходности финансового инструмента имеет вид уравнения линейной множественной регрессии:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k, \quad (1)$$

где Y – зависимая переменная, в качестве которой принята доходность финансового инструмента;

x_1, \dots, x_k – независимые переменные, представляющие собой показатели финансовой системы;

β_1, \dots, β_k – параметры (коэффициенты) модели (1).

Для исследования в качестве экспериментальных данных были взяты 10 финансовых инструментов, выбранных случайным образом из так называемых «голубых фишек». Термин «голубые фишки» обозначает акции наиболее крупных, ликвидных и надежных компаний со стабильными показателями получаемых доходов и выплачиваемых дивидендов. Для расчетов были использованы доходности акций за период с 12 сентября 2006 г. по 14 сентября 2011 г. (1240 наблюдений).

Для нахождения оценок коэффициентов уравнения (1) провели n наблюдений для построения уравнений прогнозов доходности m финансовых инструментов. Уравнение регрессии для каждого наблюдения t и каждого финансового инструмента j имеет следующий вид:

$$y_t^j = \beta_0^j + \sum_{i=1}^k \beta_i^j x_{ti} + \varepsilon_t^j, t = \overline{1, \dots, n}, j = \overline{1, \dots, m}, \quad (2)$$

где x_{tp} – значение регрессора x_p в наблюдении t , $t = \overline{1, \dots, n}$,

n – количество наблюдений, m – количество финансовых инструментов.

Включение независимых переменных в ЛМР (2) проведено при помощи алгоритма пошагового включения переменных. Модели ЛМР (2) для каждого финансового инструмента прошли проверку качества при помощи коэффициента детерминации R^2 . Результатом моделирования на 15 сентября 2011 г. стали 10 уравнений вида (2), позволяющие рассчитать прогнозы доходности (таблица 1).

Таблица 1

Описание уравнений доходности финансовых инструментов

Финансовый инструмент	Количество переменных в группе показателей				Коэффициент детерминации R^2
	Валютные показатели	Товарные показатели	Фондовые показатели	Процентные показатели	
«Газпром»	0	4	17	1	68,00%
«Лукойл»	1	5	19	2	70,00%
«Ростелеком»	1	5	18	3	71,00%
«СНГ»	1	5	15	2	67,50%
«Сбербанк»	1	6	13	0	67,00%
«Роснефть»	1	3	16	2	68,50%
«Новатек»	0	5	13	0	69,50%
«полюс»	0	6	14	3	69,00%
«МТС»	1	7	16	1	70,50%
«НЛМК»	1	7	17	1	71,50%

В уравнениях множественной регрессии (таб. 1) нормированные (стандартизированные) коэффициенты регрессии использовались для сравнения влияния факторов на зависимые переменные [1] и определения ранга независимых переменных (таб.2).

Таблица 2

Ранжированные коэффициенты по уровню значимости уравнений доходности финансовых инструментов

	«Газпром»	«Лукойл»	«Ростелеком»	«СНГ»	«Сбербанк»	«Роснефть»	«Новатек»	«Полюс»	«МТС»	«НЛМК»	Кол-во	сумма	ср-ранг	место
X1	0	32	30	29	27	27	0	0	29	38	7	212	30,29	2
X2	34	38	0	31	17	34	33	0	15	37	8	239	29,88	3
X3	38	37	38	34	38	37	38	35	38	36	10	369	36,90	1
X4	21	35	0	35	0	38	0	0	18	0	5	147	29,40	4
X5	36	12	34	15	0	16	31	0	37	35	8	216	27,00	14
X6	23	15	19	19	0	20	0	20	24	34	8	174	21,75	35
X7	37	33	20	27	23	22	0	0	35	33	8	230	28,75	6
X8	25	16	31	24	35	26	0	0	0	0	6	157	26,17	20
X9	0	19	29	0	0	0	36	36	17	0	5	137	27,40	10
X10	0	0	0	20	18	15	34	17	0	32	6	136	22,67	33
X11	0	14	12	0	37	35	22	18	0	31	7	169	24,14	27
X12	19	36	0	36	21	36	20	37	15	30	9	250	27,78	8
X13	33	0	32	0	20	23	0	30	34	29	7	201	28,71	7
X14	20	23	15	0	29	17	23	15	27	0	8	169	21,13	36
X15	0	34	33	0	0	0	21	0	22	28	5	138	27,60	9
X16	0	0	22	33	26	32	26	0	21	27	7	187	26,71	15
X17	30	0	28	0	0	24	29	23	31	26	7	191	27,29	11
X18	0	30	36	30	0	14	0	0	0	25	5	135	27,00	12
X19	35	29	0	0	22	31	0	29	0	0	5	146	29,20	5
X20	22	25	14	0	28	33	0	31	16	24	8	193	24,13	28

X21	18	20	0	18	36	21	0	0	0	0	5	113	22,60	34
X22	0	17	17	0	31	19	0	19	36	23	7	162	23,14	31
X23	28	28	23	28	30	0	24	27	23	22	9	233	25,89	21
X24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	1	21	21,00	38
X25	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	1	24	24,00	29
X26	26	22	0	0	0	0	32	33	19	0	5	132	26,40	18
X27	29	0	24	23	0	0	30	34	20	20	7	180	25,71	22
X28	0	21	35	17	19	0	28	32	32	19	8	203	25,38	23
X29	0	0	16	37	33	25	0	16	28	18	7	173	24,71	26
X30	0	26	0	26	0	0	0	24	25	17	5	118	23,60	30
X31	0	27	27	25	0	0	0	0	0	0	3	79	26,33	19
X32	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	1	25	25,00	25
X33	0	0	0	0	0	28	0	25	0	0	2	53	26,50	17
X34	27	0	26	0	0	29	0	26	0	0	4	108	27,00	13
X35	24	24	21	22	34	30	27	28	26	16	10	252	25,20	24
X36	32	31	18	32	25	18	35	0	33	15	9	239	26,56	16
X37	31	18	13	21	0	13	37	21	0	15	8	169	21,13	37
X38	17	13	37	16	32	0	25	22	30	15	9	207	23,00	32

Согласно полученной таблицы 2 был проведен анализ переменных, встречающихся не менее, чем в шести уравнениях доходности. Получены выводы:

1) наиболее значимой независимой переменной является переменная X_3 – «Приращение индекса ММВБ (MICEX)» (влияние фондового показателя), которая встречается в 10 из 10 уравнениях доходности, из них 5 раз стоит на первом месте по уровню значимости, 2 раза стоит на втором месте по уровню значимости, по 1 разу стоит на третьем, четвертом, пятом месте по уровню значимости;

2) второй по уровню значимости независимой переменной является X_1 – «Приращение курса доллара относительно рубля» (влияние валютного показателя), которая встречается в 7 из 10 уравнениях доходности, из них 1 раз стоит на первом месте по уровню значимости, 1 раз стоит на седьмом месте по уровню значимости, 5 раз встречается на 9–11 местах по уровню значимости;

3) третьей по уровню значимости независимой переменной является X_2 – «Приращение цены контракта на баррель нефти марки ICE.BRN» (влияние товарного показателя), которая встречается в 8 из 10 уравнениях доходности, из них 1 раз стоит на первом месте по уровню значимости, 1 раз стоит на втором месте по уровню значимости, 6 раз встречается на 5–11 местах по уровню значимости;

4) четвертой по уровню значимости независимой переменной является X_7 – «Приращение индекса гонконгского фондового рынка HSI» (влияние фондового показателя), которая встречается в 8 из 10 уравнениях доходности, из них 1 раз стоит на втором месте по уровню значимости, 1 раз стоит на четвертом месте по уровню значимости, 2 раза стоит на шестом месте по уровню значимости, 4 раза встречается на 12–19 местах по уровню значимости;

5) пятой по уровню значимости независимой переменной является X_{13} – «Приращение индекса германского фондового рынка GDAXI» (влияние фондового показателя), которая встречается в 7 из 10 уравнениях доходности, из них 1 раз стоит на пятом месте по уровню значимости, 1 раз стоит на шестом месте по уровню значимости, 1 раз стоит на седьмом месте по уровню значимости, 4 раза встречается на 12–19 местах по уровню значимости;

6) шестой по уровню значимости независимой переменной является X_{12} – «Приращение индекса австрийского фондового рынка ATX» (влияние фондового показателя), которая встречается в 9 из 10 уравнениях доходности, из них 1 раз стоит на втором месте по уровню значимости, 3 раза стоит на третьем месте по уровню значимости, 5 раз встречается на одном из 9–20 мест по уровню значимости;

7) седьмой по уровню значимости независимой переменной является X_{17} – «Приращение индекса словацкого фондового рынка SAX» (влияние фондового показателя), которая встречается в 7 из 10 уравнениях доходности, из них 1 раз стоит на восьмом месте по уровню значимости, 1 раз стоит на девятом месте по уровню значимости, 5 раз встречается на одном из 9–16 мест по уровню значимости;

8) восьмой по уровню значимости независимой переменной является X_5 – «Приращение индекса S&P» (влияние фондового показателя), которая встречается в 8 из 10 уравнениях доходности, из них 1 раз стоит на втором месте по уровню значимости, 1 раз стоит на третьем месте по уровню значимости, 1 раз стоит на четвертом месте по уровню значимости, 1 раз стоит на пятом месте по уровню значимости, 4 раза встречается на одном из 13–27 мест по уровню значимости;

9) девятой по уровню значимости независимой переменной является X_{16} – «Приращение индекса болгарского фондового рынка ВУХ» (влияние фондового показателя), которая встречается в 7 из 10 уравнениях доходности, из них 1 раз стоит на шестом месте по уровню значимости, 1 раз стоит на седьмом месте по уровню значимости, 5 раз встречается на одном из 12–16 мест по уровню значимости;

10) десятой по уровню значимости независимой переменной является X_{36} – «Приращение индекса корпоративных облигаций» (влияние фондового показателя), которая встречается в 9 из 10 уравнениях доходности, из них 1 раз стоит на четвертом месте по уровню значимости, 1 раз стоит на шестом месте по уровню значимости, 2 раза стоит на седьмом месте по уровню значимости, 5 раз встречается на одном из 8–19 мест по уровню значимости.

Проведено ранжирование независимых переменных, включенных в уравнения доходности для 10 финансовых инструментов (рис. 1) согласно классификации рыночных показателей.

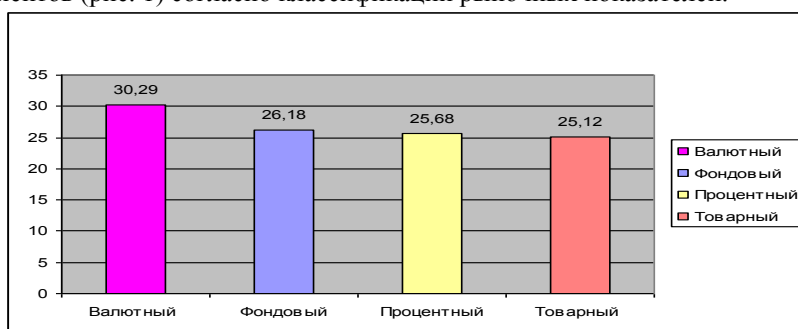


Рис. 1. Результаты ранжирования групп показателей, влияющих на доходность финансового инструмента

На основе анализа независимых переменных сделан вывод: наибольшее влияние на доходность финансовых инструментов имеет валютный показатель. Влияние фондовых, процентных, товарных показателей находится на одном уровне (рис. 1).

Литература

1. Боровиков, В. П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. П. Боровиков. – СПб. : Питер, 2001. – 656 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОХОДНОСТИ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОСЛОЙНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрена задача построения прогноза доходности финансовых инструментов с использованием модели нейронной сети. Для построения моделей используется предположение о влиянии рыночных факторов, имеющих различную природу. Нейронная модель построена в виде многослойной сети и обучена с помощью процедуры обратного распространения. Построенные прогнозы нейронной сети для высоколиквидных акций подтвердили высокую точность модели.

Prediction of return of financial instruments with a multilayer neural network. Uvaysov S. U., Zhuravleva J.N., Paliy S. P.

A problem of constructing the forecast profitability of financial instruments using a neural network model is analyzed. To build models we used the assumption of influence of market factors with different nature. A neural model is constructed in the form of a multilayer network trained using back-propagation procedure. The constructed neural network predictions for highly liquid stocks confirmed the high accuracy of the model.

В настоящее время актуальность использования нейронных сетей связана с возможностью выявления закономерностей в отсутствие априорных знаний об их существовании. Применение модели нейронных сетей оправдывает себя при решении задач, в которых не представляется возможным учесть все реально имеющиеся условия, а можно лишь выделить приблизительный набор наиболее важных условий [1].

Для целей моделирования был выбран российский фондовый рынок. Для исследования и построения математических моделей в качестве исходных данных были выбраны 10 финансовых инструментов из так называемых «голубых фишек». Термин «голубые фишки» обозначает акции наиболее крупных, ликвидных и надежных компаний со стабильными показателями получаемых доходов и выплачиваемых дивидендов.

В нашей работе использовались доходности финансовых инструментов согласно формуле (1):

$$r(\Delta t) = \frac{p(t_i) - p(t_{i-1})}{p(t_{i-1})}, \quad (1)$$

где $p(t_{i-1})$ - стоимость финансового инструмента в момент времени t_{i-1} ,

$p(t_i)$ - стоимость финансового инструмента через один день $\Delta t = t_i - t_{i-1}$, $i = \overline{1, n}$.

Доходности финансовых инструментов (1) выступали в качестве зависимых переменных. В качестве независимых величин (переменных) выбрали рыночные факторы, характеризующие различную природу финансовой системы. Рыночные факторы представляют собой макроэкономические показатели финансовой системы: индексы международных рынков ценных бумаг, мировые цены на энергоресурсы и полезные ископаемые, индексы государственных и корпоративных облигаций, процентные ставки на межбанковском рынке, курсы валют и др. Рыночные факторы можно подразделить на валютные, товарные, процентные и фондовые согласно таблице 1. Исследовалось влияние однодневных относительных приращений (далее приращений) рыночных факторов на однодневную доходность финансового инструмента при помощи нейронной сети (НС).

Независимые переменные линейной регрессионной модели

Таблица 1.

№	Название	переменная	количество	Единица измерения	Рыночный фактор
1	Приращение курса доллара относительно рубля	$X1$	1	%	Валютный
2	Приращение цен на энергоресурсы, полезные ископаемые	$X2, X22-X29$	9	%	Товарный
3	Приращение индексов фондовых рынков	$X3- X21, X35- X38$	23	%	Фондовый
4	Приращение процентных ставок MIACR	$X30- X34$	5	%	Процентный

На сегодняшний день существует достаточное количество видов нейронных сетей. В данной работе были исследованы сети на основе многослойного персептрона, обученного при помощи алгоритма обратного распространения.

В задачах прогнозирования финансовых рынков с помощью нейронных сетей выделяют следующие подзадачи: погружение, выделение признаков, обучение нейронных сетей, построение модели, реализующих решение задачи.

Для решения задачи прогнозирования находится такая нейронная сеть, которая бы наилучшим образом строила отображение $F: X \rightarrow Y$, обобщающее сформированный на основе ценовой динамики набор примеров $\{ X_k, Y_k \}$.

В результате обучения нейронная сеть при помощи алгоритма обратного распространения самостоятельно подбирает необходимые значения весов нейронной сети и строит модель, которая наиболее точно описывает исследуемый процесс.

Обучение нейронной сети прекращается, когда ошибка (2) достигла некоторого определенного уровня малости, определенного аналитиком (0,005).

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{1}{2} \sum_i (\text{Target}_i - \text{OUT}_i)^2 \quad (2)$$

где Target_i - целевой вектор,

OUT_i - выходной нейронный сигнал.

Для построения нейронной сети использовались независимые переменные, полученные при построении математических моделей линейной многофакторной регрессии методом пошагового отбора для десяти финансовых инструментов.

В результате обучения НС самостоятельно подобрала необходимые значения весов нейронной сети и построила модель, которая наиболее точно описывает исследуемый процесс. Для построения нейронной сети использовалась программа: Statistica.

Алгоритм обработки данных с помощью двухслойной нейронной сети заключался в следующем:

- запускалась программа Statistica и загружались данные из системы «Reuters»;
- производилась настройка весов нейронных сетей в Statistica, формировалась обучающая выборка;
- запускался процесс обучения нейронных сетей: расчет ошибки (2), коррекция весов нейросети;
- проверялись условия остановки обучения НС, строился прогноз с помощью построенной НС и вектора независимых переменных в предыдущий момент времени.

Обучение нейронной сети прекращалось, когда ошибка (2) достигла некоторого определенного уровня малости, определенного аналитиком (0,005).

Доходность и цена финансового инструмента связаны между собой соотношением:

$$P_{n+1} = (y_{n+1} + 1) * P_n, \quad (3)$$

где P_{n+1} – цена финансового инструмента в момент времени $n + 1$,

y_{n+1} – доходность финансового инструмента в момент времени $n + 1$,

P_n – цена финансового инструмента в момент времени n .

Прогнозные значения доходностей финансовых инструментов y_{n+1} определяют соответствующие прогнозные цены согласно формуле (3).

Прогнозирование доходностей финансовых инструментов осуществлялось по тому же принципу, что и обучение, с той лишь разницей, что выходные значения доходностей финансовых инструментов, рассчитанные нейронной сетью были заранее неизвестны. При этом, на этапе адаптивного предсказания применялось однодневное прогнозирование. Для получения прогноза доходности финансового инструмента использовались фактические данные показателей финансовой системы в предыдущий момент времени. В таблице 1 представлены результаты построения прогнозов на 13 сентября 2011 года доходности десяти финансовых инструментов, построенных с использованием многослойной сети обратного распространения, обученных на данных с 12 сентября 2006 г. по 12 сентября 2011 г. (1 238 наблюдений).

Таблица 1

**Результаты построения прогнозов доходности
и цены финансовых инструментов
с использованием многослойной нейронной модели**

Параметры	Прогноз доходности	Прогноз Цены	Реальная цена	Ошибка прогноза, %
«Газпром»	-0,00701	164,3398	164,11	0,14%
«Лукойл»	-0,01047	1708,913	1708,4	0,03%
«Ростелеком»	-0,01251	162,6202	162,15	0,29%
«СНГ»	0,025013	23,45435	23,289	0,71%
«Сбербанк»	0,015753	80,88442	80,41	0,59%
«Роснефть»	0,009259	220,0083	217,55	1,13%
«Новатек»	0,015849	378,2818	377	0,34%
«Полюс»	-0,00173	1850,795	1849,5	0,07%
«МТС»	0,010703	205,1728	202,8	1,17%
«НЛМК»	0,027653	84,21613	83,16	1,27%
среднее				0,57%

В первом столбце таблицы 1 приведены названия десяти финансовых инструментов. Во втором столбце приведены значения количества шагов, которые потребовались нейронной сети, для того, чтобы ошибка обучения достигла уровня малости 0,005. В третьем столбце представлен прогноз доходности на 13 сентября 2011 года, в качестве исходных данных использованы данные с 12 сентября 2006 г. по 12 сентября 2011 г. (1 238 наблюдений). Во втором столбце представлен прогноз цены на 13 сентября 2011 года, рассчитанный по формуле (3) для десяти финансовых инструментов. В третьем столбце представлена фактическая цена закрытия на 13 сентября 2011 года для каждого из десяти финансовых инструментов. В четвертом столбце представлена относительная ошибка прогноза, рассчитанная по формуле (2).

Прогнозные значения цен финансовых инструментов P_{n+1} незначительно отличаются от реальных значений, разброс отклонений составляет диапазон от 0,03% до 1,17% (табл. 1), среднее значение отклонения равно 0,57%, что говорит о высокой точности прогнозов нейронной сети.

Литература

1. Россиев Дмитрий Анатольевич. Самообучающиеся нейросетевые экспертные системы в медицине: теория, методолог. Красноярск, 2000.

АНАЛИЗ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ТРЕНДА В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрена задача анализа длительности тренда в задачах прогнозирования на основе фрактальных свойств. Для исследования фрактальных свойств используется индекс фрактальности, значение которого позволяет определить состояние ряда. Проведен анализ длительности тренда и определено состояние устойчивого тренда.

Analysis of trend duration in the context of prediction based on fractal properties. Uvaysov S. U., Zhuravleva J.N., Paliy S. P.

A problem of analyzing the trend duration under the tasks of forecasting, based on fractal properties. To study the fractal properties fractal index is used, the value of which can determine the status of the series. The analysis of the duration of the trend and the steady trend are defined.

В настоящее время для анализа доходностей финансовых инструментов все чаще используют фрактальный анализ, который позволяет объяснить нарушение гипотезы эффективного рынка. Используя процесс броуновского движения $W = (W_t)_{t \geq 0}$, Луи Башелье предложил модель «случайного блуждания»:

$$S_t = S_0 + \mu t + \sigma W_t, \quad (1)$$

с двумя постоянными параметрами (μ, σ) . При этом, параметр μ характеризует локальный снос (норму возврата, коэффициент роста), а параметр σ – стандартное отклонение, которое в финансовой литературе принято называть *волатильностью*.

Фрактальный анализ представляет собой инструмент для извлечения закономерностей в структуре хаотических финансовых временных рядов. Основным элементом фрактального анализа выступает фрактал.

Наиболее распространенным методом измерения фрактальной размерности является клеточный метод. В работе [1] для определения фрактальных свойств предложен индекс фрактальности:

$$\mu = D - 1, \quad (2)$$

где D – размерность минимального покрытия.

Для вычисления индекса фрактальности использовали метод на основе минимальных покрытий, предложенный Н.В. Старченко [1].

Индекс фрактальности μ находится как коэффициент наклона линии линейной регрессии и определяется по следующей формуле (4):

$$\mu = -a, \quad (4)$$

Индекс фрактальности μ находится, как коэффициент наклона линии линейной регрессии $y = ax + b + \varepsilon$, построенной по точкам с абсциссами и ординатами $\ln(\delta), \ln(V(\delta))$, где $\sigma = 1, 2, 4, 8, 16, 32$.

$$V(\delta) \equiv \sum_{i=1}^m P_i^{\max}(\delta) - P_i^{\min}(\delta), \quad (8)$$

где P_i^{\max} и P_i^{\min} – максимальная и минимальная цены финансового инструмента на i разбиении масштаба

$$\delta, m = 0 \dots 2^n.$$

Индекс фрактальности отражает свойства временных рядов, связанные с поведением последующих значений временного ряда на основе поведения предыдущих. Эти свойства называют свойствами памяти

временного ряда. По величине индекса фрактальности можно выделить три процесса, обладающие различными свойствами поведения ряда, представленные в таблице 1:

- винеровский процесс, связанный с отсутствием памяти временного ряда;
- «розовый шум» – процесс с отрицательной памятью ряда;
- «черный шум» – процесс с положительной памятью (табл. 1).

Таблица 1

Свойства временных рядов на основе индекса фрактальности

$\mu = 0,5$	$0,5 < \mu \leq 1,0$	$0 < \mu \leq 0,5$
Отсутствие памяти	«Отрицательная» память	Положительная память

Построение прогноза доходности акций – «голубых фишек» было проведено при помощи определения состояния ряда $S(t)$ в зависимости от значения индекса фрактальности по формуле (5). Согласно (5) исходная выборка дневных доходностей рассматриваемых финансовых инструментов согласно таблице 1 разбилась на три непересекающихся выборки, соответствующие различным состояниям исходного временного ряда. В работе Старченко Н.В. [1] введено понятие состояния ряда $S(t)$ в зависимости от значения индекса фрактальности:

$$S(t) = \begin{cases} 0, & \text{если } \mu(t) > 0,5 \\ 1, & \text{если } \mu(t) < 0,5 \quad \text{и } K_t > 0, \\ -1 & \text{если } \mu(t) < 0,5 \quad \text{и } K_t < 0 \end{cases} \quad (5)$$

где $\mu(t)$ – текущее значение индекса фрактальности, рассчитанное по $m = 0 \dots 2^n$, интервалов ($n = 4$) предшествующим точкам;

$K_r(t)$ – коэффициент наклона линии линейной регрессии, рассчитываемый по 16-ти предшествующим точкам [1].

Таким образом, в соответствии с представлениями о свойствах индекса фрактальности (табл. 1) и формула (5), можно сказать, что при $S(t)=0$ исходный ряд находится в состоянии флэта (хаотическое движение), при $S(t)=1$ исходный ряд находится в состоянии падающего тренда, а при $S(t) = -1$ исходный ряд находится в состоянии растущего тренда.

После идентификации состояния ряда (5) проведен анализ длительности тренда. Введены понятия «устойчивого растущего тренда» и «устойчивого падающего тренда», характеризующие состояние ряда, сохраняющее тенденцию тренда более четырех дней. Условия определения состояния ряда $S(t)$ в зависимости от значения индекса фрактальности были преобразованы с учетом количества дней с начала растущего тренда $n1$ или с учетом количества дней с начала падающего тренда $n2$:

$$S(t) = \begin{cases} 0, & \text{если } \mu(t) > 0,5; \text{ или } \mu(t) < 0,5 \cup K_r(t) > 0 \cup n1 < 4; \text{ или } \mu(t) < 0,5 \cup K_r(t) < 0 \cup n2 > 4 \\ 1, & \text{если } \mu(t) < 0,5 \cup K_r(t) > 0 \cup n1 > 4 \\ -1, & \text{если } \mu(t) < 0,5 \cup K_r(t) < 0 \cup n2 > 4 \end{cases} \quad (6)$$

где $\mu(t)$ – текущее значение индекса фрактальности, рассчитанное по $m = 0 \dots 2^n$ дням;

$K_r(t)$ – коэффициент наклона линии линейной регрессии, рассчитываемый по 16-ти предшествующим точкам;

$n1$ – количество дней с начала растущего тренда,

$n2$ – количество дней с начала падающего тренда.

Применение индекса фрактальности для определения состояния ряда (табл. 1) и определения состояния «устойчивого тренда» (6) позволяет значительно улучшить качество прогноза доходности финансового инструмента на один день по сравнению с качеством прогноза доходности, построенного без определения состояния «устойчивого тренда» (5).

Литература

1. Старченко, Н. В. Индекс фрактальности и локальный анализ фрактальных временных рядов : дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Н. В. Старченко ; М-во образования Рос. Федерации. – М. ; инженерно-физич. ин-т (Гос. Ун-т.)-М: [б.и.], 2005.

МОДЕЛЬ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ КРАТКОСРОЧНЫМ ИНВЕСТИЦИОННЫМ ПОРТФЕЛЕМ

Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрена задача моделирования обработки информации при управлении краткосрочным инвестиционным портфелем. Целью управления портфелем является максимизация прибыли инвестора. В работе построена структурная схема моделирования управления инвестиционным портфелем с точки зрения теории принятия решений.

Model of information processing in portfolio management short-term investment. Uvaysov S. U., Zhuravleva J.N., Paliy S. P.

A problem of modeling information processing in the management of short-term investment portfolio is analyzed. The purpose of portfolio management is to maximize the profit of the investor. In this paper a block diagram of the model investment portfolio management is constructed from the perspective of decision theory.

Существующие на сегодняшний день модели управления инвестиционным портфелем ориентированы на идеальные условия рынка, которые не учитывают изменчивость потоков информации о финансовой системе.

Управление портфелем ценных бумаг – это совокупность действий инвестора, направленных на получение постоянного дохода от имеющихся ценных бумаг; снижения риска от инвестиций; приращение капитала. В нашей работе будем рассматривать эффективное управление портфелем ценных бумаг, которое включает следующие действия:

- формирование краткосрочного оптимального портфеля из высоколиквидных бумаг высокой доходности с учетом соотношения риска и доходности;
- постоянный с определенной периодичностью анализ и регулирование состава портфеля ценных бумаг с учетом изменений финансовой системы.

Для проведения анализа состава портфеля ценных бумаг необходимо проводить поиск наилучших моделей прогнозирования доходности финансовых инструментов с целью получить более высокую доходность инвестиций. В связи с этим возникает необходимость в разработке технологии обработки информации о финансовой системе, необходимой для принятия решений по управлению краткосрочным инвестиционным портфелем.

При формировании краткосрочного инвестиционного портфеля инвестор проводит сбор и анализ потоков информации, необходимых для принятия решения по управлению портфелем ценных бумаг.

На рис. 1 представлена структурная схема обработки информации инвестором в процессе принятия решения по управлению портфелем ценных бумаг.



Рис. 1. Функциональная схема обработки информации в процессе принятия решения инвестором

На рис. 1 представлены основные элементы обработки информации в процессе принятия решения инвестором. В качестве исходной информации инвестор обычно рассматривает котировки ценных бумаг,

период инвестирования (срок приобретения ценной бумаги), величину капитала инвестора, склонность инвестора к риску. После получения входной информации инвестор мысленно обрабатывает полученные данные: рассчитывает доходность ценной бумаги, интуитивно делает прогноз доходности финансового инструмента, мысленно оценивает риск бумаги. Следующим этапом после выполнения обработки данных является анализ полученных расчетных характеристик ценных бумаг: прогноза доходности и рыночного риска. В итоге проведенных мысленных расчетов инвестор принимает решение о формировании набора инструментов для своего портфеля.

Принятие решений следует воспринимать не как единовременный акт, а как последовательный процесс, состоящий из определенных этапов обработки информации. На рис. 2 изображена структурная схема моделирования управлением краткосрочным инвестиционным портфелем.

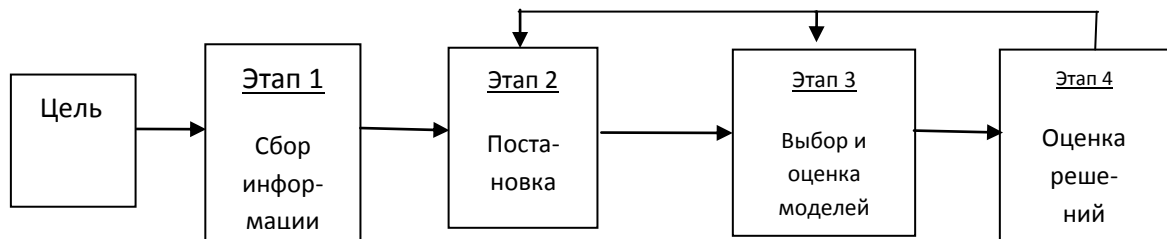


Рис. 2. Структурная схема моделирования управлением краткосрочным портфелем ценных бумаг

Первый шаг процесса управления портфелем – это определение цели. В финансовой системе, традиционной целью принятия решения является максимизация прибыли.

Сбор информации заключается в выборе внутрисистемных зависимых и независимых переменных, которые должны адекватно описывать состояние и условия функционирования системы и способствовать тому, чтобы все важнейшие решения нашли отражение в постановке задачи.

Постановка задачи заключается в формировании оптимального портфеля. С точки зрения классической теории систем создание оптимального портфеля предполагает [1, 3] нахождение в таких заданных границах целевых переменных $z_0 \leq x_i(t) \leq z_1, i = \overline{1, n}$, при которых состояние системы стабильно или оптимально $Y \rightarrow opt$, где Y – произвольное множество параметров, описывающих состояние системы.

Выбор и оценка моделей предполагает разработку и параметрическую идентификацию моделей анализа риска и прогноза доходности финансовых инструментов.

Оценка решений возникает тогда, когда имеется множество вариантов действий (альтернатив) для достижения желаемого результата. При этом требуется выбрать лучшую в некотором смысле альтернативу [2]. Под альтернативой в данном случае понимают оптимальный портфель («портфель № 1», «портфель № 2», «портфель № 3»).

Процесс принятия решений является итерационным процессом. Структурная схема на рис. 2 включает оценку решения и его корректировку, начиная с этапа оценки моделей и выбора наилучшей вплоть до изменения постановки задачи, что обеспечивает адаптивность к изменчивым потокам входящей информации.

Литература

1. Волкова, В. Н. Теория систем : учебник для студентов вузов / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. – М. : Высшая школа, 2006. – 511 с.
2. Микшина, В. С. Теория принятия решений : учеб. пособие для вузов / В. С. Микшина. – Сургут : Изд-во СурГУ, 2007. – 260 с.
3. Острейковский, В. А. Теория систем / В. А. Острейковский. – М.: Высшая школа, 1997. – 240 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Закиева Е.Ш.

Уфимский государственный авиационный технический университет

Рассмотрено применение когнитивного подхода для исследования социально-экономических проблем общества. Предложена когнитивная модель и метод анализа устойчивости социально-экономической системы. Проведены исследования динамики функционирования системы методом имитационного моделирования.

Informational support for cognitive analysis of socio-economic systems. Zakieva E.

The application of cognitive approach to research on the socio-economic problems of society is considered. It is offered a cognitive model and the method of analysis of the socio-economic system stability. The researches of a system functioning dynamics by a simulation method are carried out.

В современном сложном, многофакторном и противоречивом мире, для которого характерны взаимозависимость экономических, демографических и геополитических процессов, а также наличие общих проблем, связанных с природопользованием, экологией, обеспечением населения продовольствием, энергией, обеспечением безопасности, одной из ведущих проблем становится выявление механизмов и факторов устойчивости, порядка, стабильности общества [1]. Необходимость решения социальных проблем общества усиливают внимание к социально-экономическим системам разного уровня: регионального, государственного, мирового.

Для исследования социально-экономической системы применяется когнитивный подход, который позволяет структурировать и формализовать проблемную область и провести ее анализ [2]. Под когнитивным подходом понимается решение традиционных для различных наук проблем методами, учитывающими когнитивные аспекты, в которые включаются процессы восприятия, мышления, познания, объяснения и понимания человека. В настоящее время когнитивные модели применяются для разработки сценариев развития сложных систем, прогнозирования их будущих состояний, анализа их устойчивости, разработки моделей для блока поддержки управленческих решений в интеллектуальных системах. Когнитивный подход тесно связан с методами сценарного моделирования сложных динамических систем. Одним из основных направлений развития методологии когнитивного моделирования является совершенствование аппарата анализа и моделирования ситуации.

В процессе изучения и структурирования исследуемой проблемной области была сформирована система факторов (элементов) и связей между ними и разработана когнитивная модель социально-экономической системы. В модели выделены элементы социальной сферы (благоприятная социальная среда - здравоохранение, образование, наука, спорт и др., неблагоприятная социальная среда - социально опасные группы); элементы экономической сферы (уровень жизни, производство благ, производство средств производства, ресурсы), демографические факторы (численность населения, уровни рождаемости и смертности), экологические факторы (загрязнение окружающей среды, природные катаклизмы).

Влияние одних факторов на другие задается с помощью коэффициентов связей, значения которых определяется на основе статистических данных или экспертным путем. При построении когнитивной карты выделены положительные и отрицательные связи. При положительной связи увеличение значения фактора приводит к увеличению значения связанного с ним фактора, при отрицательной связи - к уменьшению значения фактора. Взаимосвязи между факторами образуют положительные и отрицательные замкнутые контуры, анализ которых используется для анализа устойчивости функционирования системы.

На основе когнитивной модели разработана математическая модель социально-экономической системы, представленная в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

Для исследования устойчивости функционирования социально-экономической системы как многосвязной динамической системы применяется подход, предложенный в работе [3]. Согласно данному подходу многосвязная система описывается на уровне индивидуальных характеристик отдельных подсистем и характеристик элементов многомерных связей между подсистемами.

Динамика функционирования социально-экономической системы рассматривается на двух режимах: динамически равновесном режиме, при котором взаимодействие между подсистемами осуществляется с постоянным темпом и динамически неравновесном режиме, при котором система переходит от одного равновесного режима к другому.

Оценка устойчивости функционирования системы на динамически неравновесном режиме включает следующие этапы: определение амплитудно-фазовой характеристики индивидуальных передаточных функций подсистем; нахождение собственных значений (корней) уравнения связи; оценка устойчивости системы по частотному критерию.

Наиболее эффективной технологией исследования сложных социально-экономических систем является технология имитационного моделирования, позволяющая изучать слабоструктурированные и неструктурированные ситуации, которые не могут быть легко формализуемы оптимизационными или другими моделями. Особенно удобным является визуальное имитационное моделирование, помогающее лицу, принимающему решения интерактивно взаимодействовать с моделью и наблюдать развитие результатов во времени.

Для решения задач анализа и моделирования социально-экономических систем разрабатывается инструментальное средство, в основу которого положены технологии когнитивного анализа и имитационного моделирования. Инструментальное средство когнитивного анализа и моделирования социально-экономических систем предоставит возможности графического представления когнитивной модели и проведения экспериментальных исследований модели.

Инструментальное средство поддерживает взаимодействие двух основных блоков – вычислительного, спроектированного в программе математического моделирования *Matlab*, и графического, спроектированного

на основе объектно-ориентированного языка программирования *C#*. Использование высокоуровневого интерпретируемого языка программирования *Matlab* обеспечивает точность и быстроту моделирования и математических расчетов. В свою очередь возможности языка *C#* позволяют спроектировать программу с дружественным интерфейсом, с помощью которого исследователю предоставляется возможность в интерактивном режиме проводить анализ когнитивной модели, получать графические и текстовые результаты работы в удобной для него форме.

Сочетание описанных возможностей инструментального средства позволит исследователю проводить глубокий анализ процессов функционирования социально-экономических систем, принимать обоснованные и продуманные решения.

Литература

1. Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики / Отв. ред. А.А. Акаев, А.В. Коротаев, Г.Г. Малинецкий. – М.: Издательство ЛКИ, 2010. – 352с.
2. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) // УБС, 2007. №16. – С. 26-39.
3. Ильясов Б.Г., Кабальнов Ю.С. Исследование устойчивости однопоточных многосвязных систем автоматического управления с гомономными связями между подсистемами // Автоматика и телемеханика. – 1995. - №7. –с.82-90.

СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НЕГАТИВНЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ПОДРОСТКОВ РЕЛИГИОЗНЫХ СЕКТАНТСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Кеворков А. В.
Москва, ФГНУ ИИО РАО

В статье рассматриваются вопросы обеспечения информационной безопасности личности, ее свободного духовного развития от возможных негативных информационно-агрессивных угроз исходящих от тоталитарных сект. Приводятся рекомендации по критическому восприятию информации исходящей от сектантских миссионеров.

Ways of combating negative information impact on teenagers of the religious sectarian organizations. Kevorkov A. V.

In article questions of ensuring information security of the personality, its free spiritual development from possible negative information and aggressive threats proceeding from totalitarian sects are considered. Recommendations about critical perception of information proceeding from sectarian missionaries are provided.

Проблема обеспечения информационной безопасности личности, ее информационно-духовного поля современной научной общественностью и государственной политикой признаются наиболее важными в современной информационно-социальной среде. Так Роберт И. В. отмечает что «при реализации теории обучения существенное значение имеет предотвращение возможных негативных последствий использования средств информационных и коммуникационных технологий в образовании и разработка методики информационной защиты личности при работе с этими технологиями» [1].

Наибольшую информационную опасность в сфере духовной жизни представляет возможность нарушения общественной стабильности, нанесение вреда здоровью и жизни граждан вследствие деятельности тоталитарных религиозных сект и религиозных объединений, проповедующих религиозный фундаментализм [2, 3].

Задачу «улучшения» человека через манипуляцию его сознанием пытались практически решить марксисты всех разновидностей, национал-социалисты, многочисленные диктаторские режимы, тоталитарные секты, религиозные фундаменталисты. Именно в этом столетии мир узнал, что такое японские камикадзе, исламские шахиды, готовые к самопожертвованию солдаты, фанатики всех мастей – идеологические, религиозные, националистические, классовые и даже футбольные [4].

Отрицательное информационное воздействие на сознание российских граждан оказывает деятельность тоталитарных религиозных сект. Среди них: "Свидетели Иеговы", Церковь саентологии (Дианетика. Хаббард-колледжи. Наркокон). Трансцендентальная медитация (ТМ), Церковь Христа (Бостонская церковь), Лайфспринг, группы движения Нью Эйдж (Новая эра) и целый ряд других, в том числе с центрами за рубежом.

По данным Н.В. Кривельской всего за 4 года после регистрации секта "Свидетели Иеговы" покрыла сеть своих центров всю Россию, организовав сотни общин в различных городах и областях страны. Снабжение литературой происходит через Управленческий центр, построенный в курортном районе Солнечное под Санкт-Петербургом на территории бывшего пионерского лагеря. В компьютерную базу данных

Управленческого центра приходят полные анкетные сведения обо всех членах секты в нашей стране, а также о гражданах, проживающих на территории сферы ее влияния. Затем эта информация передается в Бруклин [4].

Города Москва и Санкт-Петербург, в частности, разделены на "обрабатываемые участки" в виде собраний по 150-200 человек в каждом. Надзиратели собраний, районные и областные иностранные "наблюдатели" не только контролируют духовную обстановку в "собраниях", но и подчиняют своему диктату образ жизни, мышление, психику, поведение каждого члена секты. Информационное воздействие "Свидетелей Иеговы" имеет сильную антигосударственную, антисоциальную и антитрадиционную, в том числе и антихристианскую, направленность, несет в себе запреты на участие человека в жизни государства и общества.

Деятельность этой секты, как и других западных сект, достигает цели вестернизации сознания путем подрыва основ православия и навязывания гражданам России своих западных религиозных ценностей. При этом усилия влияния тоталитарных сект носят информационно-стратегический характер, ибо главной целью их воздействия на общественное сознание является навязывание западных ценностей конфессиональными средствами [5].

Информационный тоталитаризм, манипулирующий сознанием людей, навязывающий им безоговорочные истины, изначально тоже строится на предложении человеку – в той или иной форме, в настоящем или будущем – подлинной любви и обычного человеческого счастья. Такой тоталитаризм может быть не только светским, в частности, государственным, но и религиозным.

В Доктрине информационной безопасности РФ, подчеркивается, что к числу основных направлений обеспечения информационной безопасности в сфере духовной жизни относится активное противодействие негативному влиянию на россиян религиозных сектантских организаций и их миссионеров, как правило, иностранного происхождения. В нынешней духовно дезориентированной массе населения России для разных сект немало плодотворной почвы. Быстрое разрушение прежней системы отношений между людьми и патриотических идеалов, кризис семьи и школы привели к образованию пустот в духовной жизни молодежи [6, 7, 8, 9].

Экономические трудности, массовое мошенничество, рост преступности и безработица толкают людей на поиск сочувствия, поддержки, утешения. Именно с обещаний и утешений начинает свой контакт с людьми любой обманщик, в том числе оперирующий понятиями веры. Появлению сект способствует и неподготовленность молодежи к хитроумным ходам разного рода миссионеров.

Реальная угроза вовлечения в сети нетрадиционных религиозных культов нависла сегодня над российской молодежью. Любая секта остро нуждается в молодых, энергичных профессиональных кадрах. Поэтому объектом особенного внимания «новых религиозных течений» является прежде всего студенчество. В нашем секуляризованном государстве, где по Конституции школа отделена от традиционной церкви, вербовка в секты начинается именно со школьного или институтского порога. Поэтому, изучение в школах основ информационной безопасности, возможно, позволит оценить учащимися реальную деятельность сект по информационно-психологическому порабощению человека.

Секта – это организация или группа лиц, замкнувшихся в своих узких интересах (в том числе культовых), не совпадающих с интересами общества, безразличных или противоречащих им. Тоталитарными сектами, или деструктивными культурами, называют секты, нарушающие права своих членов и наносящие вред путем использования методов «контролирования сознания». Деструктивность или тоталитарность сект определяется не их верованиями, а методами их деятельности.

Для вербовки в свои ряды активные секты христианского толка стремятся получить доступ к начальной школе и другим образовательным учреждениям. Их эмиссары налаживают контакты с руководством образовательных учреждений, предлагая услуги по оборудованию классов, организации учебного процесса или пуская в ход уговоры, подарки, подкуп.

Деятельность проповедников активно осуществляется также возле общежитий, где у студентов больше свободного времени и где живут в основном приезжие, испытывающие определенную неуверенность в незнакомом городе, больше других студентов нуждающиеся в поддержке.

Для привлечения молодежи эмиссары сект могут создавать молодежные кафе, клубы по интересам, компьютерные классы или, например, «группы по изучению тайн египетских пирамид». И везде разговор рано или поздно переводится на религиозные темы. Поиск легковерных жертв, безропотно поддающихся уговорам, обману, гипнозу – важнейшая задача и обязанность каждого члена секты.

Методы вербовки в секты:

1. Красочное открытое богослужение, в ходе которого кришнаиты выходят на улицу, с песнями и танцами вознося мантру (молитву) своему богу. Экзотические костюмы, веселые песнопения, атмосфера праздника привлекают к себе внимание, прямо тут же позволяют поучаствовать в торжестве, познакомиться с людьми и узнать адрес ближайшего ашрама. Зомбирование на основе песнопений и молитв – важная отличительная особенность секты.
2. Распространение специальной литературы (как правило, красочно оформленной, внешне привлекательной).
3. Активная «бомбардировка любовью» каждого, кто впервые вошел в непосредственный контакт с кришнаитами.

Причины попадания детей и подростков в секты:

- повышение уровня жизни и одиночество;
- переломный возраст;
- боязнь ответственности;
- поиск легких путей;
- стремление вырваться из домашней атмосферы.

Одной из причин успеха деятельности сектантов является *отсутствие знаний* у подавляющего большинства населения (и особенно у молодежи) об истории традиционных религий и образующимся вследствие этого информационном вакууме. Это позволяет сектантам толковать Библию в собственных корыстных интересах.

В пропедевтическом плане для защиты подростка от воздействий сект и попадания его под их влияние особенно важно своевременно обнаружить первые признаки наметившейся неадекватной зависимости, к числу которых можно отнести [4, 10, 11, 12]:

1. Тягу подростков к жизни вне дома, в секте. Зомбирующая секта всеми путями препятствует контактам подростка с родителями.
2. Зомбированного подростка отличает озлобленность, нежелание разговаривать на любые темы, кроме его религии и денег. Зомбированному подростку нужно много денег. Подростки воруют из дома деньги и вещи, требуют от родителей материальной помощи, причем весьма агрессивно.
3. Зомбированный подросток резко ограничивает себя в еде и сне.
4. Подросток вдруг начинает задавать вопросы типа: «Папа, а почему ты не молишься перед едой?», «Мама, а почему ты работаешь в субботу?»
5. Сужение духовного и интеллектуального кругозора.
6. Потеря интереса к учебе или работе, отказ от них; агрессивность в вопросах веры.
7. Резкое ухудшение отношений в семье, а также со светскими сверстниками.
8. Искаженное понимание Библии.
9. Появление очевидных психических расстройств.

Вопрос борьбы с информационной агрессией секты заключается не столько в том, как избежать информационного контакта с проповедниками, сколько в том, как воспитывать учащегося невосприимчивости к довольно однообразным методикам обработки сектантов.

Если подросток все же попал под влияние сектантов, важно не упустить время. Общие советы специалистов для родителей и педагогов в этом случае следующие [1, 4, 13, 14, 15]:

1. Заметив в подростке интерес к какой-либо секте на начальной стадии подобного увлечения, можно сводить его в православный храм (мечеть, синагогу) и убедить пообщаться со священником (или сами обратитесь за советом к священнослужителю).
2. Попытайтесь оценить, что за секта привлекла подростка и чем именно.
3. Больше интересуйтесь, чем занимается подросток. Возможность рассказывать вам о своих субъективных открытиях позволит подростку считать вас своим соратником, а вам – следить за тем, куда ведет его увлечение, и не возникают ли вышеописанные опасности.
4. В «запущенных» случаях не пытайтесь «давить» на подростка, тыкать пальцем в нарушенные им светские и «божьи» предписания. Постарайтесь немного потерпеть, сохраняя отношение к нему как к нормальному человеку. Нередко обращение к некой вере вызвано всего лишь тем, что в данной секте находится много друзей и знакомых, с которыми не хочется терять связь.
5. Позаботьтесь, чтобы подросток ночевал дома, или увезите его в интересное путешествие. Первое, что требуется зомбированному человеку, – это сон и еда. Сам сектант от еды и сна будет отказываться.
6. Пытайтесь направлять внимание подростка на практическое использование его духовных достижений для решения существенных для него задач.
7. Постарайтесь перевести развитие подростка на самосовершенствование в реальной повседневности, не давайте ему «выпадать» из материального мира.
8. Ни в коем случае не форсируйте события! Вы можете легко потерять только-только возродившиеся отношения. Если вы попытаетесь запретить подростку «самосовершенствование», то это закончится, скорее всего, тем, что он перейдет жить в секту. Поэтому запаситесь терпением и продолжайте любить его. Как говорят священники, ребенка нужно «вымаливать» у секты через Бога и Любовь. Он должен чувствовать, что любовь есть не только в секте.

Необходимо отметить трудность реабилитации молодежи, попавшей под влияние секты. Даже если удастся пробудить критическое мышление у человека, он не сразу выходит из зависимости. Процесс выхода связан с тяжелыми психологическими переживаниями, которые испытывает разочаровавшийся в «церкви» недавний ее последователь. После пребывания в секте молодые люди нередко становятся атеистами и не хотят вообще ничего больше слышать о религии.

Противостоять информационной агрессии сектантов необходимо задолго до возможного контакта с ними, посредством выполнения необходимых пропедевтических мероприятий в системе непрерывного образования направленных на предотвращение информационного оболванивания [16, 17, 18]. Если незнакомые люди вдруг предложат «поговорить о важном», лучше сразу прекратить беседу. Не проявляя при этом агрессии. Ведь оказавшиеся в плену сектантства, по большому счету, тоже достойны сострадания.

Вступать в дискуссию с адептами сект бесполезно. Они фактически не способны слышать, тем более вникать в то, что им говорит оппонент. Они «заиклены» на своих убеждениях и будут вновь и вновь почти автоматически повторять заученные догмы, что является проявлением зомбированности людей, прошедших обработку в сектах.

Самой надежной защитой от влияния секты, как и любой другой манипуляции, безусловно, является формирование с раннего детства не послушного исполнителя желаний родителей и учителей – своего рода «марионетки обстоятельств» и внешних требований, – а *творчески мыслящего человека*, обладающего, по крайней мере, основами знаний в области информационной безопасности, способного критически рассматривать возникающие в процессе информационного взаимодействия ситуации и принимать адекватные сложившимся обстоятельствам решения, ограждающие личность от негативного информационного воздействия.

Литература

1. Роберт И. В. Развитие дидактики в условиях информатизации образования / Ученые записки. Вып. 33. – М.: ИИО РАО, 2010. – 297 с. – С. 3-21.
2. Бочаров М. И. Основы информационной безопасности в содержании учебных предметов на этапе основного общего образования // Информатизация образования и науки М., 2010, № 4. – С. 56-66.
3. Бочаров М. И., Симонова И.В. Преемственность содержания обучения информационной безопасности в новых федеральных государственных образовательных стандартах общего образования // Информатика и образование – М., 2011, № 6. – С. 14-17.
4. Петров, В. П. и В., Петров С. Информационная безопасность человека и общества. М.: : НЦ ЭНАС, 2007. 336 с.
5. Митрохина Е.Ю. Информационная безопасность личности как социологическая проблема // Диссертация на соискание ученой степени кандидата социологических наук 22.00.06 – Социология духовной жизни / М.: РАН Институт социально-политических исследований, 1999. 156с.
6. Роберт И. В. Информатизация образования как трансфер-интегративная область научного знания / Ученые записки. Вып. 29. Часть 1. – М.: ИИО РАО, 2009. – 245 с. – С. 3-13.
7. Бочаров М.И. Сетевые сообщества и информационная безопасность в непрерывном образовании средней общеобразовательной и профессиональной школы // Вестник Российского университета дружбы народов / Серия Информатизация образования / - М., 2009, № 4. – С. 20-27.
8. Бочаров М. И. Обучение будущих педагогов совместному с администрацией обеспечению комплексной информационной безопасности образовательного учреждения // Информатика и образование – М., 2010, № 2. – С. 96-99.
9. Симонова И.В., Бочаров М.И. Соотношение компетенций в непрерывном образовании по направлению подготовки «Информационная безопасность» // Вестник военного университета – М., 2010, № 1(21). – С. 36-41.
10. Бочаров М. И. Формирование алгоритмического мышления у младших школьников в процессе практико-ориентированного обучения основам информационной безопасности // Информатика и образование – М., 2010, № 4. – С. 87-94.
11. Бочаров М.И. Принципы ситуационного обучения информационной безопасности в начальной школе // Начальная школа плюс До и После / – М., 2012, № 4. – С. 62-67.
12. Бочаров М. И. Системное обновление предметного содержания на основе новых информационных технологий в непрерывном образовании в области информационной безопасности // Вестник Российского университета дружбы народов / Серия Информатизация образования - М., 2010, № 2. – С. 81-88.
13. Бочаров М. И. Интегративное обучение и предпрофильная подготовка учащихся средних классов в области информационной безопасности // Информатика и образование – М., 2010, № 9. – С. 40-47.
14. Бочаров М. И. Информационные угрозы и защита от них в младшей школе // Народное образование – М., 2010. № 8. С. 265-273.
15. Роберт И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). 3-е изд. – М.: ИИО РАО, 2010. – 356 с.
16. Бочаров М. И., Симонова И.В. Преемственность содержания обучения информационной безопасности в новых федеральных государственных образовательных стандартах общего образования // Информатика и образование – М., 2011, № 6. – С. 14-17.
17. Симонова И.В., Бочаров М. И. Концептуальные основы методической системы непрерывного обучения информационной безопасности школьников / Вестник Российского университета дружбы народов / Серия Информатизация образования - М., 2011, № 4. – С. 15-20.
18. Бочаров М.И. Анализ современного состояния системы обучения информационной безопасности в непрерывном образовании // Национальная безопасность / – М., 2012, № 1 (18). – С. 120-132.

ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКЕ

Ю.И. Лесных

Тольяттинский филиал государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»

Информационные технологии весьма актуальны при решении практических задач. При постановке физических экспериментов, возникают проблемы по их организации, визуальному анализу результатов, связанных со спецификой постановки эксперимента, природы изучаемого явления, а также отсутствия необходимой экспериментально-технической базы. Задача по исследованию структуры, свойств и поведения частиц магнитных жидкостей на качественном уровне была бы практически невыполнимой без применения новых информационно-инновационных технологий.

Formation of scientific thinking of students on the basis information-innovative technologies in research practice. Y.I. Lesnih.

Information technologies are more actual at decision of the different sort of the problems. The Problem on study of the structure of the magnetic liquids on qualitative level was practically unfeasible without using the information facilities, since visualization of the process of the interaction particles of the magnetite impossible because of very small sizes of the particles and greater velocities, under which occur the interactions.

Магнитная жидкость представляет собой коллоидную дисперсию магнитных материалов (ферромагнетиков: магнетита, ферритов) с частицами размером от 5 нанометров до 10 микрометров, стабилизированных в полярной (водной или спиртовой) и неполярной (углеводороды и силиконы) средах с помощью поверхностно-активных веществ или полимеров. Актуальность исследований магнитной жидкости исходит из основных физических свойств магнитной жидкости. Сочетание хорошей текучести, активного отклика на внешнее магнитное поле, возможности управления их физическими свойствами с помощью внешних полей делает такие системы весьма перспективными объектами для использования в технике и для научных исследований. Все возможности ее применения основаны на эффектах, которые никаким другим способом создать невозможно с помощью других материалов.

Свойства магнитной жидкости позволяют использовать ее в технике. Возможность применения не ограничивается непосредственным участием магнитных жидкостей в механических агрегатах машин, а может носить косвенный характер. Магнитные жидкости можно применять и для увеличения теплообмена в охлаждении нагреваемых элементов, используя способность коллоида втягиваться в области с большей напряженностью магнитного поля, образующиеся в результате повышения температуры, так как нагревая часть магнитной жидкости можно существенно уменьшить ее магнитную восприимчивость.

Информационные технологии в качестве прикладной области являются весьма актуальными на сегодняшний день при решении различного рода задач. Зачастую, при постановке физических экспериментов, возникают проблемы по их организации, а также возможности визуального анализа результатов исследования, связанных со спецификой постановки эксперимента, природы изучаемого явления, а также отсутствия необходимой экспериментально-технической базы. Задача по исследованию структуры, свойств и поведения частиц магнитных жидкостей на качественном уровне была бы практически невыполнимой без применения информатики, так как визуальное наблюдение процесса взаимодействия однодоменных частиц магнетита невозможно из-за очень маленьких размеров частиц и больших скоростей, при которых происходят взаимодействия. Делая небольшое отступление в физику магнитных материалов, отметим, что магнитные жидкости представляют собой суспензии ферро- или ферритмагнитных однодоменных частичек (размеры которых, как правило, порядка сотен ангстрем) в несущей жидкой среде. Сочетание хорошей текучести, активного отклика на внешнее магнитное поле, возможности управления их физическими свойствами с помощью внешних полей делает такие системы привлекательными объектами для исследования и перспективными в практическом применении. С целью понять природу происходящих процессов внутри магнитной жидкости была поставлена задача построения модели взаимодействия диполей магнитной жидкости, максимально приближенной к реальным явлениям на качественном уровне. Модель реализуется на первоначальном этапе в качестве алгоритма и в последствии – в качестве программного обеспечения, работающего под операционную систему Windows. На данный момент существует множество средств разработки программного обеспечения, позволяющих быстро и качественно создать готовое программное приложение. Самые распространенные пакеты – средства визуального программирования: Delphi, C++ Builder. Модель была реализована на Delphi и использует стандартные функции вывода графических примитивов на экран.

В процессе разработки алгоритма, отдельное внимание уделялось решению следующих задач: реализация процесса столкновения частиц с отражением и поглощением энергии (эффект бильярдных шаров); реализация процесса диполь – дипольного взаимодействия частиц (такое взаимодействие подобно всемирному притяжению, только убывает пропорционально кубу расстояния и зависит от знака «магнитного заряда» взаимодействующих объектов); моделирование процесса влияния внешнего магнитного поля на частицы магнетита, при меняющемся угле поворота и напряженности поля; реализация явления адсорбирования молекул введенного в коллоид поверхностно-активного вещества на дипольных частицах магнитной жидкости (наличие поверхностно-активных веществ препятствует процессу слипанию частичек, и таким образом явлению «старения» магнитной жидкости, при котором она теряет свои уникальные свойства). Результатом подобных взаимодействий при определенных параметрах может стать образование хаотичных структур из сложным образом перепутанных и разветвленных цепочек, сформированных из магнитных диполей. В качестве меняющихся параметров представлены безразмерные величины температуры магнитной жидкости, внешнего магнитного поля и его направления, концентрации частиц магнетита, концентрации поверхностно-активного вещества и коэффициента диполь-дипольного взаимодействия. Значения величин устанавливаются с помощью элементов стандартного пользовательского интерфейса Windows. Алгоритм модели не обошелся без допущений, которые в пределах изучаемых явлений на качественном уровне незначительным образом влияют на конечную картину процесса. Сами частички представляют собой шарики одинаковых размеров и масс. После вычислений результат моделирования отображается на экране в виде картины различных дипольных образований в ограниченном объеме при фиксированной концентрации диполей. Уникальность данного проекта состоит в том, что все происходящие явления отображаются в режиме реального времени.

Попытка подобного моделирования процессов взаимодействий дипольных частичек в магнитной жидкости является в некотором роде новинкой. В перспективе оптимизации вывода графики на экран в, подобного рода проектах, требующих высокую скорость отображения картины происходящих явлений при большом количестве вычислений, лежит задействование возможностей современных видеоакселераторов в персональных компьютерах, обеспечивающих высокую производительность при выводе двух- или трехмерной графики на экран с наложением текстур и использовании различных фильтров.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ: ФИЛОСОФИЯ ПРОБЛЕМЫ

Лаза В. Д.

Пятигорский государственный лингвистический университет

В статье «Новые технологии идентификации личности: философия проблемы» рассматриваются актуальные вопросы, связанные с реакцией общества на введение новых технологий в сфере управления и налогообложения. Анализируется проект документа, предложенный РПЦ для решения религиозного аспекта этой проблемы.

New technologies of identification: the philosophy of the problem. Lasa V. D.

In the article «New technologies of identification: the philosophy of the problem» addresses important issues related to the social response to the introduction of new technologies in the management and taxation. We analyze the draft document proposed by the ROC to address the religious aspects of this problem.

Жизнь современного общества в эпоху информатизации и высоких технологий, уже не мыслима без электронных карт, удостоверений, пропусков, постоянно работающих мобильных телефонов и круглосуточного безлимитного Интернета. Ежедневно человек оказывается в поле зрения десятков камер видеонаблюдения, видеорегистраторов и систем спутниковой навигации. Незаметно частная жизнь становится все прозрачней, информация о людях все доступней. Социальные сети научили современную молодежь жить как бы «за стеклом» в глобальном человеческом аквариуме. В обществе растет уверенность в том, что чем личность более открыта, а ее жизнь более прозрачна, то больше гарантий безопасности может дать государство. И в эпоху глобальных террористических угроз, для обывателя, это выглядит весьма привлекательно и целесообразно – жить в поле зрения. Тем более, что все делается для удобства населения. Электронное правительство – избавит от коррупции и бумажной волокиты, универсальная электронная карта решит проблемы с передвижением, заменит водительские права, паспорт, кредитку и пр. А чтобы вся документация была под рукой в любое время дня и ночи, можно имплантировать электронные идентификационные устройства всем тем, кто хочет считаться и остаться гражданами.

Остается не решенной только одна проблема, проблема реализации прав человека на свободу и конфиденциальность частной жизни и информации прописанных в Конституциях всех цивилизованных стран и международных правовых актах. А для еще пока многочисленной группы людей считающих себя верующими, это вопрос о защите их богоданной свободы. Свобода – это не просто величайшая общечеловеческая ценность,

но с точки зрения христиан – это Божественный дар, уподобляющий человека Творцу мира и дающий ему право выбора. Выбор и есть единственно возможный путь реализации человеком своей свободы.

Несомненно, что государство должно учитывать и защищать своих граждан, но система тотального контроля, оказавшаяся в руках недобросовестных людей, может не только ограничить свободу, но превратить личность в объект манипуляции, попросту поработить ее. А это уже в корне противоречит самой идеи социальности. Ведь социальность – по мнению И. Ильина, живая справедливость и живое братство людей, это бережное отношение к человеческой личности, к ее достоинству и свободе. Говорить о социальности, унижая человека, делая его рабом, – нелепо и лицемерно. Великий мыслитель был убежден, что «Сытые холопы остаются холопами; роскошно одетые и комфортно живущие рабы не перестают быть рабами и становятся тупыми, развратными и самодовольными рабами. Режим угроз, страха, доносов, шпионажа, лести и лжи никогда не будет социален не смотря ни на какую возможную «сытость»¹. Неудивительно, что при всех своих проблемах, россияне чувствуют себя пока гораздо более лично свободными, чем граждане сложившихся информационных обществ.

Но есть еще нечто в новых технологиях идентификации личности, что вот уже на протяжении полутора десятилетий смущает верующих – это отождествление современных инноваций (ИНН, штрих кодов и пр.) с апокалиптическими пророчествами, изложенными в Откровение Иоанна Богослова.

Видимо, с этим связана та перемена, которая происходит в церковном сознании и церковной жизни. В течение многих веков Православная Церковь не интересовалась проблемой прав человека, не протестовала против рабства, и усиления крепостного права. Но понимание тоталитарных перспектив нового электронного режима, сегодня заставляет многих клириков и прихожан беспокоиться о том, как защитить человеческую свободу в обществе. Как бы то ни было, сегодня складывается парадоксальная ситуация, состоящая в том, что ни общественные организации, ни профессиональные правозащитники, не замечают проблем, которые несет с собой электронификация современной жизни. В то же время Церковь как институт гражданского общества, инициирует богословские дискуссии и общественное обсуждение на многочисленных сегодня православных сайтах и тем самым помогает актуализации многих вполне светских проблем.

Эта обеспокоенность впервые возникла в связи с частным вопросом о введении идентификационного номера налогоплательщика и рассматривалась VII Пленумом Синодальной Богословской комиссии Русской Православной Церкви от 19-20 февраля 2001 года. По мере развития новых технологий и включения их в различные сферы общественной жизни, потребовалось существенное уточнение церковной позиции, что нашло свое отражение, в частности, в посланиях Архиерейского Собора 2004 года к Президентам России и Украины, Заявлении Священного Синода от 6 октября 2005 года, Определении Архиерейского Собора 2008 года «О вопросах внутренней жизни и внешней деятельности Русской Православной Церкви», Основах учения Русской Православной Церкви о достоинстве, свободе и правах человека, обращении Святейшего Патриарха Кирилла к Уполномоченному по правам человека в Российской Федерации от 28 июля 2009 года, Определении Архиерейского Собора 2011 года «О вопросах внутренней жизни и внешней деятельности Русской Православной Церкви».

В мае 2012 года в епархии Русской Православной Церкви был направлен проекта нового документа «О позиции Церкви в связи с появлением и перспективами развития новых технологий идентификации личности» для получения отзывов. Так же он был опубликован с целью дискуссии на официальном сайте Межсоборного присутствия, на портале «Богослов.ги» и в официальном блоге Межсоборного присутствия. Возможность оставлять свои комментарии предоставляется всем желающим. Первоначальный проект данного документа был составлен комиссией Межсоборного присутствия по вопросам взаимодействия Церкви, государства и общества, а затем был переработан редакционной комиссией Межсоборного присутствия под председательством Святейшего Патриарха.

Не отрицая наличие многих положительных сторон внедрения информационных технологий в социальную и государственную сферы, в документе указывается на проблемы, связанные с электронной идентификацией личности, которые продолжают накапливаться и усложняться. Поэтому предлагается рассмотреть необходимость выработки новых подходов к гражданской, духовно-нравственной и богословской оценке этих проблем.

Документ выражает мнение РПЦ о том, что идентификационные коды и базы данных являются элементами построения всемирной электронной управляющей системы. При этом законы работы кибернетических систем подчас переносятся на человеческое общество, а сама система порождает опасность тотального контроля и управления гражданином и обществом. Отмечается, что принятие данного идентификатора означает фактическое согласие человека (добровольное или вынужденное, осознанное или неосознанное) с правилами работы системы. Поэтому в обществе распространяется обоснованная тревога по поводу того, что использование цифрового идентификатора может быть навязано людям в качестве условия их физического существования. Рассматриваются проблемы связанные с совершенствованием **мобильной связи, дающей возможность несанкционированного доступа к личной информации.** А так же к **проблемам универсальной электронной карты, по поводу которой** многие верующие выражали озабоченность планами

¹ Ильин И.А. Наши задачи. Статьи 1948 -1956 гг. // И.А. Ильин Социализм и социальность.- Париж. – 1956. – с. 12.

обязательного ее присвоения и настаивали на добровольности этой процедуры, чего в большинстве случаев на данный момент удалось добиться.

Особое место уделяется рассмотрению возможных угроз безопасности граждан и общества, связанных с тем, что управление глобальными информационными сетями сегодня наиболее доступно тем международным кругам, которые создали их архитектуру. В их элементную базу и основное программное обеспечение, по мнению создателей документа, могут быть негласно заложены любые механизмы, позволяющие в любой момент осуществить перехват реальной власти. В том числе рассматривается появление нового вида преступлений, когда злоумышленники используют для своих целей компьютерные сети и технологии.

Относительно биометрии, делается вывод о том, что подобные методы весьма эффективны при раскрытии преступлений, предотвращении несанкционированного доступа в те или иные помещения и в ряде других случаев. Однако всеобщий, а тем более принудительный сбор биометрических параметров человека для помещения их в электронные устройства и базы данных для последующей идентификации и аутентификации ущемляет достоинство личности.

Особую тревогу РПЦ вызывает возможность тотального применения имплантируемых электронных идентификационных устройств, так как уже принимаются законодательные акты, предусматривающие широкое их распространение для беспроводного контакта мозга человека с окружающими предметами, транспортными средствами и другими людьми.

В документе широко рассматриваются случаи дискриминации и нарушения прав человека, в ситуации, когда человек не желает по тем или иным причинам входить в новую идентификационную систему, использовать документы с электронными идентификаторами личности (личным кодом, штриховым кодированием персональной информации, идентификационными номерами) и сомнительной символикой. Сегодня сообщается о сотнях тысяч нарушений конституционных прав граждан, которое происходит подчас из-за отсутствия соответствующих законодательных гарантий. Нередко этих людей лишают медицинской помощи, пенсий по возрасту и других выплат, оформления инвалидности и различных льгот. Подчас они не могут совершать сделки с имуществом, поступать на учебу или работу, вести предпринимательскую деятельность, оплачивать коммунальные услуги, приобретать проездные документы.

Защищая богоданную свободу человека, Православная Церковь не отрицает необходимости учета граждан государством. Тем не менее, она убеждена, что люди вправе не принимать любые новые технологии и символы, которые, в свою очередь, не должны быть безальтернативными и принудительными. Поэтому необходимо сохранить возможность пользоваться традиционной, уже закрепленной в существующих правовых актах, системой учета (по фамилии, имени и отчеству, дате и месту рождения, месту жительства), а также традиционными документами, удостоверяющими личность.

В том числе, Церковь призывает государство со вниманием отнестись к предложению законодательно запретить нанесение на тело человека каких-либо видимых или невидимых идентификационных меток, имплантацию идентификационных микро- и наноэлектронных устройств в тело и мозг человека, создание биологических микрочипов и биокомпьютеров из клеток человека.

В связи с тем, что обладание персональной информацией создает возможность контроля и управления человеком через различные сферы жизни (финансы, медицинская помощь, семья, социальное обеспечение, собственность и другое), создается реальная возможность вмешательства не только в повседневную жизнь человека, но и в его духовный мир. Церковь разделяет опасения граждан и считает недопустимым ограничение конституционных прав в случае отказа человека дать согласие на обработку персональных данных.

В отношении представленного документа в церковной среде и на указанных сайтах развернулась жаркая дискуссия. Не смотря на то, что проект документа носит достаточно жесткий и конкретный характер, учитывает мнение верующих, его критикуют за излишнюю лояльность к существующим процессам. Судя по отзывам и направлению дискуссии, многие боятся потерять не физическую, экономическую и даже личную свободу, но опасаются за свободу духовную.

Особое негодование вызывает любовь некоторых создателей новых технологий манипулировать с цифрой 666. Некоторые напрямую отождествляют наличие этого числа в штрих-кодах и ИНН со скорым приходом Антихриста, о котором говорит Иоанн Богослов в своем Откровении:

16 И он сделает то, что всем, малым и великим, богатым и нищим, свободным и рабам, положено будет начертание на правую руку их или на чело их, 17 и что никому нельзя будет ни покупать, ни продавать, кроме того, кто имеет это начертание, или имя зверя, или число имени его. 18 Здесь мудрость. Кто имеет ум, тот сочти число зверя, ибо это число человеческое; число его шестьсот шестьдесят шесть. (Откровение 13:16-18)

В церковной среде распространяется мнение, что использование подобных технологий препятствует спасению человека и обретению им вечной жизни, т.к. подразумевает отречение от Христа. Приводятся цитаты из Нового Завета: «...мы окажемся перед дилеммой: Святое Помазание именем Господа нашего Иисуса Христа, или начертание с числом имени зверя? И тогда всякий в конце концов подойдет к конечной стадии согласно словам: «Никакой слуга не может служить двум господам, ибо или одного будет ненавидеть, а другого любить, или одному станет усердствовать, а о другом нерадеть. Не можете служить Богу и

мамоне». (Лк. 16, 13). (Главным образом под мамонной понимается то, что с помощью начертания всякий будет запечатлеваться всемирной экономической системой)».

Делаются ссылки на «авторитетные» источники и экспертов указывающих на идентичность ИНН с начертанием зверя: «Информационно-техническая экспертиза вопросов, связанных с ИНН и техническими аспектами его использования, проведенная Центром Энергоинформационных Технологий Санкт-Петербургского Государственного Института Точной Механики и Оптики (см. <http://www.notinn.ru/inn/expertiz/index.php>), однозначно указывает не просто на схожесть, а на идентичность штрих-кодов EAN13 (частный случай - ИНН) с начертанием зверя, описанного в Апокалипсисе. При этом использовался функциональный анализ всех известных признаков начертания».

Тем не менее, нет ничего удивительного в том, что многие сегодня ищут признаки конца света. Его признаки люди видели в самые различные эпохи. В периоды войн и разрухи вспоминали слова Евангелия: «и восстанет народ на народ, царство на царство, и тогда настанет конец». Были времена, когда отчетливо звучали слова апостола Павла о том, что конец близок, когда «будут говорить – мир и безопасность». Поэтому эсхатологические мотивы в христианской традиции достаточно естественны. Ведь до IV века первые христиане жили в ожидании скорого Второго Пришествия.

Другое дело, когда эсхатологические настроения начинают доминировать в обществе, заслоняя собой основную цель христианской жизни. Не случайно, что Апокалипсис – единственная книга Нового Завета, которую никогда не читают во время Богослужения именно потому, что она воспринимается сложно и не однозначно, у впечатлительных людей вызывает тревогу, а часто уныние и безысходность.

Очевидно, что в условиях глобализации действительно существуют тревожные тенденции. Признаки глобального тоталитаризма «царства Антихриста» просматриваются в новой конфигурации мирового устройства, претендующего на контроль всей экономической системы. Те же, кто будут не согласны с политикой наднационального государства, обречены на бойкот: не смогут ни купить, ни продать без определенной электронной символики. Другой признак современного тоталитаризма – попрание духовной свободы, стремление контролировать души людей, их восприятие, в том числе и религии.

Можно все же предположить, что многие мировые процессы носят достаточно объективный и случайный характер, а манипуляции с цифрами носят символический характер. Известно, что в Ветхозаветной традиции также встречается число 666, здесь оно символизирует мировое богатство и могущество, ведь именно 666 талантов золотом платили покоренные племена царю Соломону. Наверное, поэтому, при всех реформах внешнего облика доллара, неизменяемой остается ширина банкнот – 66.6 миллиметра, этим же можно объяснить присутствие шестеренок в штрих-кодах и ИНН.

Действительно, само по себе число ничего не значит, значит вкладываемый в него смысл. И в Библии есть страница под номером 666, и есть число имени Иисуса Христа – 888. Но сколько не покрывай себя этими цифрами не освятишься и не осквернишься. Главное не в этом. Главное необходимо уважать религиозные чувства и культурные традиции других людей. Элементарная религиозная грамотность и такт могут помочь избежать серьезных конфликтов и сохранить социальный мир и порядок. И никакие информационные технологии не повредят душе освященной Евангельской любовью.

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Мартынов В.В., Филосова Е.И.

Уфа, Уфимский государственный авиационный технический университет

Доклад посвящен обсуждению теоретических и методических вопросов информатизации в управлении социально-экономическими системами на опыте проектов кафедры экономической информатики Уфимского государственного авиационного технического университета. Данные разработки могут быть положены в основу концептуального подхода к использованию новых информационных технологий для разработки и применения информационных систем в различных областях экономики.

Experience in the development of economic information systems. Martynov, E. Filosova.

The report discusses the theoretical and methodological issues in the management of information of socio-economic systems on the experience of projects of the Department of Economic Informatics, Ufa State Aviation Technical University. These developments may be the basis for a conceptual approach to the use of new information technologies for the development and application of information systems in various areas of the economy.

В основе всех разработок кафедры лежит комплексный подход к созданию интегрированных систем информационной поддержки социально-экономической сферы, который заключается в использовании современных технологий разработки программного обеспечения, реализующих принципы информационной поддержки ЖЦ изделий (CALS-технологий). Основой является принцип инструментального управления информационными процессами в рамках объектного подхода. Данная методика реализуется в рамках

методологии управления проектами - Rational Unified Process (RUP) фирмы IBM Rational и использует набор программных средств, поддерживающих указанную методологию.

Задачей CALS-технологии является обеспечение информационного обмена между процессами, реализующими жизненный цикл (ЖЦ) изделий. Полноценный информационный обмен между подсистемами разных этапов ЖЦ (локальными информационно-технологическими областями) может быть установлен только как результат процесса обмена знаниями. Система, обеспечивающая полноценный обмен данными в указанных условиях, должна удовлетворять ряду требований: системности, ориентированности, инструментальности и др. Технология RUP позволяет оптимальным образом конфигурировать модели предметных областей участников CALS процесса и обеспечить взаимопонимание специалистов разных предметных областей.

Одним из основных направлений работы кафедры является изучение методов и средств разработки, внедрения и оптимизации ERP-систем в управлении производством, как элемента CALS-технологий. Целью исследований является математическое, информационное, алгоритмическое и машинное обеспечение моделирования и оптимизации технологических процессов и управленческих систем на производстве, включающее методологию исследования и проектирования, формализованное описание и алгоритмизацию, оптимизацию и имитационное моделирование функционирования систем, внедрение, сопровождение и эксплуатацию таких систем.

В рамках проекта «Разработка технологии согласованного управления информационными ресурсами сферы образования и науки на базе информационных моделей в области ИПИ (CALS) технологий» была создана концепция управления содержательной составляющей научных программ и процесса обучения специалистов в данной области. С помощью указанной технологии была решена задача построения центров обучения в области CALS-технологий по направлениям на ряде кафедр УГАТУ. Разработаны референтные модели по каждому из направлений обучения. Средства применяемой технологии позволяют использовать настраиваемую референтную модель процесса обучения для гибкого управления содержательной составляющей учебного плана в зависимости от целей обучения, исходного уровня обучаемых и потребностей промышленности.

По данной тематике кафедра участвовала в инновационной образовательной программе подготовки кадров в области информационных технологий проектирования, производства и эксплуатации сложных технических объектов. Задачами выполняемого проекта были научные и технические исследования и разработки, модели и структурные решения человекомашинных систем, предназначенных для автоматизации производства и интеллектуальной поддержки процессов управления. Была разработана и реализована концепция комплексной подготовки специалистов в данной области. В соответствии с данной концепцией разработаны и переработаны в рамках направления ряд образовательных программ и поддерживающие их дисциплины УМК, с учетом внедрения в эти сферы ERP-систем, издано восемь учебных пособий.

Вторым основным направлением работы кафедры является проектирование информационных систем управления качеством. Прежде всего, это касается возможности обеспечения нового качества высшего образования в условиях современных реформ высшей школы и повышения требований к уровню подготовки выпускников вузов. По данной теме были выполнены несколько проектов по различным ведомственным целевым программам.

В рамках проекта «Разработка информационно-методической поддержки систем управления качеством в образовательных учреждениях ВПО» был проведен анализ представленных на рынке платформ для развертывания системы менеджмента качества (СМК) и готовых решений, в которых реализованы основные необходимые для поддержания СМК функции. Был проведен комплекс теоретико-методологических исследований по проблемам создания компьютерной поддержки СМК, разработаны методологические вопросы построения СМК, проведено функциональное моделирование основных и вспомогательных процессов системы менеджмента качества образовательного учреждения. Итогом стал дизайн-проект компьютерной поддержки СМК образовательного учреждения.

В проекте «Формирование системы менеджмента качества образовательных услуг университетского округа» сформирована распределенная система менеджмента качества, на основе развития моделей и методов технологии RUP и с учетом требований международных стандартов качества; создана интеллектуальная информационная система, направленная на оценку и анализ принимаемых решений на всех этапах предоставления образовательных услуг с рекомендацией внедрения результатов проекта в учебный процесс по специальностям и направлениям подготовки специалистов в вузах Министерства образования и науки РФ.

Целью проекта «Управление компетенциями специалистов в области информационных технологий на базе объектного подхода в рамках международных стандартов обучения» является решение многокритериальной задачи формирования оптимальной по дидактическим параметрам программы обучения специалиста в области информационных технологий и минимизации стоимости обучения групп специалистов в рамках учреждений системы профессионального образования России. Был предложен онтологический подход к разработке интеллектуальной системы поддержки принятия решений. Результатом исследований стала структура и методика разработки онтологической базы знаний, позволяющей решить задачу формирования требований работодателя к специалисту. Поставленные задачи разработки набора функциональных подсистем, позволяющих на базе объектного и онтологического подходов разработать и реализовать комплексную, с учетом педагогических характеристик, методологию обучения были выполнены достаточно полно.

Общемировая тенденция движения к новому качеству высшего образования проявляется, прежде всего, через нарастание комплексного, системного, междисциплинарного и интегрального характера требований к уровню подготовленности выпускников вузов для выполнения как профессиональных, так и социальных ролей в разнообразных и широких контекстах. Это нашло свое отражение в динамичном становлении в последние годы компетентностного подхода к результатам высшего образования. Современные технические университеты как инновационные вузы активно совершенствуют технологическую базу подготовки специалистов, во многом опираясь на широкое использование информационных технологий (разработка электронных курсов, развитие дистанционной технологии образования и т.п.).

Процессу такого активного, компетентностного обучения был посвящен проект «Технология создания адаптивных распределённых электронных ресурсов как элементов единой образовательной среды с учётом международных стандартов», выполняемый в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2011 годы)». В работе была сформирована согласованная система информационно-технологических моделей всех этапов жизненного цикла процесса создания адаптивных электронных ресурсов, начиная с бизнес моделирования, проектирования ресурса, тестирования ресурса, управлением конфигурациями и изменениями, управлением проектом, качеством создаваемого ресурса. Результатом явился разработанный комплекс документов описания ключевых функций и методики реализации корректирующих связей при реализации основных образовательных услуг при использовании адаптивного цифрового образовательного ресурса. Одним из направлений развития данного исследования стало создание научного и методического обеспечения андрагогического обучения информационным технологиям в системах подготовки и переподготовки кадров.

Кроме перечисленных исследований в области управления социально-экономическими системами, также рассматриваются вопросы создания информационных систем поддержки принятия решений в социальной сфере, в том числе и в здравоохранении. Результатом послужила защита диссертации на тему «Поддержка принятия решений по управлению инвестициями в здравоохранении на основе оценки качества медицинской помощи». Разработанный метод оценки качества медицинской помощи и алгоритм управления инвестициями в лечебно-профилактическом учреждении позволяет получить диапазоны изменения объемов финансирования по приоритетным статьям расходования, дающие наибольший эффект, и предоставляет лицу, принимающему решения, возможность выбора наиболее приемлемого варианта распределения денежных средств в соответствии с его предпочтениями.

На основании изложенных в докладе концептуальных принципов ведутся исследования и разработки в научно-образовательном центре «Инфокоммуникационные технологии в социально-экономической сфере», созданном на базе кафедры экономической информатики, Башкирского регионального центра информационных технологий, и Института социально-экономических исследований УНЦ РАН (г.Уфа). Внедрение результатов перечисленных проектов в учебный процесс дает возможность выпускникам кафедры занимать должности, связанные с проектированием, созданием и эксплуатацией информационных систем в социально-экономической сфере: IT-компаниях, банках, коммерческих фирмах, машиностроительной отрасли, муниципальной или региональной администрации, а также на предприятиях и в организациях других отраслей.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ КОЛОНИИ МУРАВЬЕВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Мельников Г.А., Губарев В.В.
Новосибирск, НГТУ

Предложен алгоритм построения деревьев моделей на основе моделирования поведения колонии муравьев. Результаты экспериментов показали, что он превосходит классические алгоритмы данной группы по адекватности идентификации и позволяет строить компактные и легко интерпретируемые составные модели. Применение алгоритма рассмотрено на примере данных по ротавирусной инфекции.

Algorithm for constructing model trees based on modeling behavior of ant colonies and it's application for analysis of infectious diseases. Melnikov G.A., Gubarev V.V.

We propose algorithm for constructing model trees based on modeling behavior of ant colonies. The experimental results have shown that algorithm outperforms classical algorithms of this group on adequacy of identification and allows to construct compact and interpretable composite models. Applying of the algorithm is examined by the example of data on rotavirus infections.

Большинство природных процессов являются нестационарными и имеют сложную структуру. Так если говорить об инфекционных заболеваниях, то в различные времена года могут действовать (или преобладать) разные механизмы распространения заболеваний. Например, аномально жаркая погода может привести к

увеличению потребления воды и купанию в загрязненных водоемах, что в свою очередь является известным фактором риска для некоторых типов инфекций [1]. В таком случае модели, построенные по всему диапазону данных, не всегда адекватны и, как правило, трудны для интерпретации. Решением данной проблемы может служить разделение области значений влияющих (объясняющих) факторов (входного пространства) на сегменты с последующим построением для каждого из них специализированных (локальных) моделей. Такой подход обладает рядом достоинств:

- Каждый из выделенных сегментов может быть рассмотрен в отдельности с использованием как простых, так и сложных моделей.
- Выделенные сегменты могут быть интерпретированы в рамках предметной области. Например, соответствовать определенным подпроцессам, временным интервалам, режимам работы и т.д.
- Процесс в целом может быть адекватно представлен набором относительно простых моделей. Среди методов, позволяющих осуществить этот подход, в работе предлагается использовать метод деревьев моделей [2] – деревьев решений, которые в каждой точке ветвления (внутренний узел) содержат правило разделения входного пространства по одному из атрибутов, а в каждом конечном узле – локальную модель (рис. 1). Методы данной группы обладают следующими достоинствами. Они:
- Осуществляют поиск сегментов, где связь между переменными является линейной, а её характер изменяется при переходе от одного сегмента к другому.
- Осуществляют и сегментацию данных, и построение локальных моделей.
- Полученная общая модель сравнительно легко интерпретируется.

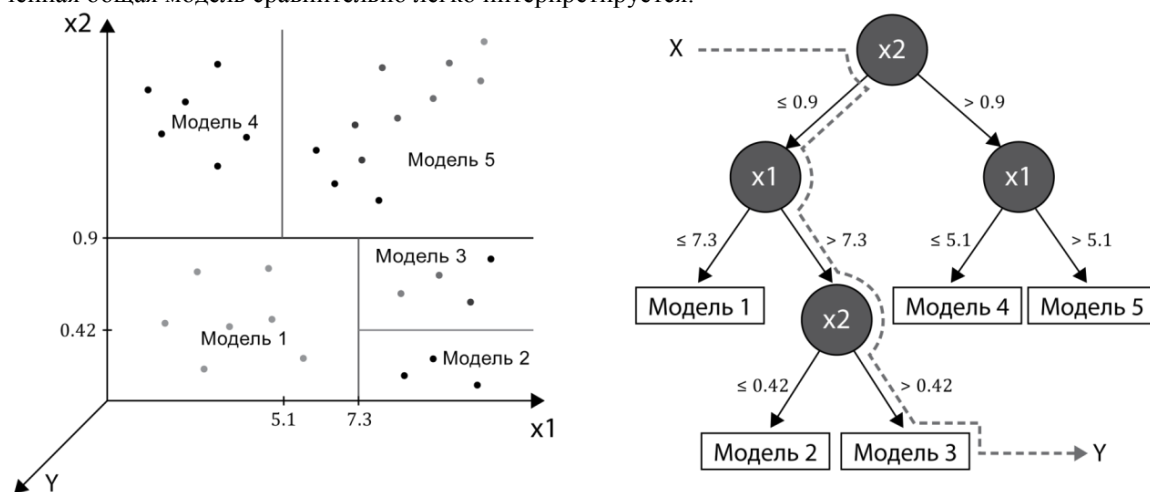


Рис. 1. Пример разбиения входного пространства на сегменты и соответствующего ему дерева моделей

Так как задача построения деревьев моделей является NP-полной и трудно формализуемой, существует ряд проблем её эффективного решения. В работе предлагается для этого интеграция методов деревьев моделей и поиска вариантов решений, использующих идеи искусственного интеллекта, в частности муравьиных алгоритмов [3].

В применении к анализу данных об инфекционных заболеваниях важно не только выбрать конечные локальные модели, но и так разбить входное пространство, чтобы одновременно решить задачу кластеризации – выделить многомерные паттерны, характерные для совокупности значений параметров, описывающих выделенные диапазоны значений влияющих на заболевания факторов, допускающих разумную прикладную интерпретацию.

В связи с этим предлагается новый алгоритм построения деревьев моделей на основе моделирования поведения колонии муравьев. В его основе лежит идея моделирования непрямого обмена информацией через наблюдение особого вещества в окружающей среде – феромона, оставляемого муравьями и используемого ими при поиске пути от муравейника до источника пищи. Он побуждает муравьев следовать пути (выбирать варианты разделения данных), который ведет к хорошему решению анализируемой задачи. Виртуальный феромон позволяет выделить наиболее удачные комбинации компонентов решений и как можно чаще использовать их в дальнейшем. В природе концентрация феромона на пути зависит от длины пути. При построении деревьев моделей её предлагается определять пропорционально качеству построенных решений. Со временем феромон испаряется, это позволяет забыть неудачные разделения.

С учетом выделения многомерных паттернов разработана оригинальная версия муравьиного алгоритма, которая допускает решение задачи построения деревьев моделей как многокритериальной задачи, использует архив решений для обновления феромона и позволяет на каждой итерации локализовать поиск лишь на определенной части фронта Парето. Экспериментальное сравнение алгоритмов деревьев моделей показало, что разработанный алгоритм эффективнее существующих как по адекватности идентификации (на 2% – 27%), так и по сложности деревьев моделей (при одинаковой адекватности идентификации размер деревьев меньше на 2 – 10 узлов).

Предложенный алгоритм был апробирован на нескольких известных наборах данных и на оригинальных данных [4] по ротавирусной инфекции и окружающей среде в городе Челябинске с 2005 по 2009 год. Полученные результаты показали, что построенные с помощью алгоритмов деревьев модели составные модели позволяют лучше описать исследуемые закономерности, более информативны по сравнению с традиционным подходом, где одна модель строится для всего диапазона данных, и позволяют выделять паттерны, хорошо согласующиеся с известными для ротавирусной инфекции с учётом региональных особенностей.

Литература

- [1] Pruss, A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water / A. Pruss // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1998. – №27 (1). – P. 1-9.
- [2] Quinlan, J.R. Learning with continuous classes / J.R. Quinlan // *Proc. AI'92, 5th Australian Joint Conference on Artificial Intelligence, Singapore.* – 1992. – P. 343-348.
- [3] Bonabeau E. Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems / E. Bonabeau, M. Dorigo, G. Theraulaz. – New York: Oxford University Press, 1999. – 307 p.
- [4] Губарев, В.В. Информационная система мониторинга состояния объектов «Окружающая среда – водные инфекции» в городах Зауралья России / В.В. Губарев, О.К. Альсова, В.Е. Хищенко, Н.А. Чистяков, С.Г. Юн // Сборник трудов международной НПК «Инновационные информационные технологии», 23-27 апреля 2012, Прага; М.: МИЭМ, 2012. – С. 272-274

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ РЕГИОНАЛЬНОГО МАСС-МЕДИЙНОГО КОМПЛЕКСА КАК КЛЮЧЕВОЙ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОГО МЕДИАПРОСТРАНСТВА

Матвеев А.С., Мешков Н.А.
НИУ ВШЭ

Излагается концепция информационно-аналитического Интернет-портала регионального масс-медийного комплекса как ключевого системообразующего элемента инновационной инфраструктуры регионального информационно-коммуникационного медиaproстранства.

Information-analytical Internet-portal of the regional mass-media complex as key backbone element of innovative infrastructure of regional information communication media space. Matveev A., Meshkov N.

The concept of the information-analytical Internet-portal of a regional mass-media complex as key backbone element of innovative infrastructure of regional information communication media space is stated.

Необходимым условием устойчивого поступательного социально-экономического развития Российской Федерации, обеспечения ее конкурентоспособности является инновационное развитие всех отраслей народного хозяйства страны, отдельных хозяйствующих субъектов и их объединений как способ их существования посредством целенаправленного изменения своего качественного состояния в результате инновационной деятельности в условиях изменяющихся факторов внешней среды и/или изменяющихся их внутренних свойств. Для всех сложных социально-экономических систем главным новым фактором внешней среды является формирование глобального информационного общества, характеризующегося высоким уровнем развития информационных и телекоммуникационных технологий и их интенсивным использованием гражданами, бизнесом и органами государственной власти, ростом роли информации и знаний в жизни общества, увеличением доли объектов информационно-коммуникационной инфраструктуры, информационных продуктов и услуг в валовом внутреннем продукте, формированием глобального информационно-коммуникационного пространства, повышением эффективности информационного взаимодействия людей, расширением возможностей для наиболее полного удовлетворения их социальных и личных потребностей в информационных продуктах и услугах. Главным условием благополучия каждого человека, каждой организации и каждого государства в информационном обществе становится знание, полученное благодаря беспрепятственному доступу к информации и умению работать с ней. Происходит переход от "информатизации управления" к "информатизации жизни". На базе глобальной компьютерной сети Интернет возникают и развиваются проблемно-ориентированные информационно-коммуникационные социальные пространства, представляющие собой форму существования отношений, складывающихся в процессе осуществления хозяйствующими субъектами экономической и иной деятельности с использованием передовых информационно-коммуникационных технологий, на основе общности целей и ценностей формируются

Интернет-сообщества. Отказ социально-экономических систем от использования возможностей, предоставляемых информационным обществом, ведет их к стагнации и деградации.

К важнейшим социально-экономическим системам относится российский масс-медийный комплекс (ММК) – множество взаимосвязанных и взаимодействующих между собой хозяйствующих субъектов, реализующих в процессе своего согласованного функционирования одну общую цель – удовлетворение потребностей российского социума в информации, необходимой ему для нормального функционирования и развития. Инновационная направленность современных экономических процессов в масс-медийной сфере предъявляет особые требования к содержанию, организации, формам и методам управления развитием ММК, учитывающие возрастающее значение в условиях информационного общества невещественных форм и качественных нетрадиционных факторов экономического роста. Главным фактором повышения социально-экономической эффективности функционирования российского ММК в условиях движения страны к информационному обществу является использование возможностей, предоставляемых производителям и потребителям информационных услуг современными информационно-коммуникационными технологиями [1].

Как федеративное государство, Россия представляет собой сложное с точки зрения организации, структуры и логики развития образование. Важное место в системе государственного управления России занимает региональное управление. Из множества дефиниций понятия "регион" выберем следующее: регион есть "часть территории Российской Федерации, характеризующаяся общностью природных, социально-экономических, национально-культурных и иных условий" (А.В.Пикулькин [2]). Регион как социально-экономическую систему характеризуют этнический и религиозный состав и культурные особенности населения, трудовые ресурсы, социальная инфраструктура, социально-психологический климат, уровень политического развития регионального социума и т.д. В самом общем случае региональное деление может не совпадать с административно-территориальным и национально-территориальным.

Базовым звеном ММК на региональном уровне является региональный масс-медийный комплекс (РММК), ориентированный, прежде всего, на удовлетворение информационных потребностей социума конкретного региона. Развитие процессов самоорганизации региональных масс-медийных комплексов и формирование региональных информационно-коммуникационных медиапространств (ИКМП), представляющих собой форму существования отношений, складывающихся в процессе осуществления субъектами РММК деятельности, направленной на удовлетворение потребностей региональных социумов в информации, необходимой им для нормального функционирования и развития, с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, ведут к существенным качественным позитивным изменениям в системе информирования населения страны.

Вместе с тем, органами государственной власти и местного самоуправления, организациями и гражданами все еще не в полной мере и недостаточно эффективно используются возможности, предоставляемые Информационным обществом. При всем многообразии функционирующих сегодня российских медийных Интернет-порталов и сайтов по-прежнему актуальной остается задача создания системы информационно-аналитических Интернет-порталов региональных масс-медийных комплексов как ключевых системообразующих элементов инновационной инфраструктуры региональных информационно-коммуникационных медиапространств.

С расширением присутствия субъектов РММК в ИКМП ускоряется процесс социальной институционализации ИКМП – организации и координации социального взаимодействия в ИКМП, появления его стандартизированных и регулярно воспроизводимых элементов. Активизируется процесс формирования социально-активного Интернет-сообщества – объединения людей (членов регионального социума и работников РММК), имеющих общие интересы, общую цель – удовлетворение потребностей регионального социума в информации, необходимой ему для нормального функционирования и развития.

Ключевым системообразующим элементом инновационной инфраструктуры регионального информационно-коммуникационного медиапространства призван стать информационно-аналитический Интернет-портал РММК – глобальная саморазвивающаяся проблемно-ориентированная информационно-коммуникационная система, виртуальная организация, предоставляющая пользователям возможность рассредоточенной и децентрализованной работы, инструмент общественного контроля за деятельностью органов государственной власти и местного самоуправления, субъектов РММК, других хозяйствующих субъектов региона, направленной на удовлетворение потребностей регионального социума в информации, необходимой ему для нормального функционирования и развития, социальная сеть членов регионального социума и работников РММК, один из важнейших инструментов Интернет-демократии на региональном уровне. Важнейшая общественно-политическая задача портала РММК заключается в содействии достижению целей государственной политики в сфере масс-медиа, соответствующих общепринятым в демократическом мире стандартам, удовлетворении потребности потребителей в объективной, полной, достоверной, адекватной, актуальной информации, расширении возможностей реального участия самых широких слоев населения региона в политическом процессе, формировании и развитии регионального информационно-коммуникационного медиапространства. Главной научно-практической задачей портала РММК является сбор, накопление, хранение и актуализация информации по всем вопросам жизнедеятельности региона.

К portalу РММК как основе инновационной инфраструктуры ИКМП предъявляются следующие требования:

- портал должен обеспечивать установление прямых и обратных информационных связей между потребителями и производителями медиа-продукции;
- основная особенность технического решения портала как виртуальной организации заключается в его модульной иерархической структуре, обеспечивающей высокую степень унификации за счет использования ограниченного числа типовых модулей и простейших программ-редакторов для их настройки и наполнения контентом;
- формирование контента портала должно осуществляться непосредственно с мест – из организаций РММК, государственных и муниципальных структур, региональных и местных отделений политических партий, общественных организаций и др.

Основой жизненной силы портала являются знания, касающиеся самых разных аспектов жизнедеятельности региона. С созданием портала открываются новые возможности управления человеческим капиталом в интересах нормального функционирования и развития региона.

Портал РММК предлагает своим участникам самый широкий спектр платных и условно бесплатных проблемно-ориентированных услуг и ресурсов. На портале должны быть представлены средства массовой информации всех видов, органы государственной власти и местного самоуправления, региональные отделения политических партий, коммерческие организации и индивидуальные предприниматели, некоммерческие организации и граждане.

В организационно-экономическом аспекте портал РММК представляет собой своеобразный "виртуальный бизнес-центр" с существенно расширенными и видоизмененными функциями. Взаимоотношения между порталом РММК и участниками портала строятся по схеме аутсорсинга. Как аутсорсер, портал РММК предлагает своим участникам самый широкий спектр услуг и ресурсов: от переадресации посетителей портала на сайты, создаваемые, поддерживаемые и развиваемые участниками портала самостоятельно, до создания и обеспечения работы их автономных Интернет-представительств в рамках портала.

Субъекты РММК выполняют следующие социально-значимые функции:

- коммуникативную;
- непосредственно-организаторскую;
- идеологическую;
- культурно-образовательную;
- рекламно-справочную;
- рекреативную.

В соответствии с этим в структуре портала РММК должны быть выделены следующие основные отделы:

- история региона;
- экономика региона;
- образование;
- здравоохранение;
- культура;
- досуг;
- реформа ЖКХ;
- дети;
- молодежь;
- третий возраст;
- средства массовой информации;
- издательства;
- муниципальные библиотеки;
- Россия;
- Мир.

От участия в работе портала РММК субъекты РММК смогут получать соответствующие их организационно-экономическим особенностям социальные и экономические эффекты. Объединенные общими целями, по каким-либо отдельным существенным признакам они могут весьма значительно отличаться друг от друга. Предлагаемый авторами подход к оценке социальной и экономической эффективности вложения инвестиций в формирование и развитие ИКМП, основанный на разбиении субъектов РММК на группы в соответствии с организационно-экономическими особенностями их участия в работе портала РММК, предполагает:

- разбиение субъектов РММК на группы в соответствии с их потребностями и ресурсными возможностями;

– анализ структуры совокупных затрат, связанных с созданием, функционированием и развитием портала РММК, производимых разными группами участников портала, и выявление и агрегация отдельных составляющих синергетического потенциала ИКМП в значимые факторы соответствующих социальных и экономических эффектов;

– анализ затрат, осуществляемых конкретными участниками портала, и эффектов, получаемых ими.

Оценка социальной и экономической эффективности вложения инвестиций в формирование и развитие ИКМП производится путем сопоставления социальных и экономических эффектов, получаемых субъектами РММК от работы портала РММК, с осуществляемыми ими затратами. В самом общем случае совокупный социальный эффект, получаемый гражданами, государственными и муниципальными органами и некоммерческими организациями от работы портала РММК, можно выразить через степень реализации россиянами возможностей, предоставляемых производителям и потребителям информационных услуг современными информационно-коммуникационными технологиями, права свободно искать, получать, передавать, производить и распространять информацию любым законным способом. Экономический эффект, получаемый коммерческими организациями РММК, выражается в снижении затрат на создание, поддержку и развитие их сайтов в рамках портала РММК и в извлечении ими дополнительной прибыли вследствие увеличения объемов продаж производимых ими информационных услуг; некоммерческими организациями – в снижении затрат на создание, поддержку и развитие их сайтов и в извлечении прибыли от размещения на них рекламных баннеров; государственными и муниципальными органами и гражданами – в снижении затрат на осуществление обмена информацией по вопросам жизнедеятельности региона между гражданами, организациями и властными структурами.

В результате развития интеграционных процессов, инициируемых порталом РММК, возникает мощный позитивный синергетический эффект. Реализация синергизма в ИКМП способствует повышению эффективности функционирования регионального медиа-рынка.

Основными факторами синергизма в ИКМП являются:

– концентрация прежде рассредоточенных проблемно-ориентированных информационных ресурсов в одном месте – на портале РММК;

– функциональная специализация участников портала и профессионально-специализированное разделение труда;

– расширение и углубление информационных связей между взаимодействующими группами участников регионального медиа-рынка;

– активизация деятельности одних групп участников регионального медиа-рынка, обусловленная присутствием в ИКМП других групп участников рынка, выступающих в роли катализаторов;

– взаимодополняемость участников регионального медиа-рынка;

– взаимозаменяемость участников регионального медиа-рынка;

– привлечение внимания региональной Интернет-аудитории к portalу РММК, обусловленное концентрацией в одном месте всего спектра информации по вопросам жизнедеятельности региона.

При проведении грамотной редакционной и организационно-экономической политики суммарная отдача от вложения средств в создание и обеспечение функционирования портала РММК будет заведомо выше суммы отдачи по всей стратегической зоне хозяйствования субъектов, участвующих в его работе, и в сфере деятельности органов государственной власти и местного самоуправления, политических партий, общественных организаций и граждан, направляющих свои усилия на поддержку государственной политики в сфере масс-медиа, удовлетворение потребностей регионального социума в информации, необходимой ему для нормального функционирования и развития, без учета преимуществ использования общих ресурсов и их взаимозаменяемости и взаимодополняемости.

Маркетинговая стратегия информационно-аналитического Интернет-портала РММК должна заключаться в активизации деятельности органов государственной власти и местного самоуправления, субъектов РММК и граждан в ИКМП. На стадиях роста и зрелости портала РММК основной вклад в формирование контента портала будут вносить своими действиями его участники и пользователи по схеме краудсорсинга, предполагающего передачу определённых производственных функций неопределённому кругу лиц на основании публичной оферты, не подразумевающей заключение трудового договора. Финансирование функционирования и развития портала будет осуществляться преимущественно по схеме краудфандинга ("народного финансирования"), основанного на добровольном объединении гражданами и организациями своих финансовых и других ресурсов в целях поддержки усилий других граждан или организаций.

Большое влияние на развитие местного самоуправления будет оказывать организованная по схеме **ноосорсинга** (от греч. noos – разум) [3] деятельность формирующихся на базе портала РММК экспертных Интернет-сообществ, ориентированных на решение конкретных социально-значимых проблем региона.

Взяв за основу портал РММК, можно создать интеллектуальную систему управления инновационным развитием РММК – объединенную единым информационно-коммуникационным процессом совокупность технических и программных средств, работающую во взаимодействии с человеком (коллективом людей), способную на основе информации о состоянии внешней среды и собственном состоянии системы, а также

прогноза этих состояний при наличии мотивации и постоянно обновляемых знаний синтезировать цель управления (в виде формального описания задач инновационного развития системы), принимать решения и находить рациональные способы достижения цели (рис. 1). Построение интеллектуальной системы управления инновационным развитием РММК предполагает реализацию механизма синтеза цели управления, динамической экспертной системы, методов самоорганизации, принятия решений и прогнозирования, объединенных в рамках функциональной структуры П.К.Анохина [4].

В системе управления инновационным развитием РММК портал РММК выполняет следующие функции:

- сбор, накопление и хранение информации о состоянии внешней среды и собственном состоянии системы;
- синтез цели управления на основе активного оценивания информации о состоянии внешней среды и собственном состоянии системы, а также прогноза этих состояний при наличии мотивации и специальных знаний;
- формирование и развитие базы знаний, касающихся самых разных аспектов деятельности, соответствующей проблемной ориентации портала;
- выработка оценки, необходимой для принятия решения, а также прогноза для акцептора действия;
- принятие решения;
- проверка акцептором действия соответствия результата действия (при реализации выбранного управления) прогнозу.

В качестве экспертов в системе управления инновационным развитием РММК будут выступать члены сформировавшихся на базе портала РММК саморегулируемых Интернет-сообществ, ориентированных на решение социально-значимых проблем региона.

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать следующие обобщающие выводы:



Рис. 1. Структура интеллектуальной системы управления инновационным развитием ПММК

– инновационная направленность современных экономических процессов в масс-медийной сфере предъявляет особые требования к содержанию, организации, формам и методам управления развитием российского масс-медийного комплекса как множества взаимосвязанных и взаимодействующих между собой хозяйствующих субъектов, реализующих в процессе своего согласованного функционирования одну общую цель – удовлетворение потребностей российского социума в информации, необходимой ему для нормального функционирования и развития, учитывающие возрастающее значение в условиях информационного общества невещественных форм и качественных нетрадиционных факторов экономического роста;

– главным фактором повышения социально-экономической эффективности функционирования российского масс-медийного комплекса в условиях движения страны к информационному обществу является использование возможностей, предоставляемых производителям и потребителям информационных услуг современными информационно-коммуникационными технологиями;

– ключевым системообразующим элементом инновационной инфраструктуры регионального информационно-коммуникационного медиапространства призван стать информационно-аналитический Интернет-портал РММК – глобальная саморазвивающаяся проблемно-ориентированная информационно-коммуникационная система, виртуальная организация, предоставляющая пользователям возможность рассредоточенной и децентрализованной работы, инструмент общественного контроля за деятельностью органов государственной власти и местного самоуправления, субъектов РММК, других хозяйствующих субъектов региона, направленной на удовлетворение потребностей регионального социума в информации, необходимой ему для нормального функционирования и развития, социальная сеть членов регионального социума и работников РММК, один из важнейших инструментов Интернет-демократии на региональном уровне;

– важнейшая общественно-политическая задача портала РММК заключается в содействии достижению целей государственной политики в сфере масс-медиа, соответствующих общепринятым в демократическом мире стандартам, удовлетворении потребности потребителей в объективной, полной, достоверной, адекватной, актуальной информации, расширении возможностей реального участия самых широких слоев населения региона в политическом процессе, формировании и развитии регионального информационно-коммуникационного медиапространства;

– главной научно-практической задачей портала РММК является сбор, накопление, хранение и актуализация информации по всем вопросам жизнедеятельности региона;

– при проведении грамотной редакционной и организационно-экономической политики суммарная отдача от вложения средств в создание и обеспечение функционирования портала РММК будет заведомо выше суммы отдачи по всей стратегической зоне хозяйствования субъектов, участвующих в его работе, и в сфере деятельности органов государственной власти и местного самоуправления, политических партий, общественных организаций и граждан, направляющих свои усилия на поддержку государственной политики в сфере масс-медиа, удовлетворение потребностей регионального социума в информации, необходимой ему для нормального функционирования и развития, без учета преимуществ использования общих ресурсов и их взаимозаменяемости и взаимодополняемости;

– на основе портала РММК можно создать интеллектуальную систему управления инновационным развитием РММК;

– построение интеллектуальной системы управления инновационным развитием РММК предполагает реализацию механизма синтеза цели управления, динамической экспертной системы, методов самоорганизации, принятия решений и прогнозирования, объединенных в рамках функциональной структуры П.К.Анохина.

Литература

1. Мешков Н.А. Сущность и генезис проблемно-ориентированных информационно-коммуникационных социальных пространств // Качество. Инновации. Образование. – 2011. – № 3. – С. 72-76.
2. Пикулькин А.В. Система государственного управления. – М.: Юнити-Дана, 2007. – 640 с.
3. Славин Б.Б. Сорсинг и "Наука 2.0" // orel.i-business.ru/blogs/5149 (28 октября 2011 года).
4. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. – М.: Медицина, 1968. – 547 с.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ РОССИЙСКОГО МЕДИКО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА КАК ОСНОВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ МПК

Мешков Н.А.
Москва, НИУ ВШЭ

Излагается концепция информационно-аналитического Интернет-портала российского медико-производственного комплекса как основы интеллектуальной системы управления инновационным развитием МПК.

Information-analytical internet-portal of the Russian medical industrial complex as the basis of the intellectual control system of innovative development of the MIC. Meshkov N.

The concept of an information-analytical Internet-portal of the Russian medical industrial complex as the basis of the intellectual control system of innovative development of the MIC is stated.

Главная особенность современного этапа развития здравоохранения заключается в том, что с каждым годом все более расплывчатой становится грань между медицинскими организациями и врачами частной практики, оказывающими медицинские и сопутствующие им сервисные услуги, с одной стороны, и организациями медицинской промышленности и индивидуальными предпринимателями, производящими вещественные продукты медицинского назначения, с другой стороны. Все более актуальной становится необходимость объединения этих двух секторов – медицинских услуг и медицинской промышленности – в единое целое – единый медико-производственный комплекс страны (МПК)¹, обеспечения в медико-производственной сфере единства процессов планирования и управления. Внутреннее структурное единство российского МПК существует независимо от того, распространяется ли юрисдикция Минздравсоцразвития РФ на те или иные субъекты здравоохранительной деятельности. Уровень общественного здоровья во многом зависит от того, насколько гармонично развиваются все службы, звенья и подразделения МПК. С особой остротой ощущается сегодня потребность в разработке и последовательной реализации единой стратегии модернизации и развития МПК как необходимого условия рационального использования ресурсов, выделяемых обществом на цели здравоохранения, преодолении проявлений разобщенности, фрагментарности и несогласованности действий государственных, муниципальных и частных структур, ответственных за решение вопросов охраны здоровья населения страны.

Главным условием улучшения медико-социальной помощи населению России является ориентация МПК на инновационное развитие. Инновационная направленность современных экономических процессов в медико-производственной сфере предъявляет особые требования к содержанию, организации, формам и методам управления развитием МПК, учитывающие возрастающее значение невещественных форм и качественных нетрадиционных факторов экономического роста. Ключевым фактором повышения социально-экономической эффективности функционирования российского МПК в условиях движения страны к информационному обществу является использование возможностей, предоставляемых производителям и потребителям медицинских услуг и товаров медицинского назначения современными информационно-коммуникационными технологиями, формирование на базе Интернет единого общероссийского информационно-коммуникационного медико-производственного пространства (ИКМПП) как формы существования отношений, складывающихся в процессе осуществления субъектами МПК здравоохранительной деятельности с использованием передовых информационно-коммуникационных технологий [1]. На передний план выдвигается задача включения ИКМПП в процесс формирования саморегулируемой системы оказания медико-социальной помощи населению страны.

С расширением присутствия субъектов МПК в ИКМПП ускоряются темпы социальной институционализации ИКМПП – организации и координации социального взаимодействия в ИКМПП, появления его стандартизированных и регулярно воспроизводимых элементов. Социальная институционализация ИКМПП возникает и развивается на основе следующих четырех предпосылок:

- формирования в условиях глобализации и демократизации общественных потребностей в свободном доступе к информации, имеющей отношение к здоровью людей, медицине, фармацевтике, валео-демографической безопасности РФ во всех аспектах медико-производственной деятельности;

¹ Абстрагируясь от функционального и экономико-правового статуса участников здравоохранительной деятельности, под медико-производственным комплексом страны автор предлагает понимать множество взаимосвязанных и взаимодействующих между собой хозяйствующих субъектов, реализующих в процессе своего согласованного функционирования одну общую цель – обеспечение валео-демографической безопасности Российской Федерации на основе повышения эффективности и качества медико-социальной помощи населению страны, сохранения и укрепления физического и психического здоровья россиян, максимального продления активной творческой жизни и гармоничного развития личности.

- формирования и развития необходимых организационных структур (поисковых систем, каталогов медико-информационных ресурсов, специализированных порталов и сайтов и др.), а также связанных с ними ценностных стандартов и социальных норм, регуляторов поведения человека и социальных групп в ИКМПП;
- возникновения социальных условий и возможностей, соответствующих социализации человека, интернационализации новых ценностей и норм, способных формировать необходимую систему потребностей личности, ценностных ориентаций и ожиданий в области охраны здоровья и продолжения рода;
- интеграции ИКМПП в структуру российского МПК, нуждающегося в связи с неблагоприятной валео-демографической ситуацией в стране в выполнении новых социально-значимых функций в качестве условия своего дальнейшего развития.

Активизируется процесс формирования валеологического Интернет-сообщества – объединения людей, имеющих общие интересы, общую цель – сохранение и укрепление здоровья россиян, обеспечение валео-демографической безопасности России. С совершенствованием способов общения членов валеологического сообщества через Интернет растет социальный капитал сообщества.

Темпы роста ИКМПП и сила его влияния на ситуацию в российском здравоохранении определяются уровнем развития его информационно-коммуникационной инфраструктуры и количеством и качеством представленных в нем медико-информационных ресурсов. Дополнительное ускорение развитию ИКМПП придает повышение образовательного уровня россиян – через пропаганду здорового образа жизни и формирование научно-обоснованных потребностей в медицинских услугах и товарах медицинского назначения и расширение возможностей реализации этих потребностей.

Базовым системообразующим элементом инновационной инфраструктуры ИКМПП призван стать единый проблемно-ориентированный информационно-аналитический Интернет-портал МПК – глобальная саморазвивающаяся проблемно-ориентированная информационно-коммуникационная система, виртуальная организация, предоставляющая пользователям возможность рассредоточенной и децентрализованной работы, высокоэффективное средство массовой информации, инструмент общественного и административного контроля за деятельностью органов государственной власти и местного самоуправления, учреждений здравоохранения, других субъектов МПК, направленной на сохранение и укрепление здоровья россиян, социальная сеть пациентов и работников МПК. Важнейшей общественно-политической задачей портала МПК является содействие формированию у россиян нового валеологического мышления на принципах здорового образа жизни и семейных ценностей. Главная научно-практическая задача портала заключается в содействии формированию единого общероссийского информационно-коммуникационного медико-производственного пространства, накоплению, хранению и актуализации информации по вопросам укрепления личного и общественного здоровья, создании уникальной по содержанию и объему базы данных по проблемам валео-демографической безопасности Российской Федерации. В качестве основной особенности технического решения портала следует отметить его модульную иерархическую структуру, обеспечивающую высокую степень унификации за счет использования ограниченного числа типовых модулей и простейших программ-редакторов для их настройки и наполнения контентом. Формирование контента портала осуществляется непосредственно с мест – из государственных и муниципальных структур, организаций МПК, региональных и местных отделений политических партий, общественных организаций и др.

Основой жизненной силы портала МПК являются знания, касающиеся самых разных аспектов медико-производственной деятельности. С созданием портала МПК открываются новые возможности управления человеческим капиталом в интересах инновационного развития МПК, сохранения и укрепления здоровья россиян.

В результате развития интеграционных процессов, инициируемых порталом МПК, в ИКМПП возникает мощный синергетический эффект. Реализация синергизма в ИКМПП способствует повышению социально-экономической эффективности функционирования МПК.

Основными факторами синергизма в ИКМПП являются:

- концентрация прежде рассредоточенных информационных ресурсов МПК в одном месте – на портале МПК;
- функциональная специализация субъектов МПК и профессионально-специализированное разделение труда;
- расширение и углубление информационных связей между взаимодействующими группами участников здравоохранительной деятельности;
- активизация деятельности одних групп субъектов МПК, обусловленная присутствием в ИКМПП других групп субъектов МПК, выступающих в роли катализаторов;
- взаимодополняемость участников здравоохранительной деятельности;
- взаимозаменяемость участников здравоохранительной деятельности;
- привлечение внимания Интернет-аудитории к portalу МПК, обусловленное концентрацией в одном месте всего спектра информации по вопросам здоровья и здравоохранения.

При проведении грамотной редакционной и организационно-экономической политики суммарная отдача от вложения средств в создание, обеспечение функционирования и развитие портала МПК будет

заведомо выше суммы отдачи по всей стратегической зоне хозяйствования субъектов МПК, участвующих в его работе, и в сфере деятельности органов государственной власти и местного самоуправления, политических партий, общественных организаций и граждан, направляющих свои усилия на поддержку государственной медико-демографической политики, без учета преимуществ использования общих ресурсов и их взаимодополняемости и взаимозаменяемости.

В организационно-экономическом аспекте портал МПК представляет собой своеобразный "виртуальный бизнес-центр" с существенно расширенными и видоизмененными функциями:

- создание, размещение и техническая поддержка сайтов хозяйствующих субъектов МПК и других участников медико-производственных и лечебно-оздоровительных процессов;
- расширение и укрепление деловых связей между всеми участниками медико-производственных и лечебно-оздоровительных процессов;
- маркетинговое сопровождение медико-производственной деятельности (мониторинг рынка медицинских услуг и товаров медицинского назначения; рекламная поддержка товаров и услуг, предлагаемых потребителям участниками портала, информирование потребителей о новых технологиях сохранения и укрепления здоровья и лечения болезней);
- формирование и развитие всеобъемлющей базы знаний по проблемам сохранения и укрепления здоровья россиян, обеспечения валео-демографической безопасности России;
- содействие развитию науки в ИКМПП;
- содействие формированию и развитию системы общественного и административного контроля за деятельностью органов государственной власти и местного самоуправления, федеральных и муниципальных учреждений здравоохранения, фармацевтических компаний, других субъектов МПК по модернизации отечественного здравоохранения;
- создание условий для выработки коллективных решений, направленных на повышение социально-экономической эффективности функционирования МПК.

Взаимоотношения между порталом МПК и участниками портала строятся по схеме аутсорсинга. Как аутсорсер, портал МПК предлагает своим участникам самый широкий спектр услуг и ресурсов: от переадресации посетителей портала на сайты, создаваемые, поддерживаемые и развиваемые участниками портала самостоятельно, до создания и обеспечения работы их автономных Интернет-представительств в рамках портала.

Объединенные общими целями, по каким-либо отдельным существенным признакам участники портала МПК могут весьма значительно отличаться друг от друга. Из-за неопределенности качественного и количественного состава участников портала МПК и их ресурсных возможностей получить адекватную априорную оценку социальной и экономической эффективности вложения инвестиций в формирование и развитие ИКМПП не представляется возможным, в связи с чем приходится искать другие пути решения этой задачи.

В основу предлагаемого общего подхода к оценке социальной и экономической эффективности вложения инвестиций в формирование и развитие ИКМПП положено разбиение участников отношений по поводу сохранения и укрепления здоровья россиян на группы в соответствии с организационно-экономическими особенностями их участия в работе портала МПК. Оценка социальной и экономической эффективности вложения инвестиций в формирование и развитие ИКМПП производится путем сопоставления социальных и экономических эффектов, получаемых участниками отношений по поводу сохранения и укрепления здоровья россиян от работы портала МПК, с осуществляемыми ими затратами.

Весьма важный аспект проблемы оценки социальной и экономической эффективности вложения инвестиций в формирование и развитие ИКМПП связан с протекающими в рамках портала процессами превращения информации в знание и капитализации знаний. Актуальной является задача определения стоимости портала в любой конкретный момент времени, решение которой сводится к непрерывной динамической переоценке активов знаний портала.

Реализуя возможности, предоставляемые информационным обществом, можно создать интеллектуальную систему управления инновационным развитием МПК – объединенную единым информационно-коммуникационным процессом совокупность технических и программных средств, работающую во взаимодействии с человеком (коллективом людей), способную на основе информации о состоянии внешней среды и собственном состоянии МПК, а также прогноза этих состояний при наличии мотивации и постоянно обновляемых знаний синтезировать цель управления (в виде формального описания задач инновационного развития МПК) и находить рациональные способы ее достижения [2]. Построение интеллектуальной системы управления инновационным развитием МПК предполагает реализацию механизма синтеза цели управления, динамической экспертной системы, методов самоорганизации, принятия решений и прогнозирования, объединенных в рамках функциональной структуры П.К.Анохина [3].

Цель управления инновационным развитием МПК формируется на основе базы знаний и механизма мотивации. Для формирования цели нужна полная, достоверная и актуальная информация о состоянии МПК и внешней среды. Информация о соответствии результатов действия и прогноза поступает в экспертную систему и в систему синтеза цели управления. Задача синтеза цели предполагает создание новых или адаптацию уже

имеющихся методов и средств получения информации об окружающей среде, а также методов, позволяющих определять состояние МПК в целом, его отдельных элементов и функциональных подсистем. Функциональная подсистема, реализующая механизм мотивации, представляет собой ансамбль критериев и правила селекции цели.

Ключевым элементом интеллектуальной системы управления инновационным развитием МПК является акцептор действия, который осуществляет экстраполяцию исследуемых параметров инновационного развития МПК и сличение результата экстраполяции с данными измерений. При его формировании предлагается использовать метод построения прогнозирующих моделей, предполагающий объединение статистической и экспертной информации, в сочетании с подходом самоорганизации. Адекватность самоорганизующихся моделей определяется по минимуму ансамбля критериев селекции.

В акцепторе действия используются прогнозирующие модели инновационных процессов, наиболее характерных для ИКМП. Информация о соответствии результатов действия и прогноза передается в экспертную систему и в систему синтеза цели. Если результат действия соответствует прогнозу, цель управления признается достигнутой, а выбранное управление – правильным. В случае несоответствия результата действия и прогноза производится новая экспертная оценка, принимается новое решение и реализуется новое управляющее воздействие. А когда оказывается, что достигнуть соответствия в принципе невозможно, происходит изменение цели управления – синтезируется новая цель.

Интеллектуальная система управления инновационным развитием МПК может быть построена на основе информационно-аналитического Интернет-портала МПК (рис. 1). В ней портал МПК будет выполнять следующие функции:

- сбор, накопление и хранение информации о состоянии внешней среды и собственном состоянии МПК;
- синтез цели управления на основе активного оценивания информации о состоянии внешней среды и собственном состоянии МПК, а также прогноза этих состояний при наличии мотивации и специальных знаний;
- формирование и развитие базы знаний, касающихся самых разных аспектов медико-производственной деятельности;
 - выработка оценки, необходимой для принятия решения, а также прогноза для акцептора действия;
 - принятие решения;
 - проверка акцептором действия соответствия результата действия (при реализации выбранного управления) прогнозу.

В качестве экспертов в системе управления инновационным развитием МПК будут выступать члены сформировавшегося на базе портала МПК валеологического Интернет-сообщества, ориентированного на решение актуальных проблем общественного здоровья и здравоохранения.

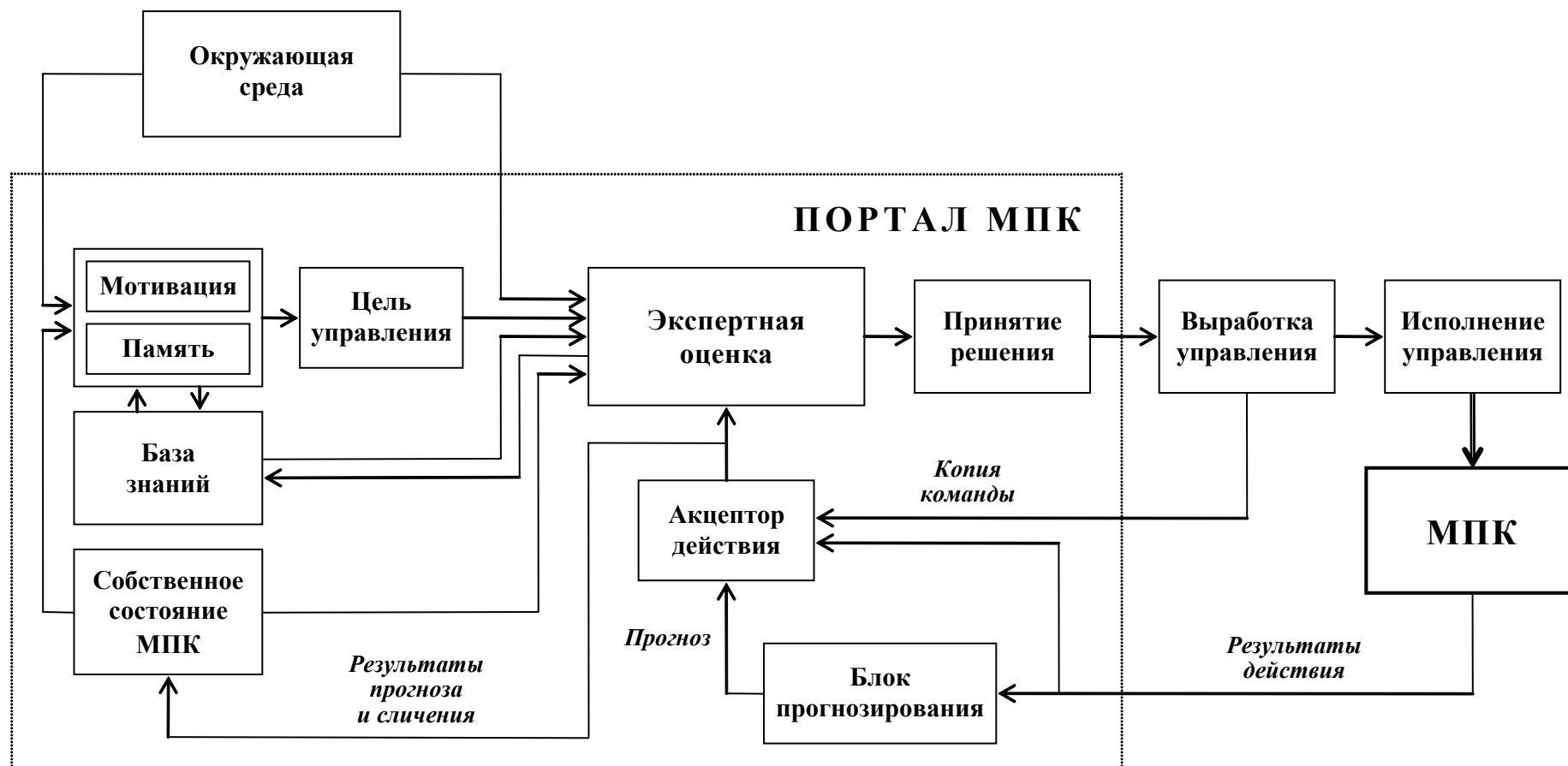


Рис. 1. Структура интеллектуальной системы управления инновационным развитием МПК, построенной на основе Интернет-портала МПК

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать следующие обобщающие выводы:

- инновационная направленность современных экономических процессов в здравоохранительной сфере предъявляет особые требования к содержанию, организации, формам и методам управления развитием российского медико-производственного комплекса как множества взаимосвязанных и взаимодействующих между собой хозяйствующих субъектов, реализующих в процессе своего согласованного функционирования одну общую цель – обеспечение валео-демографической безопасности Российской Федерации на основе повышения эффективности и качества медико-социальной помощи населению страны, сохранения и укрепления физического и психического здоровья россиян, максимального продления активной творческой жизни и гармоничного развития личности;
- ключевым фактором повышения социально-экономической эффективности функционирования российского МПК в условиях движения страны к информационному обществу является использование возможностей, предоставляемых производителям и потребителям медицинских услуг и товаров медицинского назначения современными информационно-коммуникационными технологиями, формирование на базе Интернет единого общероссийского информационно-коммуникационного медико-производственного пространства;
- базовым системообразующим элементом инновационной инфраструктуры ИКМПП призван стать единый проблемно-ориентированный информационно-аналитический Интернет-портал МПК;
- важнейшей общественно-политической задачей портала МПК является содействие формированию у россиян нового валеологического мышления на принципах здорового образа жизни и семейных ценностей;
- главная научно-практическая задача портала МПК заключается в содействии формированию единого общероссийского информационно-коммуникационного медико-производственного пространства, накоплению, хранению и актуализации информации по вопросам укрепления личного и общественного здоровья, создании уникальной по содержанию и объему базы данных по проблемам валео-демографической безопасности Российской Федерации;
- при проведении грамотной редакционной и организационно-экономической политики суммарная отдача от вложения средств в создание, обеспечение функционирования и развитие портала МПК будет заведомо выше суммы отдачи по всей стратегической зоне хозяйствования субъектов МПК, участвующих в его работе, и в сфере деятельности органов государственной власти и местного самоуправления, политических партий, общественных организаций и граждан, направляющих свои усилия на поддержку государственной медико-демографической политики, без учета преимуществ использования общих ресурсов и их взаимодополняемости и взаимозаменяемости;
- построение интеллектуальной системы управления инновационным развитием МПК в условиях информационного общества предполагает реализацию механизма синтеза цели управления, динамической экспертной системы, методов самоорганизации, принятия решений и прогнозирования, объединенных в рамках функциональной структуры П.К.Анохина;
- интеллектуальная система управления инновационным развитием МПК может быть построена на основе информационно-аналитического Интернет-портала МПК.
- в качестве экспертов в системе управления инновационным развитием МПК будут выступать члены сформировавшегося на базе портала МПК валеологического Интернет-сообщества, ориентированного на решение актуальных проблем общественного здоровья и здравоохранения.

Литература

17. Мешков Н.А. Медико-производственный комплекс в глобальном информационном обществе. – М.: МИЭМ, 2008. – 256 с.
18. Мешков Н.А. Конструирование интеллектуальной системы управления инновационным развитием российского медико-производственного комплекса // Качество. Инновации. Образование. – 2011. – № 9. – С. 55-59.
19. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. – М.: Медицина, 1968. – 547 с

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА

Сеидова И.В., Токарева Т.Ю.

Тольяттинский филиал Московского государственного университета пищевых производств.

Рассмотрены современные способы улучшения качества хлеба, путем использования в производстве растительных и биологически активных добавок природного происхождения.

Modern methods of improving the quality and nutritional value of bread. Seidova I.V., Tokareva T.Y.

The modern ways of improving the quality of bread by the use in the manufacture of herbal and dietary supplements of natural origin.

Питание населения страны относится к числу важнейших факторов, определяющих здоровье нации, ее потенциал и перспективы развития. По данным Всемирной организации здравоохранения, средняя суточная норма потребления йода для каждого человека должна составлять 100-200 микрограммов. В России же эта цифра значительно ниже - 60-80 микрограммов, и нет ни одного региона, где бы необходимые нормы потребления йода соблюдались. Все это чревато негативными последствиями. Так, недостаток йода у беременных женщин способен привести к уродству плода или выкидышу. У маленьких детей при отсутствии необходимого количества йода происходит психическое недоразвитие. Сегодня хорошей возможностью в профилактике йодосодержащих состояний является применение хлебобулочной продукции, которая содержит элементы йода.

Хлебобулочные изделия являются наиболее распространенными продуктами питания, при этом содержание йода в хлебобулочных изделиях из сортовой муки составляет 1,5 мкг на 100 г продукта является целесообразным включение в их состав йодсодержащих растительных добавок. Использование предложенных йодсодержащих растительных добавок поможет внести определенный вклад в профилактику йоддефицитных состояний, снижению заболеваемости эндемическим зобом.

Содержание йода в пряностях семейства имбирных позволяет рассматривать их в качестве йодсодержащих добавок в продукты повседневного спроса.

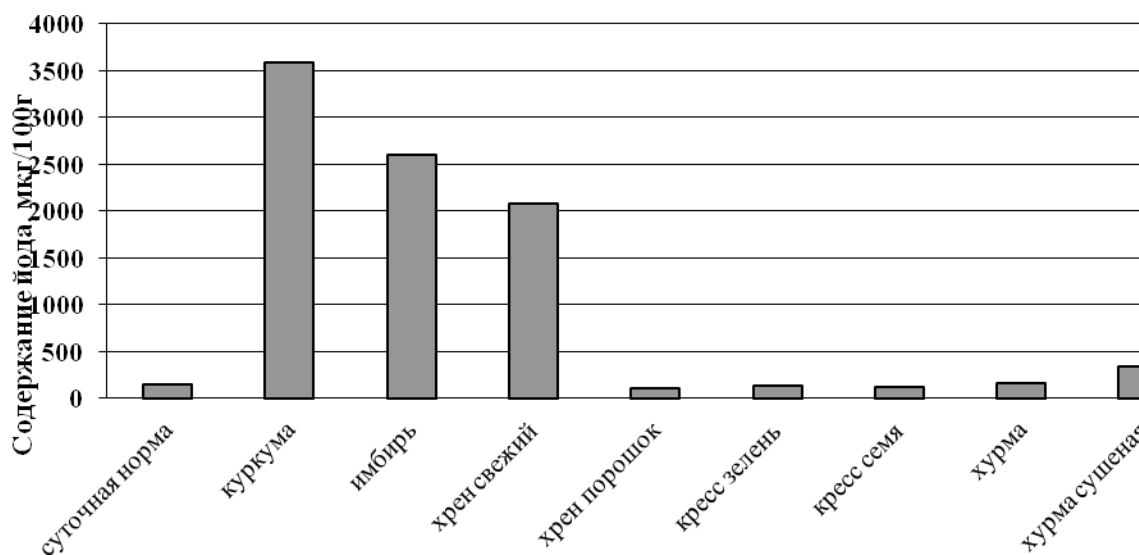


Рисунок 1 – Содержание йода в пряностях семейства имбирных, порошке из хрена, плодах хурмы и сушённой хурме

Самое большое содержание йода (мкг/100 г) в пряностях семейства имбирных – куркуме и имбире 3584 и 2596 соответственно; в свежих корнях хрена массовая доля йода 2084, в порошке из хрена – 102; в плодах хурмы содержание йода 170, в хурме сушеной – 348.

Хлеба с разным содержанием куркумы отличаются между собой только желтым цветом мякиша различной интенсивности, который зависит от количества внесенной в рецептуру куркумы. Имеет своеобразный приятный аромат и специфический вкус. В связи с тем, что при использовании куркумы изделия приобретают желтый цвет за счет куркумина. Целесообразно с целью максимально возможной допустимой дозировкой куркумы. Вести выработку хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки.

Промышленная обработка зерна на мельнице приводит к тому, что мука высших сортов - продукт, наиболее ценный в обыденной жизни и торговой практике - с точки зрения ее пищевой ценности значительно менее полноценна, чем зерно, из которого она была получена. Вместе с тем даже мука из цельного зерна отличается низким содержанием таких жизненно важных веществ, как соли кальция, рибофлавин и лизин. Естественно, что вопрос о пищевой ценности злаков и хлеба не может не привлекать к себе пристального внимания ученых различных областей. Экспериментальное, сравнение пищевой ценности “черного” и “белого” пшеничного хлеба, впервые осуществил французский физиолог Мажанди, результаты которого были первым доказательством более высокой пищевой ценности хлеба из обойной муки.

Аналогичные результаты были получены Осборном и Менделем. Все эксперименты показывают, что хлеб из муки, содержащей все части зерна, обладает гораздо более высокой пищевой ценностью, чем хлеб из муки высшего сорта. Преимущества пищевой ценности хлеба из цельного зерна выступают особенно ярко в условиях однообразной диеты, содержащей значительное количество зерновых продуктов, и сглаживаются при условии

ее достаточного разнообразия. Такой факт лишний раз доказывает, что именно, увеличение выходов муки является давно известным классическим способом повышения пищевой ценности получаемого из нее хлеба. И сегодня это также актуально и требует разработки такой усовершенствованной схемы помола, при которой в максимальной степени были бы отделены от зерна не перевариваемые желудочно-кишечным трактом человека оболочки зерна и вместе с тем полностью были бы направлены в муку зародыш и алейроновый слой - части зерна, наиболее богатые витаминами, минеральными веществами и полноценными по своему аминокислотному составу белками.

П.П.Тарутин в своих работах детально провёл описание схемы выделения и очистки зародышей пшеницы для использования их в витаминной промышленности, хлебопечении и в кондитерском производстве.

Не менее интересен опыт Англии и Канады по изменению и усовершенствованию схемы помола пшеницы для получения высоковитаминной муки. В частности в схеме было показано, что витамином В₁ особенно богаты щиток и зародыш, следовательно необходимо строить технологическую схему помола зерна, в обеспечении условия попадания в муку щитка, содержащего 60% всего имеющегося в муке тиамина.

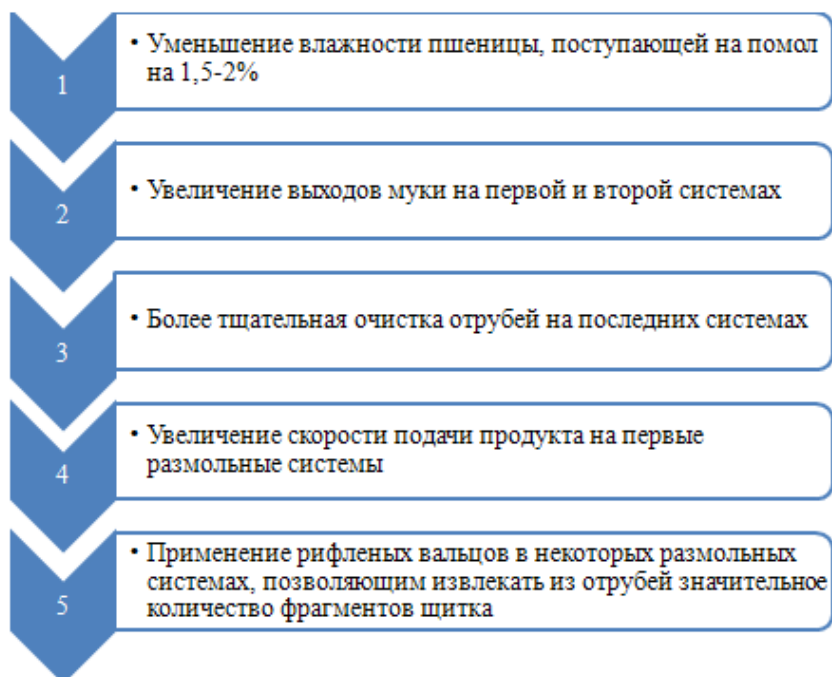


Рисунок 1. Рекомендуемые мероприятия в технологической схеме помола для максимального включения зародыша и щитка в муку 85% выхода.

Необходимо заметить, что в высоковитаминной муке, содержащей в своем составе щиток и зародыш, отличается от других сортов муки отсутствием возможности длительного хранения. При длительном хранении такой муки она прогоркает. Во избежание необходимо добавление, удобных и безвредных антиоксидантов, добавление которых к муке будет обеспечивать ее сохранность и препятствовать ее прогорканию.

В последние годы в мире постоянно увеличивается интерес к пищевым продуктам, обогащенным биологически активными компонентами, которые обеспечивают нормальное функционирование организма, повышают устойчивость к заболеваниям, стрессам, негативным воздействиям окружающей среды и продлевают жизнь. Пищевая ценность традиционных хлебобулочных изделий, вырабатываемых по государственными стандартам, зачастую не отвечает современным требованиям науки о питании: не соблюдается необходимый баланс белков и углеводов (содержится повышенное количество углеводов, но недостаточное - пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ). Поэтому, введение в рецептуру хлебобулочных изделий компонентов, придающих им диетические, профилактические и лечебные свойства, позволит решить проблему дефицита необходимых пищевых веществ, а также придать готовой продукции заданный позитивный характер.

С этих позиций перспективными являются биологически активные добавки природного происхождения, т.к. они обладают комплексом физиологических свойств и технологических функций.

Среди множества имеющихся природных биологически активных добавок уделяется особое внимание пектиновым веществам, которые способны не только повышать пищевую ценность хлеба, но и улучшать хлебопекарные свойства муки и за счет комплексообразующей способности придавать профилактическую направленность готовой продукции.

Преимуществом гидратопектинов по сравнению с сухим пектином является его более низкая себестоимость, кроме того, при производстве большинства хлебобулочных и кондитерских изделий это позволяет исключить из технологического процесса стадию растворения пектина.

У гидратопектинов отмечены высокие противорадиологические свойства. Эти свойства особенно ярко выражены у нативных пектинов, т.е. пектинов растворимых в жидкости и не подвергнутых обезвоживанию. Так называемые «жидкие» пектины считаются самыми эффективными для применения в лечебно-профилактическом питании, что обусловлено их высокими комплексообразующими свойствами. По степени комплексообразования «жидкие пектины» превосходят сухой пектин в 2-3 раза

Кроме того, гидратопектины не требуют предварительного растворения, что делает их применение предпочтительным в технологии хлебопечения, для обогащения хлеба дефицитными нутриентами. Среди гидратопектинов, следует обратить внимание на пектиновые экстракты из плодов дикорастущих культур. Перспективность использования таких экстрактов обусловлена их химическим составом. В качестве источника пектиновых веществ, предлагаются следующие виды сырья: боярышник, шиповник, облепиха.

Таблица 1. Химический состав плодов дикорастущих культур

п/п	Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля титруемых кислот, %	Массовая доля сахаров, %		Витамины, мг/100 г	
				общие	редуцирующие	β-каротин	С
1	Боярышник	25,1	1,2	9,08	6,36	0,8	34,1
2	Шиповник	12,5	2,01	5,26	4,84	1,4	731,59
3	Облепиха	8,6	2,1	4,47	4,39	6,2	99,24

Таблица 2. Содержание пектиновых веществ в плодах дикорастущих культур

Наименование сырья	Содержание пектиновых веществ,			% протопектина от суммы	Содержание пектиновых веществ,		
	гидропектин	протопектин	сумма		гидропектин	протопектин	сумма
	% на а.с.м.				% на а.с.м.		
Боярышник	0,228	2,863	3,84	91,44	0,81	9,91	10,72
Шиповник	2,075	1,336	3,456	49,39	6,02	4,09	10,11
Облепиха	0,164	0,327	0,489	81,01	0,83	3,79	4,62

Наибольшее содержание пектиновых веществ в пересчете на а.с.м. наблюдается у боярышника – 10,72 %, минимальное у облепихи – 4,62 %.

Практически у всех исследуемых видов сырья количество протопектина преобладает над содержанием растворимого пектина. Исключение составляет шиповник. Доля протопектина от суммы пектиновых веществ у изучаемых видов составляет от 40,45 до 92,50%. Эти данные свидетельствуют о том, что дикорастущие виды плодово-ягодных культур можно использовать для промышленной переработки с целью получения пектина и пектинопродуктов. Пектинопродукты способствуют созданию условий по формированию укрепляющих свойств клейковины, согласно электростатическим взаимодействиям между белками клейковины и пектиновыми веществами с образованием белково-полисахаридных комплексов сложного состава, а также частичной инактивацией пектиновыми веществами протеолитических ферментов.

Влияние пектиновых экстрактов на газообразующую способность муки можно объяснить тем, что в тесте происходит частичная дезагрегация пектина под действием пектолитических ферментов, таких как пектинэстераза и полигалактуроназа, с образованием моносахаридов, сбраживаемых дрожжевыми клетками.

Наиболее оптимальный способ производства хлеба – опарный, с введением гидратопектинов в опару, что можно объяснить лучшими условиями для активной жизнедеятельности дрожжевых клеток, взаимодействием белков муки с пектиновыми веществами с образованием белково-полисахаридных комплексов, оказывающих влияние на хлебопекарные свойства муки и качество хлеба.

Сорбционная способность хлеба с введением гидратопектинов дает основания рекомендовать такие изделия для введения в рацион питания людей, проживающих в регионах с неблагоприятной экологической обстановкой.

Современные условия производства хлеба и хлебобулочных изделий ставит новые проблемы по улучшению качества и полезных свойств выпускаемой продукции. Действенным решением этих проблем является улучшение сортов злаковых культур, подбор более современного оборудования для производства хлеба.

Литература

1. http://www.e-pitanie.ru/dobavki_v_produkтах/hlebobulochnie_izdeliya.php

ПОДХОДЫ К ИЗМЕРЕНИЮ ТЕНЕВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Степанова Е.Г., Волков А.Ю., Кутькина О.О, Моисеев А.В., Тананаев В.Д.
Ставрополь, Северо-Кавказский Федеральный Университет

В данной работе рассматриваются подходы к изучению теневой составляющей экономики

Approaches to estimating the shadow components of economic activities Stepanova E.G., Volkov A.Y., Kytkina O.O, Moiseev A.V., Tananaev V.D.

The approaches employed to analyze shadow components of economic activities are considered in this paper.

Неформальный сектор экономики России сформировался в результате реализации процессов реформирования существующей до 1990 г. административно-командной системы управления. Ошибки в проведении приватизации государственности обусловили высокую степень дифференциации доходов населения. Владение значительным капиталом гражданами, как правило, не желают быть социально ответственными и осуществлять свою предпринимательскую деятельность в полном соответствии с действующим налоговым законодательством. Они стараются скрыть реальные доходы своего бизнеса, что выражается в недополучении бюджетных средств и дальнейшем сокращении возможностей государства по финансированию социальных обязательств.

Данный сектор экономики в той или иной мере присутствует в каждой стране, но зачастую политики оставляют этот вопрос без внимания.

Среди наиболее важных причин изучения «теневой составляющей» экономики выделяют следующие:

- Теневую экономику (ТЭ) можно рассматривать, как желание граждан страны избежать чрезмерного гнета налогов и правительственных норм. Таким образом, простое увеличение налогов без анализа причин может привести к ситуации, когда действия правительства дают больше поводов людям уходить в теневой сектор, тем самым ослабляя экономику.
- Из-за существования теневой экономики официальные экономические показатели – уровень безработицы, количество экономически активного населения, доход, потребление – не надежны, а возможно даже ошибочны. В свою очередь управление, основанное на ошибочных показателях, не эффективно.
- Действие теневой экономики может быть как отрицательным (уменьшение количества экономически работоспособного населения в официальном секторе), так и положительным (почти все заработанные средства в теневом секторе немедленно тратятся в официальном).

Теневая экономика представляет собой такую часть экономической деятельности, результаты которой либо преднамеренно искажаются с целью сокрытия реального дохода, либо не учитываются в силу несовершенства статистического наблюдения.

Одно из часто используемых определений теневой экономики: «вся экономическая деятельность, которая вносит свой вклад в официально вычисляемый (или наблюдаемый) ВВП, но в данный момент не зарегистрированная», (используется Эдгаром Л. Фейджем (1989, 1994), Ф. Шнайдером (1994), Фрейем и Вернером Померше (1984), и Геральдом Лубеллем (1991)).

Определение Филиппа Смита: «легальное или не легальное производство товаров и услуг, основанное на рыночной экономике, и не отраженное в официально измеренном ВВП». Но эти определения не полностью отражают ситуацию.

Что бы прийти к общему мнению, Шнайдер и Энсте предлагают разделять активность в теневом секторе теневой экономике на легальную и нелегальную, а по виду транзакций на денежные и неденежные. Они в свою очередь подразделяются на уход от налогов незаконными средствами и уход от налоговых выплат законными средствами.

Главными причинами роста теневой экономики являются, увеличение налогового бремени и взносов на социальное обеспечение, увеличившееся регулирование официальной экономики, в особенности рынков труда, вынужденное уменьшение времени рабочей недели, ранний уход на пенсию, безработица, а так же снижение добродетельности граждан, лояльности к социальным институтам и снижение готовности платить налоги[2].

По мнению авторов необходимо дополнить эти исследования микро-социологическими и психологическими подходами и принять к рассмотрению следующие переменные:

- готовность платить налоги (tax moral);
- акцептование (acceptance);
- восприятие справедливости (perceived fairness) системы налогообложения.

Исследование Нормана В. Лоайзы с использованием метода MIMIC (Multiple Indicators Multiple Causes), трактует неофициальный сектор как скрытую переменную, для которой существуют различные причины и показатели и приводит доказательства того, что три показателя являются значимыми с 10% уверенностью: тяжесть налогового бремени и ограничения на рынке труда влияют на неофициальный сектор

экономики положительным образом, в то время как, сила и эффективность правительственных организаций имеют негативное влияние, приводящее к уменьшению неофициального сектора.

Р. Нек, М. Хофрейтер и Ф. Шнайдер (1989) показали в своем исследовании, что чем выше предельная налоговая ставка, тем выше спрос на работу в теневой экономике. Но не только прямые и косвенные налоги являются важными факторами, действующими на теневую экономику, так же важны сложность налоговой системы и тяжесть ее регулирования. Менее сложные системы налогообложения с расширенной налоговой базой и растущими регулятивными мерами компенсирует снижение налогового бремени.

Увеличение мер регулирования (лицензии, законы) являются еще одним стимулом ухода экономики в тень. Рост размера теневой экономики происходит за счет повышения общей стоимости труда. Модель, предложенная Джонсоном, Кауфманом и А. Шлейфером показывает, что увеличение индекса регулирования на 1 (от 1 до 5, где 5 макс. регулирование), при неизменных показателях, увеличивает ТЭ на 8.1 % от ВВП.

Так как налоги оказывают влияние на выбор труда и отдыха, стимулируют обеспечение теневого сектора (не облагаемого налогами) рабочей силой, искажение этих данных (выбора) является основной проблемой для экономистов. Чем больше разница между полной стоимостью труда в официальной экономике и чистой прибылью от работы, тем сильнее стимул работать в теневом секторе. По той причине, что эта разница в основном зависит от размера бремени системы социального обеспечения и налогообложения. Именно они являются ключевыми причинами существования и роста теневой экономики.

Увеличение ТЭ приводит к уменьшению государственного дохода, который в свою очередь уменьшает качество и количество товаров и услуг, предоставляемых государством. В конечном счете, налоги могут увеличиваться, но наряду с этим будет ухудшаться качество товаров. Многие страны сталкиваются с трудностями в реформировании системы социального состояния и налогообложения для того что бы предотвратить разрушение системы социального обеспечения и бесплатного образования.

В странах с развитой рыночной экономикой разработано множество методов оценки масштабов теневой экономической деятельности: во-первых, микрометоды - опросы населения и оценки экспертов, выборочные обследования, анализ записей налоговых книг, метод товарных потоков, во-вторых, макрометоды - метод расхождений, метод по показателю занятости, метод на основе косвенных данных (метод досчета по известным параметрам), монетарные методы, структурный метод, метод мягкого моделирования и метод скрытых переменных.

Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки. Многообразие применяемых методов отражает лишь тот факт, что не существует единой точки зрения, какие из методов дают наиболее достоверные результаты. Кроме того, специфика отдельных стран, недостаток статистического материала создают необходимость в каждом конкретном случае выбрать адекватный для данной ситуации метод, или комбинировать несколько методов. Обычно макрометоды дают завышенную оценку, а микрометоды - заниженную.

В этой связи мы планируем разработать такие средства диагностики, которые бы позволяли получить адекватные существующей действительности результаты с достаточной степенью точности отражающие существующие и прогнозные значения параметров функционирования теневого сектора экономики страны. Диагностика размерных параметров теневого капитала и факторов, обуславливающих создание благоприятных условий для его развития, возможна с использованием опосредованных или косвенных методов оценки. Они могут быть разработаны посредством применения специальных экономико-математических моделей, реализуемых на ЭВМ.

Масштабы теневой экономической деятельности в России сопоставимы с масштабами, фиксируемыми в странах ЕС. Теневая экономика характеризуется примерно тем же набором механизмов, что и официальная: правилами ценообразования, способами обеспечения соблюдения контрактов, набором профессий со своим кодексом поведения, своими механизмами инвестирования.

На основании зарубежного опыта можно сделать некоторые выводы, позволяющие оценить состояние и перспективы применения в России инструментов сокращения неформального сектора экономики, минимизации различного рода финансовых нарушений хозяйствующими субъектами и населением.

Причем поучителен не только положительный, но и отрицательный зарубежный опыт, позволяющий учиться на чужих ошибках.

Литература

1. Рябушкин Б. Т., Чурилова Э. Ю. Методы оценки теневого и неформального секторов экономики. – М.: Финансы и статистика, 2003. –144
2. Schneider, F. and D. H. Enste (2000). "Shadow Economy: Size, Causes and Consequences". *Journal of Economic Literature* 38(March): 77—114.
3. Tanzi, V. (1999). "Uses and abuses of estimates of the underground economy." *The Economic Journal* 109(June): 335—347.

МЕТОД РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ ЛОГИКИ АНТОНИМОВ

Царева Т. Н., Царев А.Г.
г. Мытищи, ООО "Инновэй Кэпитал"

Обосновывается целесообразность предоставления информации об уровне качества услуг компаний логистической отрасли. Описывается метод рейтинговой оценки привлекательности компаний посредством применения аппарата логики антонимов.

The estimating method of rating of logistics industry companies attractiveness by logic of antonyms instrument. Tsareva T., Tsarev A.

The reasonability of giving information of logistics industry companies total quality level service is substantiated. The estimating method of rating of companies attractiveness by logic of antonyms instrument are described.

В 1995 году Бил Гейтс, основатель корпорации Microsoft, отказываясь от разработки программы навигации в Internet, сказал: "Internet никогда не сможет добиться всеобщего признания". Время опровергло это утверждение. Наступила эра глобализации Интернет-коммуникаций, охватившая многие сферы жизни человека. В купе с социально-демографическими изменениями людей и переменами в экономике это привело к трансформации потребностей и потребительских предпочтений.

Логистическая отрасль как одна из наиболее динамично развивающихся отраслей не осталась в стороне от этих изменений. Однако в условиях высокой конкуренции и изобилия неструктурированной информации сделать выбор подходящей компании становится все сложнее.

Всевозможные рейтинги компании, отзывы накладывают свой отпечаток на элементы покупательского поведения.

В [1] выделено 4 типа покупательского поведения. Выбор компании-перевозчика груза относится к комплексному покупательскому поведению, и характеризуется следующими основными чертами:

- отсутствием достаточной информации об услуге для принятия решения,
- высокой степенью вовлеченности в процесс поиска,
- наличием некоторых знаний различий брендов компаний.

При комплексном покупательском поведении сначала у покупателя формируется определенное убеждение по отношению к услуге, то есть определенные мысленные характеристики компании в соответствии с его целями и спецификой груза; затем появляется отношение; и после обдумывания происходит покупка услуги. Поэтому так важно потребителю на рынке логистических услуг получить информацию об уровне качества услуг компаний на этапе формирования отношения к ним.

Одним из средств математического описания качества любого объекта является так называемая «функция свертки» $Q = f(A_1, 2, \dots, A_n)$ [2]. Условимся, что под качеством всех услуг компании мы будем понимать привлекательность.

Тогда привлекательность логистических компаний определяется как:

$$R=f(c_1*w_1, c_2*w_2 \dots c_n*w_n),$$

где

R - привлекательность логистической компании,

f - функция свертки,

c - характеристика компании,

w- коэффициент важности характеристики,

n – количество характеристик.

Следует заметить, что с учетом специфики отраслей грузов, важность потребительских характеристик компаний меняется. К примеру, предприятиям, реализующим высокотехнологическое оборудование, наиболее важна сохранность груза, а компаниям, занимающимся торговлей товаров повседневного спроса - сроки и стоимость перевозки.

В большинстве случаев функция свертки представляет собой среднюю взвешенную: арифметическую или геометрическую [3].

Авторами для оценки рейтинга предлагается использовать математический аппарат – нечеткая логика антонимов (ЛА), потому что:

- 1) ЛА учитывает целостность и системный характер качества[4];
- 2) ЛА учитывает причинно-следственные связи между характеристиками [5];
- 3) ЛА обладает свойством булевости [5];
- 4) ЛА учитывает важность и допустимые пределы изменения показаний характеристик в той же степени, как это происходит в реальных условиях оценки [4];
5. ЛА используется при отсутствии статистического материала.

Согласно [5] в ЛА существуют понятия «тесная» и «слабая» связь, им соответствуют определенные двухместные связки (операторы) γ и β . Тесная связь γ означает, что одновременно с обращением в ноль оценки одного из показателей совокупная оценка обращается также в ноль. Слабая связь β подразумевает, что обращение одного из показателей в ноль приводит к уменьшению всей совокупной оценки, но не настолько, чтобы она обратилась в ноль. Другими словами, тесная связь γ имеет место быть, когда при отсутствии данной характеристики логистической компании она явно не подходит, а слабая связь β , когда наличие характеристики приветствуется, но можно обойтись и без нее.

В соответствии с аксиоматикой ЛА математическое описание связей следующее:

1. Для характеристик c_1 и c_2 , связанных оператором β с учетом коэффициентов важности, верно:

$$H[c_1\beta c_2]=w_1*H[c_1]+w_2*H[c_2].$$

2. Для характеристик c_1 и c_2 , связанных оператором γ с учетом коэффициентов важности, верно:

$$H[c_1\gamma c_2]=-\log_2[1-(1-2^{-w_1*H[c_1]})(1-2^{-w_2*H[c_2]})],$$

где H – символ функционала, $H[c_1\beta c_2]$ – оценка совокупности $c_1\beta c_2$, $H[c_1\gamma c_2]$ – оценка совокупности $c_1\gamma c_2$, $H[c_1]$ и $H[c_2]$ – оценки характеристик c_1 и c_2 соответственно, w_1 и w_2 – коэффициенты важности характеристик c_1 и c_2 соответственно.

Принятие решения о типе связи характеристик как и ранжирование коэффициентов важности носит субъективный характер с учетом целей и специфики отрасли груза и определяется путем принятия во внимание существующих практик и мнений, доступных во вторичных источниках информации: в журналах, веб-сайтах, отчетах компаний отрасли. Определение коэффициентов важности характеристик будет производиться с учетом правила, что сумма коэффициентов важности должна быть постоянной [3] и равна единице [4].

Проставление оценок тех характеристик качества в баллах, с которыми идет соприкосновение в процессе использования услуги, будет осуществляться самими пользователями услуг: организациями и физическими лицами. Баллы поставлены в соответствии с количественной шкалой от 0 до 1, градация - 0 (unlike), 1 (like).

Также подразумевается фильтрация кликов на основе данных cookie и IP.

Инструмент, основанный на положениях данного тезиса, проходит апробацию на геоинформационном портале транспортной и логистической отраслей ilogista.com ООО "Инновэй Кэпитал".

Литература

1. Г. Ассэль. Маркетинг: принципы и стратегия: учебник для ВУЗов. Пер. с англ. - М: "Инфра - М", 2001. - 804 с.
2. В.Н. Ашихмин, М.Г. Бояршинов, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер и др. // Введение в математическое моделирование: Учебное пособие – М.: Интермет Инжиниринг, 2000.
3. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии). М: Экономика - 1982 г.- С. 134, 135
4. Копанева И.Н. Как измерить удовлетворенность потребителя. //Методы менеджмента качества. – 2003 - № 6. – С. 21-26.
5. Тисенко В.Н. Нечеткие множества в задачах комплексных испытаний при реализации инновационных проектов. Спб. – 1998 г. – С. 55, 78,71, 81,83.

АНАЛИЗ РИСКОВ УЧАСТНИКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Палагута К.А.

Москва, ФГБОУ ВПО «МГИУ»

Предлагается оценка безопасности эксплуатации автотранспортных средств, основанная на учете рисков участников дорожного движения.

The analysis of risks of the participants of traffic to assess the safety of the operation of motor vehicles. Palaguta K.

It is proposed safety assessment of the operation of motor vehicles, based on the consideration of the risks of the participants of road traffic.

Проблема повышения безопасности дорожного движения приобрела в последнее время настолько глобальный характер, что Организация Объединенных Наций (ООН) объявила десятилетие 2011-2020гг. «Десятилетием действий по обеспечению безопасности дорожного движения» [1].

Согласно данным ООН [1] «ежегодно почти 1,3 миллиона человек погибают в дорожных авариях – более 3000 человек в день – и более половины этих людей не передвигаются на автомобиле. Еще двадцать –

пятьдесят миллионов человек подвергаются в результате аварий несмертельным травмам, которые являются важной причиной нетрудоспособности во всем мире.

Девяносто процентов смертей в результате ДТП имеют место в странах с низким и средним уровнями доходов, на которые приходится менее половины зарегистрированного мирового автопарка.

Дорожно - транспортный травматизм относится к числу трех ведущих причин смерти лиц в возрасте от 5 до 44 лет. В отсутствие незамедлительных и действенных шагов дорожно-транспортный травматизм станет,

по прогнозам, пятой ведущей причиной смерти в мире, ежегодно уносящей, по оценкам, 2,4 миллиона человеческих жизней. Это, отчасти, является следствием стремительной автомобилизации, которая не сопровождается достаточным совершенствованием стратегий обеспечения дорожной безопасности и планирования землепользования. Экономические последствия автомобильных аварий составляют по оценкам 1%–3% от соответствующего ВВП стран мира, достигая в общей сложности 500 млрд. долл. США. Сокращение травматизма и смертности на дорогах приведет к уменьшению страданий, откроет возможности для роста и высвободит ресурсы для более производительного использования».

В то же время общепризнанной теории безопасности, аналогичной теории надежности, до настоящего времени не существует.

Для конкретной области эксплуатации автотранспортных средств логичным представляется подход, использующий оценку рисков участников дорожного движения при тех или иных аварийных ситуациях.

Такая теория позволила бы оптимизировать затраты по существенному снижению потерь общества в целом и отдельных его граждан от дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

В то же время крайне необходима полная и достоверная информация о рисках тех или иных ДТП с различными участниками движения.

К настоящему моменту единственным капитальным трудом такого плана является «Справочник по безопасности дорожного движения» [2], созданный в Норвегии и базирующийся, в основном, на материалах шести близких скандинавских стран.

В справочнике нашли отражение все виды применяемых в современных условиях мероприятий по безопасности дорожного движения. Авторам удалось собрать 124 наиболее эффективных мероприятия по повышению безопасности дорожного движения, которые внедрены и проверены не только в условиях Норвегии, но и других стран мира с наиболее высоким уровнем автомобилизации, позволившие добиться устойчивого снижения общего уровня аварийности, и особенно снижения числа погибших. По каждому мероприятию авторы приводят анализ его влияния не только на аварийность, но и на пропускную способность автомобильных дорог, и на состояние окружающей среды, а также дается технико-экономический и социальный анализ эффективности мероприятия.

В таблице 1 приведены значения для Норвегии риска гибели для разных видов профессиональной деятельности и различных участников дорожного движения. Риск гибели на человеко-час в дорожном движении приблизительно в 6 раз выше, чем в случае профессиональной деятельности. В период, охватываемый расчетами, среднее ежегодное количество погибших в дорожном движении составляло 327 человек. Для того, чтобы выйти на уровень риска на человеко-час, характерный для профессиональной деятельности, эту цифру следовало бы сократить до 50 погибших. Домашний вид деятельности и другие виды деятельности для большинства людей означает также низкий уровень гибели на человеко-час по сравнению с участием в дорожном движении. Если бы риск в дорожном движении находился на уровне риска в жилище для лиц в возрасте 15-74 лет, количество погибших в ДТП в период, охватываемый расчетами, следовало бы сократить с 327 приблизительно до 25-30 в год.

Основные значения величин риска, приведенные в табл. 1, не являются уникальными для Норвегии. В Финляндии Rajunen (1993) рассчитал, что риск гибели в ДТП на человеко-час в период 1982-1990 гг. составлял 37-40 погибших на 100 млн. человеко-часов против 2-3 погибших на 100 млн. человеко-часов в профессиональной деятельности и 1-4 погибших на 100 млн. человеко-часов при деятельности в домашних условиях. Подобную же картину установил и Fernandes-Russel (1987) в Великобритании.

Таблица 1. Относительный риск гибели

	Количество погибших	100 млн. чел-ч	Погибших на 100 млн. чел-ч**	Интервал доверительности 95%
<i>ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (15-74 года)</i>				
Сельское хозяйство и лесоводство	116	12,7	9,1	+1,7
Рыбная ловля и охота	60	2,0	29,4	+7,4
Нефтедобыча	7	2,0	3,5	+2,6
Промышленность, горная разработка	71	41,7	1,7	+0,4
Профессиональный водитель в дорожном движении	62	6,5	9,5	+2,4
Железнодорожный транспорт	7	1,4	5,2	+3,9
Судоходство	51	3,2	16,1	+4,4
Воздушное сообщение	48	1,3	37,6	+10,6
Другие рабочие места	131	101,0	1,3	+0,2
Итого:	553	171,7	3,3	+0,3
<i>ДОРОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ (все возрасты)</i>				
Пешеходы	348	17,6	19,7	+2,1
Велосипедисты	123	7,1	17,3	+3,1
Водители и пассажиры мопедов	718	1,2	60,5	+14,0
Водители и пассажиры легкого мотоцикла	12	0,1	125,8	+71,2
Водители и пассажиры тяжелого мотоцикла	129	0,3	425,7	+73,5
Водители легковых автомобилей	682	29,9	22,8	+1,7
Пассажиры легковых автомобилей	417	23,3	17,9	+1,7
Пассажиры в такси	4	0,9	4,5	+4,4
Пассажиры в автобусе	23	6,9	3,3	+1,3
Другое дорожное движение	153	13,4	11,4	+1,8
Итого:	1962	100,7	19,5	+0,9

Определенные различия в риске ранения между различными способами передвижения найдены в ряде стран. Таблица 2 показывает относительный риск при различных способах передвижения в шести различных странах, рассчитанный на основе ранений, зарегистрированных в официальном регистре происшествий в этих странах, и на основе исследований привычек передвижения в этих же странах. Риск водителя автомобиля устанавливается равным 1,00. Риск для остальных типов транспортных средств рассчитывается относительно риска водителя автомобиля.

Таблица 2. Относительный риск ранения при использовании различных транспортных средств в разных странах

Способ передвижения	Относительный риск ранений в различных странах. Риск водителя = 1,00					
	Норвегия	Дания	Швеция	Нидерланды	Германия	Великобритания
Пешеход	4,35	6,65	4,13	6,07	3,50	7,15
Велосипед	3,90	7,76	5,73	5,67	9,50	14,02
Мопед/мотоцикл	8,30	29,94	17,87	197,60	31,25	20,26
Водитель автомобиля	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Пассажир автомобиля	0,75	1,94	0,87	1,13	1,50	1,25
Автобус	0,25	0,12	0,13	0,20	0,13	0,59
Трамвай	0,60		0,87	0,02	0,25	
Поезд	0,05	0,04	0,13	0,02	0,05	0,22

Во всех странах, указанных в табл. 2, риск ранения, рассчитанный на основе данных официального учета ДТП, для всех типов общественного транспорта ниже, чем для водителя автомобиля. Во всех странах риск пешехода, велосипедиста и лиц на мопеде или мотоцикле выше, чем у водителя автомобиля. На основе данных таблицы 2 можно считать, что количество раненых в ДТП можно уменьшить, если большую часть поездок выполнить на общественном транспорте и меньшую на индивидуальном транспорте.

Без новых усилий и инициатив, общее количество смертельных случаев и травм в результате ДТП по всему миру, согласно прогнозам, возрастет в период с 2000 до 2020г. примерно на 65%, а в странах с низким и средним уровнем дохода смертность в результате ДТП может возрасти на 80%.

В Российской Федерации самый высокий из 43 стран-членов Европейской конференции министров транспорта (ЕКМТ) показатель смертных случаев в ДТП (более 30 тысяч человек ежегодно), а их общее число составляет одну треть от всех погибших в ДТП в этих странах. В результате увеличения автомобильного парка

с начала 1990-х годов в 2,6 раза в России резко ухудшилось состояние безопасности дорожного движения. Следует помнить, что в России общая смертность пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях в 12 раз выше, чем при получении травм в результате других несчастных случаев, инвалидность - в 6 раз выше, а пострадавшие нуждаются в госпитализации в 7 раз чаще.

Стремительный рост парка автомобилей в Российской Федерации уже привел к возникновению серьезного дефицита пропускной способности дорожной сети, в первую очередь, на подходах к крупным городам и основным транспортным узлам. Из-за недостаточного уровня транспортно-эксплуатационного состояния региональных, областных и городских российских дорог средние скорости движения автомобилей по ним существенно ниже, а потери человеческого и транспортного ресурсов – существенно выше, чем в развитых европейских странах. Как результат, ежегодная общая сумма финансовых потерь и упущенной выгоды, связанных с недостаточным развитием автодорожной сети и ее техническим состоянием, составляет не менее 450 млрд. рублей.

Выходом из сложившейся ситуации является совершенствование всех элементов системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» на основе учета рисков участников дорожного движения, хотя влияние на уровень рисков вновь разрабатываемых систем активной безопасности можно зачастую только лишь оценить.

Литература

1. Глобальный план осуществления Десятилетия действий по обеспечению безопасности дорожного движения 2011-2020. – www.un.org > ru/roagsafety
2. Рунэ Эльвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трулс Ваа. Справочник по безопасности дорожного движения. / Пер. с норв. Под ред. проф. В.В. Сильянова. М.: МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с.
3. Кирюшкин В.Е. Управление рисками на дорогах, как вклад в сбережение народа России. – 2010г.
4. <http://ru.wikipedia.org>
5. Дронсейко В.В., Майборода О.В. О совершенствовании системы показателей дорожного движения. // Молодой ученый. 2011. №4. Т. 3. С. 104-106.

БАЗОВАЯ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРА «УМНОГО» СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА

Шпинько Э.А.

Унеча, филиал МГУТУ им. К.Г.Разумовского

В статье рассматриваются элементы ИТ-инфраструктуры физкультурно-оздоровительного комплекса, которые обеспечивают эффективный процесс энергосбережения.

Base it-*infrastruktura* "smart" sports complex. Shpinko E.

The some elements IT-infrustruchu gymnastics-sanitation complex, which provides effective process to reserve energy, is discussed in this article.

При строительстве современного физкультурно-оздоровительного комплекса (ФОКа) обычно развертываются различные спортивно – оздоровительные зоны: «всесезонное футбольное поле с подогревом»; «всесезонные легкоатлетические беговые дорожки»; «универсальный игровой зал с местами для зрителей»; «тренажерный зал»; «плавательно – игровой бассейн»; «лечебно- оздоровительные сауны»; «столовая функционального питания» и т.д.

Каждая из перечисленных физкультурных зон в ходе спортивно-оздоровительных занятий потребляет значительное количество энергоресурсов (тепло, свет, вода). Для обеспечения экономии энергоресурсов в каждом ФОКе планируются и реализуются специальные мероприятия по энергоэффективности и энергосбережению. Для реализации мероприятий по энергоэффективности и энергосбережению при функционировании всех спортивно- оздоровительных зон и систем жизнеобеспечения ФОКа развертывается базовая ИТ инфраструктура (Рис. 1), которая обеспечивает «умное» управление всеми спортивно-оздоровительными зонами. Основу управления ИТ - инфраструктурой ФОКа обеспечивает программно – аппаратный комплекс (ПАК) «Интеллект-спорт».



Рис.1 Функциональная структура физкультурно-оздоровительного комплекса на базе ПАК «Интеллект-спорт».

ПАК «Интеллект-спорт» может обеспечивать выполнение следующих основных функций (Рис.2):

1. Контроль за работой всех спортивно – оздоровительных зон и систем жизнеобеспечения, оповещение о нарушении работы систем и выдачу рекомендаций лицам, ответственным за его работу: терминальной контрольно – пропускной системы; системы безопасности; системы освещения; система отопления ФОКа, подогрева полей и спортивных сооружений; электронной системы контроля физкультурно – оздоровительного досуга; электронной системы контроля функционального питания спортсменов и лиц в физкультурно – оздоровительных группах (ФОГ); компьютерной диагностики состояния здоровья спортсменов, и лиц ФОГ; системы климат – контроля.
2. Сбор и обработка цифровых данных от всех спортивно-оздоровительных зон и систем ФОКа.

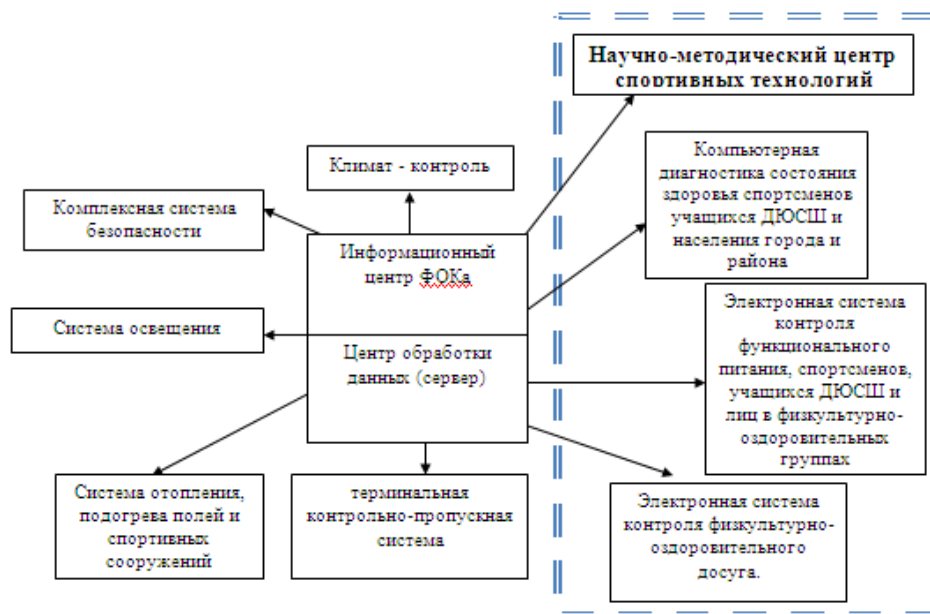


Рис.2 Функциональная схема ПАК «Интеллект-спорт».

«Интеллект-спорт» - это программно-аппаратный комплекс (Рис.2.), включающий набор датчиков, счётчиков (интеллектуального освещения, отопления и кондиционирования), видеонаблюдение, информационный центр, терминальная контрольно-пропускная система, электронная система функционального питания спортсменов и контингента ФОГ. Основные цели ПАК - повысить безопасность функционирования ФОК, обеспечить бесперебойное круглогодичное функционирование всех его подразделений и систем жизнеобеспечения, обеспечить высокую энергоэффективность и энергосбережение, повысить уровень

информатизации, сделать проведение тренировок спортсменов и контингента ФОГ более комфортной на основе систем искусственного интеллекта.

ПАК «Интеллект-спорт» обеспечивает создание «умной» системы управления всеми подразделениями, системами ФОКа и круглосуточного контроля за их бесперебойным функционированием. Предлагаемая концепция «умного ФОКа» основана на трех базовых принципах: энергоэффективность, безопасность и информативность.

Результаты проведенных исследований показали, что внедрение подобной концепции позволит сэкономить для городского бюджета на содержание ФОК примерно 10 млн. рублей в год. В первую очередь, на электрической и тепловой энергии за счет применения когенерационной энергетической системы, позволяющей получать тепло и электричество от одного газопоршневого генератора. ИТ - инфраструктура «умного ФОКа» осуществляет контроль и управление инженерными системами (отопление, водоснабжение, газ, водоотведение, вентиляция), обеспечивает современный сервис (освещение, голосовая почта, мультирум, видеонаблюдение, контроль доступа и т. д.), диспетчеризацию (ФОК, спортивные зоны, тренеры); оповещает при возникновении аварии по телефону, e-mail, SMS.

Контроль и управление инженерными системами в «умном ФОКе» построен следующим образом: существует сеть датчиков (протечки воды, утечки газа, изменения температуры, охранные, пожарные и проч.). В случае выхода контролируемых параметров за пределы (max-min), при срабатывании какого-либо датчика или таймера ПАК «Интеллект-спорт» вырабатывает управляющее воздействие согласно заданного алгоритма, определенного заранее, и передает его исполнительному механизму, который автоматически выводит параметры на требуемый уровень или выдает сигнал о необходимости вмешательства дежурного оператора. Все происходящие события фиксируются в специальном протоколе.

В экстренных (аварийных) ситуациях ПАК «Интеллект-спорт» оповестит по телефонной линии и голосом сообщит причину аварии, а также пошлёт SMS или Internet-сообщение с указанием причины вызова. Оповещение не заканчивается до тех пор, пока система не сообщит хотя бы трём операторам из пяти. Система функционирует в масштабе реального времени круглосуточно, независимо от того, какие службы и подразделения ФОКа работают. «Умный ФОК» только переходит из одного режима в другой. Возможные режимы функционирования ФОКа приведены в таблице.

Таблица . Режимы функционирования ФОКа

№ п/п	Название режима	Характеристики режима	Действия ПАК «Интеллект-спорт»
1	штатный	Параметры всех систем и спортивно-оздоровительных зон в норме	Управление работой в «штатной» ситуации
2	внештатный	Параметры одной или нескольких систем (зон) нарушены	Выработка управляющих воздействий согласно заданному алгоритму
3	аварийный	Параметры одной или нескольких систем (зон) соответствуют уровню «опасность»	Выработка экстренных (аварийных) сигналов оповещения (телефон, голосовые, SMS или Internet-сообщения) с указанием причины вызова
4	охрана	Параметры всех систем и спортивно-оздоровительных зон в режиме охраны	Управление работой всех охранных и противопожарных систем

Переход из одного режима в другой осуществляется ПАК при постановке или снятии системы с охраны. При отключении электричества или авариях в подразделениях ФОКа ПАК переводит все подразделения и системы в аварийный режим работы и информирует об этом дежурного оператора. После устранения аварии ПАК выводит значения параметров всех подразделений и систем ФОКа автоматически в «штатные» режимы благодаря энергонезависимой системы памяти.

Система является адаптируемой и расширяемой как по количеству, так и по типам внешних (контролируемых и/или управляемых) устройств. Подразделения ФОКа, управляемые ПАК «Интеллект-спорт» – не просто спортивные залы и тренажеры, а интеллектуальные высококласные места для тренировок спортсменов, учащихся ДЮСШ и контингента ФОГ. Потенциальная возможность объединения всех спортивных залов и тренажеров в общую систему с использованием диспетчерского пункта делает спортивные тренировки и занятия безопасными, эффективными и комфортными.

В качестве примера при расчете бюджета проекта ПАК «Интеллект-спорт» использованы следующие проективные параметры ФОКа г. Унеча, Брянской обл. Потребление холодной воды – 266 м³/сутки, запас воды бассейна – 413 м³/сутки, тепла – 1608480 ккал/час, горячей воды - 668800 ккал/час, электроэнергии – 450 кВт/час, тепло на отопление - 471000 ккал/час, тепло на технические нужды - 375680 ккал/час, вентиляция-564000 ккал/час. Отведение: отработанные воды с бассейна-413 м³/сутки, канализация (общие стоки) – 679 м³/сутки.

В результате расчета бюджета проекта составлена смета расходов на оборудование и программное обеспечение ПАК «Интеллект-спорт», которая составляет сумму 1239000 руб.

ТЕХНОЛОГИЯ M2M, КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Экимов И.А.
Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

Раскрыта технология M2M. Систематизация база знаний и последовательная схема управления технологией M2M в разрезе управления материально-технической базы организации. Формирование инновационного метода управления материально-технической базой организации.

M2M technology as a method of material and technical base **for the** organization. Ekimov I.

M2M technology is disclosed. Systematics of the knowledge base and a consistent management scheme in the context of M2M technology management logistics organization. The formation of an innovative method of managing material and technical base of the organization.

Современная экономика требует инноваций как теоретических, так и практических, которые на практике приносят значительную прибыль, при минимальных затратах. Однако в мире существенных инноваций не производится, в виду того, что инновация не конвейерное понятие. Модернизация старых методов экономики в менеджменте современной организации и отражение их в «новом свете» не дает существенного эффекта развития современного общества машин, электроники и кибернетики.

Актуальность данной темы заключается в отсутствии автоматизированной автономной системы управления материально-технической базой (МТБ) организации.

Цель данной работы сформировать инновационный метод управления материально-технической базой путем внедрения M2M технологий в систему менеджмента организации.

В соответствии с целью мною решены следующие задачи:

- дать определение и раскрыть технологию M2M;
- внедрение M2M технологии в управление МТБ организации;
- формирование инновационного метода управления материально-технической базой организации на основе технологии M2M.

Описание технологии M2M.

Технология M2M (machine to machine) в простом понимании среднестатистического человека, понимающего значение данной технологии, является общение машин между собой. Примером может служить общение холодильника с торговым оборудованием – закончилась еда, «холодильник» по телекоммуникационным технологиям заказывает товар в магазине от имени владельца холодильника.

В специализированном понятии технологию M2M можно выразить как технологическую взаимосвязь между собой на основе анализа (мониторинга), синтеза и контроля за каким-либо процессом. Например, вернувшись к магазину (пусть это будет супермаркет или гипермаркет типа универсам), как к организации, которой сложно контролировать остаток товара на прилавке, «прилавок» будет общаться со складом посредством проводных или беспроводных технологий в случае отсутствия нужного товара на полке, о неисправности прилавка (холодильник-прилавок не держит нужную температуру) и так далее. Конечным этапом обязан быть ответ первой машине второй для последующего исправления и/или решения поставленного вопроса.

Использование технологии M2M в производстве, оказывает существенное влияние на автоматизацию множественных процессов, таких как отключение освещения, станка, технологического узла, прекращение средств связи, отсутствие деталей в лотке.

Конечно, таковые технологии существуют и используются с момента первой автоматизации труда с иными названиями и больше как «автоматизация производства», поскольку коммуникационный обмен между машинами необходим, например, для непрерывного производственного процесса, безопасности труда или окружающей среды.

Технология M2M призвана работать не только на крупных производствах, но и на мелких, оказывая существенное влияние на скорость обмена запасами организации, вовремя их обновляя.

Технология M2M в бюджетных учреждениях повысит качество выполнения государственного задания, а в коммерческих поможет сократить издержки и как следствие увеличение чистой прибыли.

Представим механизм действия M2M технологии на примере склада деталей А и Б в организации:

Дано: автоматизированный склад деталей - А = 100 штук, Б = 200 штук; станок, заряженный 50 штуками деталей «А» и 100 штуками деталей «Б». Начался процесс производства готовой продукции. 10 штук деталей «А» не соответствуют норме и были забракованы станком, однако процесс автоматизирован и продолжается процесс изготовления продукции до последней детали «А». По окончании производства готовой продукции станок посылает запрос складу, требуя от него 10 штук деталей «А» для завершения запланированного заказа готовой продукции. Склад в свою очередь, отвечая на запрос станка, посылает необходимое количество нужных деталей по средствам оповещения универсального рабочего (грузчика) или по транспортерам.

С вышеописанной схемы видно, что сложности внедрения и использования технологии M2M не представляется и повсеместно используется на механизированных и/или автоматизированных предприятиях.

Однако M2M технология не используется как метод управления МТБ организации (или вообще как метод управления предприятием). Все больше термин M2M применяется вместе с телекоммуникационными организациями, такие как операторы связи и интернет провайдеры, обеспечивающие передачу информации между машинами (устройствами). Однако, без поставщиков связи, M2M технология практически невозможно реализовывать в организациях имеющие сложную структуру, включающие не одно подразделение или филиал.

Не заикливаясь на технологическом факторе, использование M2M в организации в качестве метода управления не менее эффективнее однозначного предназначения (общения машин между собой).

Внедрение M2M технологии в управление МТБ организации.

Материально-техническая база организации (в зависимости от ее масштаба и сферы деятельности) управляется непосредственно статистическими методами (количество и качество), средствами бухгалтерского учета (стоимостные показатели учетной стоимости активов и их износ), плановыми методами согласно учетной политике организации. Все эти методы служат на благо производства благ и оказывают существенный вклад в развитие организации и становления ее на рынке, однако зачастую процессы не автоматизированы и вовремя не выявляются прорехи.

Выработать универсальную методологию для всех организаций технология M2M не позволит, но существенно даст прорыв в развитии современного менеджмента.

Внедрение технологии M2M может показать несколько затратным и нецелесообразным процессом организации на первых порах, но если разобраться, как уже описано выше, результат лишь положителен и очевиден.

Для внедрения M2M технологий необходима систематизация базы знаний менеджмента организации и ее последовательная схема управления. Поскольку упор внедрения M2M направлен на управление материально-технической базой организации, систематизация и схема будет в разрезе МТБ организации.

МТБ в широком понимании представляет собой капитал за счет, которого осуществляется основная деятельность организации. Прежде всего, это нефинансовые активы организации - движимое и недвижимое имущество, нематериальные активы, непроектные активы. В дополнение можно включить трудовые ресурсы, например, высококвалифицированных специалистов, географические показатели и иные. Далее, например, недвижимое имущество подразделяется на здания и сооружения, а они в свою очередь, сегментируются согласно принятому классификатору (здание деревянное 1965 года, площадь 100 кв. м, здание железобетонное 1980 года, 500 кв. м). А в зданиях помещения и так до самого мелкого сегмента, с помощью которого возможно обозначить капитал.

Применение технологии M2M в организации позволяет осуществить мониторинг МТБ, выявлять недостатки (нехватку материальных запасов, чрезвычайный случай и т.п.) путем постоянного мониторинга и анализа между машинами (устройствами мониторинга) и контроля за достатком того или иного сегмента капитала. Однако M2M не будет значиться и считаться истинной технологией, если нет обратного ответа на мониторинг, анализ и контроль – своеобразной реакции на раздражитель. В продолжение положительных функций M2M технологии в разрезе МТБ организации при технологической возможности устранять все выявленные недостатки. Стоит привести несколько примеров. Пожарная система на предприятии отличный пример M2M технологии, которая в случае пожара начнет тушение и/или вызывает МЧС (пожарная служба). Закончился картридж для печати у сотрудника организации, принтер посылает сигнал о том, что картридж закончился и отправляет в службу информатизации запрос о его замене. Перегорели несколько ламп за счет сгоревшей проводки в комнате офиса №X, устройство осуществляющие мониторинг электросети посылает запрос в хозяйственную службу на замену ламп и проводки с указанием номера комнаты. Последним примером послужит счетчики расхода электроэнергии и водоснабжения, управляющие показания счетчиков в режиме реального времени или по запросу внешних служб, находясь в головных офисах.

Технология M2M незаменима в современной жизни организации. Точность, своевременность и качества отличительные признаки данной технологии.

Инновационный метод управления материально-технической базой организации на основе технологии M2M.

Разобравшись с применением и внедрением M2M технологии, становится ясно, что осталось дать систематизированную характеристику новому методу управления МТБ и организацией в целом.

Концепция методологии будет поделена на несколько шагов.

Шаг первый. Определение МТБ организации, ее границ, состояния на момент первоначальной оценки. Как правило, сюда стоит определить все сегменты МТБ, представляющие интерес в конкурентной борьбе на рынке. Это связано, прежде всего, с тем, что количественный показатель не является качественной составляющей всех единиц МТБ. Но иногда и количество единиц МТБ (размер) является не менее важным признаком (например, количество учебных аудиторий, при большом контингенте учащихся). На первом шаге необходимо выявить сегменты МТБ, которые можно автоматизировать при использовании M2M максимально выгодно. Иными словами не нужно осуществлять мониторинг каждого камушка в здании, если на то нет какой необходимости (или возможности).

Шаг второй. Внедрение М2М технологий. В этот шаг включается закупка необходимого оборудования или его дозакупка, поскольку как видно из предыдущих примеров – технологии М2М уже применяются, но не направлены в прямом смысле на управление. Создание единого контролирующего и распределительного центра для обработки команд. Можно назвать кратко - АСУ (автоматизированная система управления), которая будет своеобразной автоматизированной электронной МТБ организации. Функция АСУ будет распределительной, координирующей и контролирующей. Технология М2М заработает как часы. Закончились материальные запасы (все что угодно – детали, канцтовары, хозяйственные товары, мягкий инвентарь) – осуществлён заказ поставщику – поставщик выставляет счет, после оплаты товар попадает на склад и пустошь заполняется поступившим запасом. Можно автоматизировать и оплату, но здесь существует риск лишних списаний – т.е. все равно требуется человеческий контроль над машинами.

Шаг третий. Реорганизация менеджмента организации и сокращение части руководящего состава за ненадобностью. М2М технологии многое решают в управлении МТБ. М2М инвентаризация, сократит время и улучшит качество проверки в течение всего учетного года. Например, внутреннее перемещение объекта «А» в другое помещение, или вовсе кража вынос, сразу формируется операция в бухгалтерском учете, и печатаются необходимые документы и принимаются действия в отношении ответственных, в зависимости от операции. «М2М электросеть» - контроль расхода электроэнергии, мониторинг аварий и норм расходов, отключение электроэнергии, «М2М – водопровод» - контроль водоснабжения и его расхода, мониторинг аварий и моментальное решение проблем. Подача ежемесячных сведений в автоматическом режиме за тепло, свет и воду и иных показателей. «М2М охрана» в дополнение к «человеческой силе» осуществлять мониторинг и контроль, а так же принятие решений по правонарушениям. «М2М – кадры» - мониторинг и контроль трудовых ресурсов в организации, например в качестве табеля учета рабочего времени в автоматическом режиме, учет работ и услуг (качество и количество), оказанных клиентуре сотрудником и т.п.

В итоге мы получим универсальную методологию управления МТБ, а технология М2М выступит в качестве автоматизированного метода. Руководитель организации как руководящее звено всех звеньев сможет наглядно видеть картину предприятия и не только в разрезе МТБ. Что же касается МТБ, то, видя все плюсы и минусы существующей МТБ и ее сегментов, будет возможность своевременно принимать необходимые решения. Сломался станок – необходимо купить новый или изменить лишь определенный механизированный узел, об этом и сообщить М2М, а если автоматизация дойдет до того, что можно что-либо заменить, как например конвейер соединить со складом деталей и при необходимости добавлять детали.

В заключении стоит отметить интереснейшую вещь, внедряя М2М технологии, в качестве метода управления МТБ организации, М2М становится несколько независимой частью МТБ, дающее конкурентное преимущество.

Выполнены все поставленные задачи: дано определение и раскрыто понятие М2М технологии на примерах, отражено внедрение М2М технологии в управление МТБ организации и в трех шагах отражено формирование инновационного метода управления материально-технической базы в организации на основе технологии М2М.

Можно было бы включить источник литературы, определяющие М2М, но учитывая специфику технологии, у нее нет конкретного определения и быть не может, так как М2М – это общение машин, всех тех машин, между которыми налажена телекоммуникационная связь, как проводная, так и беспроводная.

Технология М2М, как метод управления МТБ (и не только ею) – эффективен, что и показано наглядно. Можно оглянуться вокруг – технологии М2М повсюду осуществляет управление, посредством независимого общения между машинами: кратко, точно, анализируя моментально необходимость принятия решения, что на практике и происходит.

Чтобы организация выглядела управляемой, при использовании инновационного метода управления МТБ, посредством М2М технологий, последнее слово остается за профессионалом – руководителем.

ФОРМИРОВАНИЕ ИКТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ МАГИСТРОВ СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ В УСЛОВИЯХ ДВУХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ежова Г.Л.

Москва, ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет»

Рассмотрены особенности компетентного подхода в условиях двухуровневой системы высшего профессионального образования. Выявлены предпосылки формирования ИКТ-компетентности магистров социальной сферы. Предложено описание структуры ИКТ-компетентности.

Masters ICT competency formation in terms of a two-level higher education system. Ezhova G.L.

Competence-based approach features in terms of a two-level higher education system are considered. Social sphere masters ICT competence forming preconditions were detected. The description of ICT competence structure was offered.

Современному обществу характерно динамичное развитие научно-технического прогресса, связанное с развитием информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), что влечет за собой постоянное обновление знаний в области информатики и ИКТ, возникновение принципиально новых средств и технологий, в связи с чем, знания в этой области быстро устаревают. Рассматривая современное общество информатизации и глобальной массовой коммуникации в аспекте становления современного социума, возникают проблемы формирования личности, «способной к самореализации в социальной сфере, к осуществлению всех компонентов интегративного образовательного процесса, к выполнению функций и профессиональных ролей специалиста социальной сферы» (В.И.Жуков). Таким образом, возникает насущная потребность в подготовке кадров в области социальной сферы в условиях информатизации и коммуникации современного общества. При этом анализ современного состояния подготовки магистров социального образования показал, что в настоящее время недостаточно специалистов новой формации, способных применять средства ИКТ в социальной сфере. Поэтому современная двухуровневая система высшего профессионального образования магистров социальной сферы должна включать наряду с высокой профессиональной подготовкой в предметной сфере освоение специфических знаний, умений в области информатики и ИКТ, при этом необходимо формировать их ИКТ-компетентность.

Анализ работ в области компетентного подхода (Босова Л.Л., Варданын Ю.А., Канаев Б.И., Лавина Т.А., Лебедев О.Е., Равен Дж., Хуторской А.В., Фишман И.С., Чуракова О.В. и др.) показал, что в настоящее время в современной дидактике компетентность рассматривается как дидактическая категория и является критерием эффективности педагогической деятельности. Для разделения общего и индивидуального в содержании «компетентного образования» А.В. Хуторской [10] считает целесообразным отличать часто используемые синонимические понятия «компетенция» и «компетентность» и определить существенные различия между данными понятиями. По его мнению «компетенция – совокупность взаимосвязанных качеств личности (мотивация, знания, умения, навыки, способы деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов, необходимых для качественной и продуктивной деятельности по отношению к ним. Компетентность – владение, обладание человеком соответствующей компетенцией, включающей его личностное отношение к ней и к предмету деятельности». По мнению Б.И. Канаева [4], «если компетентность соотносима с категорией качества, то в практике управления процессом его обеспечения должны иметь место сформулированные и систематизированные совокупности признаков этих качественных характеристик – то, что в нашем инструментарии мы называем компетенциями». Компетенция, в понимании Б.И. Канаева, «это идеализированное и нормированное представление о требованиях к тому или иному виду человеческой деятельности, с которыми должны сопоставляться фактические показатели образующейся личности, осваивающей данный опыт». Термин «компетенция» по мнению О.Е.Лебедева имеет два значения: «круг полномочий какого-либо учреждения или лица; круг вопросов, в которых данное лицо обладает познаниями, опытом». О.В. Чуракова, И.С. Фишман [11] под компетенцией понимают организацию знаний, умений и навыков, которая позволяет ставить и достигать цели по преобразованию ситуации. В.А. Демин [3] определил компетентность «как уровень умений личности, отражающий степень соответствия определенной компетенции и позволяющий действовать конструктивно в изменяющихся социальных условиях».

По мнению Адольфа В.А., Ваграменко Я.А., Гоферберга А.В., Нежуриной М.И., Хеннера Е.К. и др. показателем уровня владения ИКТ является ИКТ-компетентность. Вопросам формирования ИКТ-компетентности учителей-предметников посвящены работы Кузнецова А.А., Лавиной Т.А., Хеннера Е.К. и др.

Выявим предпосылки формирования ИКТ-компетентности в процессе подготовки магистров для социальной сферы в условиях информатизации образования, под которым будем понимать «целенаправленно-организованный процесс обеспечения сферы образования методологией, технологией и практикой создания и оптимального использования научно-педагогических, учебно-методических, программно-технологических разработок, ориентированных на реализацию возможностей информационных и коммуникационных технологий, применяемых в комфортных и здоровьесберегающих условиях». [9]

Первой предпосылкой является проблема формирования структуры содержания подготовки магистров социальной сферы в области ИКТ в силу чрезвычайно малой временной дистанцией между возникновением информатики как фундаментальной самостоятельной отрасли науки (высокой динамикой изменения в этой области) и внедрением ее в учебный процесс [7]. Другой предпосылкой является выявление дидактических возможностей ИКТ, педагогической целесообразности их использования [9], реализация которых инициирует изменение структуры информационного взаимодействия образовательного назначения, изменение структуры представления учебного материала и учебно-методического обеспечения образовательного процесса, изменение учебной деятельности взаимодействия участников образовательного процесса в информационно-коммуникационной предметной среде. Третьей предпосылкой выступает использование средств ИКТ в различных сферах социального образования, казалось бы, не связанных с профессиональной деятельностью будущих магистров.

Вышеозначенное определяет необходимость совершенствования системы формирования ИКТ-компетентности магистров социального образования адекватно развитию методов информатики и средств ИКТ в аспекте реализации их возможностей в научно-исследовательской, организационно-управленческой, научно-педагогической и социально-технологической деятельности, требующей углубленной профессиональной

подготовки в области использования средств ИКТ в условиях информатизации общества и глобальной массовой коммуникации.

Формирование ИКТ-компетентности магистров в области социального образования происходит в процессе подготовки «бакалавриат – магистратура» в условиях информатизации образования. Вышеизложенное позволяет определить ИКТ-компетенцию магистров в области социального образования как выраженную способность; применять приобретенные знания, умения; решать профессиональные задачи с использованием методов информатики и средств ИКТ в процессе осуществления научно-исследовательской, организационно-управленческой, научно-педагогической и социально-технологической деятельности, а именно:

17. понимание особенностей осуществления информационной деятельности, информационного взаимодействия образовательного назначения, структуры представления учебного материала на основе автоматизации учебно-методического обеспечения образовательного процесса, изменений учебной деятельности взаимодействия участников образовательного процесса в информационно-коммуникационной предметной среде и осуществления учебной деятельности на базе использования средств ИКТ;

18. знание общих закономерностей протекания информационных процессов в профессиональной деятельности на основе использования локальных и глобальной компьютерных сетей, ориентированных на формирование умений самостоятельно приобретать знания, при осуществлении научно-исследовательской, организационно-управленческой, научно-педагогической и социально-технологической деятельности, в том числе используя информационно-коммуникационную среду предметной области, знание свойств и характеристик профессионально значимой информации;

19. решение социально-проектных и научно-педагогических задач, ориентированных на использование современных информационных и коммуникационных технологий в предметной области знаний и образовании, владение современными методами исследований, умение конструировать, реализовывать и анализировать результаты процесса обучения, проектирования и реализации нового учебного содержания учебных предметов, диагностировать уровень обучаемости;

20. выполнение библиографической работы с использованием средств информационных и коммуникационных технологий; отбор необходимых методов исследования; обработку, анализ и интерпретацию полученных результатов педагогического эксперимента при использовании средств информационных и коммуникационных технологий.

Исследования в области формирования структуры и содержания педагогической деятельности (В.П. Беспалько, Н.В. Кузьмина, В.А. Сластенин и др.) и методических особенностей применения средств ИКТ в образовательной деятельности (Т.А. Лавина, И.В. Роберт и др.) описывают структуру ИКТ-компетентности научно-педагогических кадров информатизации образования, определяя ее как: базовая ИКТ-компетенция, профессиональная ИКТ-компетенция, специальная ИКТ-компетенция.

Рассматривая предложенную структуру необходимо сформулировать требования к каждому из уровней: базовая ИКТ-компетенция формируется при изучении средств ИКТ для осуществления информационной деятельности, информационного взаимодействия с объектами профессиональной деятельности; профессиональная ИКТ-компетенция направлена на формирование компетентности в области социально-технологической деятельности в условиях информатизации общества; специальная ИКТ-компетенция связана со способностью и готовностью осуществлять научно-исследовательскую и экспериментальную деятельность в социально-практической деятельности.

Все вышеизложенное определило направления формирования ИКТ-компетентности в процессе подготовки магистров в области социального образования. Подготовка магистров в области социального образования в условиях информатизации общества обеспечивается за счет формирования содержания подготовки с учетом принципов: соответствия содержания образования современным требованиям развития общества, науки, культуры; структурного единства содержания образования на разных уровнях его формирования; опережающего характера подготовки; единства и противоположности логики науки и учебного предмета. Требования к ИКТ-компетентности магистров в области социального образования постоянно возрастают в соответствии с развитием методов информатики и средств ИКТ и обновлением знаний в данной области.

Литература

- Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989.
- Вербицкий А.А. Компетентный подход и теория контекстного обучения // Россия в Болонском процессе: проблемы, задачи, перспективы: Труды методологического семинара. М.: Академия, 2004.
- Демин В.А. Профессиональная компетентность специалиста: понятие и виды. // Мониторинг образовательного процесса. - №4. – 2000.
- Канаев Б.И. Педагогический анализ результата образовательного процесса: практико-ориентированная монография. Москва – Тольятти: ИНО РАО, 2003, 272 с.
- Кузьмина Н.В. Методы системного педагогического исследования. – Л.:ЛГУ, 1980. – 243с.
- Лавина Т.А. Формирование ИКТ-компетентности учителя-предметника в условиях непрерывного педагогического образования. // Ученые записки. Вып.27. – М.: ИИО РАО, 2008. с.176-181.
- Леднев В.С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. – М.: Высшая школа, 1991.

Роберт И.В., Поляков В.А. Основные направления научных исследований в области информатизации профессионального образования. – М.: «Образование и Информатика», 2004. – 68с.

Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). 2-е издание, дополненное. – М.: ИИО РАО, 2008. – 274 с.

Хуторской А.В. Дидактическая эвристика: Теория и технология креативного мышления. – М.: ЗАО «МТО ХОЛДИНГ». – 2004. – 216 с.

Чуракова О.В., Фишман И.С. Ключевые компетенции как результат образования. Метод проектов в образовательном процессе. Дидактические материалы для обучения педагогов / Серия «Компетентностно-ориентированный подход к образованию: образовательные технологии» Выпуск 1. – Самара: изд-во «Профи», 2002. – 140 с.

Швецкий М.В. Методическая система фундаментальной подготовки будущих учителей информатики в педагогическом вузе в условиях двухступенчатого образования: Дис... д-ра пед. наук. – СПб, 1994.

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

Иванченко М.В.

Москва, ФГНУ «Институт информатизации образования» Российской академии образования

В статье рассмотрен комплексный подход к защите информации, циркулирующей в автоматизированных системах связи, с учетом всевозможных дестабилизирующих факторов и характеров угроз. Проведена аналитическая работа по изучению влияния преднамеренных и случайных воздействий на автоматизированные системы управления. Получено, что меры по защите информации в системах связи приводят к следующим последствиям: увеличивается размер исходной информации за счет служебной информации, поставляемой каждым уровнем многоуровневой модели, и изменяется вид распределения каждого сообщения.

Queuing theory methods in tasks of automated control systems (ACS) with the network infrastructure security analyzing. Ivanchenko M.V.

Complex approach to information protection circulating in the automated systems of communication taking into account the various destabilizing factors and the threats nature is considered in the article. The analytical study work on deliberate and random impact on automated control system is provided. As the analysis result we discovered that information protection measures in automated control systems lead to the following consequences: the original information size increases due to service information that is supplied by each level of multilevel model and the form of each message distribution is changed. As the result the problem of the resources among the main system tasks and system security ensuring distribution appears.

Современный мир находится на таком этапе своего развития, который специалисты определяют как «информационное общество». Проблема обеспечения безопасности средств и систем, связанных с обработкой информации обусловлена автоматизацией всей информационной инфраструктуры объектов, что существенно расширило возможности несанкционированного доступа к информационным ресурсам предприятий. В настоящее время Российская Федерация поднимается на новый этап развития - этап становления информационного общества, когда суммарная стоимость информации и информационных технологий, используемых в обществе, в ближайшем будущем превзойдет затраты на другие виды деятельности. Информация и информационные технологии становятся основным рыночным товаром в обществе. Поэтому наиболее важными составляющими объекта защиты является информация и средства обработки и хранения информации.

Главным отличием информационной инфраструктуры, как объекта защиты, является то, что она имеет распределенный характер, охватывая практически все компоненты организации. Все это существенно усложняет обеспечение безопасности объекта обработки информации.

Для того, чтобы дать оценку защищенности системы необходимо проводить анализ ее уязвимостей. Под уязвимостями понимаются «слабые места» системы, которыми может воспользоваться злоумышленник как собственно для атаки, так и для сбора необходимой информации о системе для будущих атак. Залогом успешной деятельности в области защиты информации в автоматизированных системах являются высококвалифицированные специалисты-аналитики, так как в основе легальных способов получения защищаемой информации лежит тщательная аналитическая обработка различных данных, открыто опубликованных в специализированных журналах, отчетах, научных трудах, выставочных проспектах, а также полученных из иных открытых источников. Такие данные сами по себе не являются секретными и не позволяют получить защищаемую информацию, но, сопоставленные друг с другом и аналитически переработанные, приобретают новый смысл.

Защищенность является одним из важнейших показателей эффективности функционирования автоматизированной системы (АС), наряду с такими показателями как надежность, отказоустойчивость, производительность. Проблема защиты информации особенно актуальна в связи с постоянно растущим уровнем автоматизации управления крупномасштабными объектами, в том числе в сфере образования.

В статье проводим анализ методов теории защиты информации с использованием инструментария теории массового обслуживания, т.е. рассматриваем принципы защищенности на уровне системы массового обслуживания, в реальной жизни, представленной в качестве автоматизированной системы управления с сетевой инфраструктурой. Задачи теории массового обслуживания носят оптимизационный характер и в конечном итоге включают экономический аспект по определению такого, варианта системы, при котором будет обеспечен минимум суммарных затрат от ожидания обслуживания, потерь времени и ресурсов на обслуживание и от простоев каналов обслуживания. Систему массового обслуживания можно представить, как идеализированную модель некоторой системы управления, для которой допускается многократное использование в процессе эксплуатации.

Полную защищенность системы массового обслуживания можно достигнуть путем: разработки комплекса средств защиты от внешних и внутренних угроз, резервирования отдельных элементов и узлов, тщательной отработки программного обеспечения изделий.

Рассмотрим процесс защиты информации в СМО в разрезе системного подхода. Мероприятия по обеспечению защиты циркулирующей в системе информации должны носить комплексный характер. Для подобного системного подхода характерно: 1. Защита информации рассматривается как непрерывный процесс, который осуществляется на всех этапах жизненного цикла автоматизированной системы. 2. Система защиты информации, рассматривается как сложная система, которая непосредственно связана с автоматизированной системой и внешней средой. 3. В процессе защиты информации наблюдается комплексное использование всех методов и средств защиты. 4. Основой защиты информации является нормативно-правовая база защиты информации.

В настоящее время не существует каких-либо стандартизированных методик анализа защищенности АС. Поэтому в конкретных ситуациях алгоритмы действий аудиторов могут существенно различаться. Однако типовую методику анализа защищенности корпоративной сети предложить все-таки возможно. Методы исследования должны предполагать использование как активного, так и пассивного тестирования системы защиты. Активное тестирование системы защиты заключается в эмуляции действий потенциального злоумышленника по преодолению механизмов защиты. Пассивное тестирование предполагает анализ конфигурации ОС и приложений по шаблонам с использованием списков проверки.

Стоит обязательно понимать, что систему ЗИ всегда необходимо актуализировать и делать поправку на существующие проблемы, основываясь на приведенных ниже данных. К проблемам защиты информации нужно отнести:

1. Быстрое развитие базы вычислительной техники, создание и внедрение новых информационных технологий в различные сферы жизни человека.
2. Сильная мотивация организаций и физических лиц в отношении получения доступа к информации. Опережающее развитие методов и средств организации и реализации информационных угроз.
3. Значительная степень неопределённости условий, в которых работает информационная система:
 - а) неопределённость относительно помех;
 - б) неопределённость относительно времени возникновения информационных угроз;
 - в) неопределённость относительно направленности информационных атак;
 - г) неопределённость относительно источников угроз.
4. Большое количество известных методов и средств защиты информации, которые отличаются областью применения, эффективностью, способом реализации, стоимостью.

Все актуальные и возможные угрозы безопасности информации можно классифицировать по следующим признакам:

1. По видам угроз актуально проводить следующее деление: а) физическая целостность (уничтожение или искажение информации); б) логическая структура; в) содержание информации (несанкционированная модификация); г) конфиденциальность информации (несанкционированное получение); д) право собственности (присвоение чужого);
2. По природе происхождения угрозы нужно подразделять на: а) угрозы случайной природы (отказы, сбои, ошибки, стихийные бедствия, побочные влияния); б) преднамеренные угрозы (злоумышленные действия людей).

Информация, циркулирующая в системах передачи данных, связи, и сами сети подвергаются как случайным, так и преднамеренным воздействиям. В связи с этим меняются характер потоков, параметры времени, алгоритмы передачи, обработки информации и другие характеристики, составляющие предмет теории массового обслуживания. К случайным воздействиям относятся помехи, отказы, всевозможные ошибки и т.д., вызванные естественными причинами. Как сообщалось выше, для ЗИ применяют кодирование информации, разные виды резервирования, системные решения и т.д. Таким образом, кроме основной в сетях появляется служебная информация (о состоянии сети, маршрутизации и др.), дисциплины обслуживания, которой в общем случае отличаются от дисциплин обслуживания потоков основной информации. К преднамеренным

воздействиям относятся перехват информации в каналах связи, несанкционированный доступ к ресурсам, хищение, вирусы и др. Эти воздействия приводят к нарушению конфиденциальности, целостности данных, работоспособности системы. В частности, защита от несанкционированного доступа к ресурсам обеспечивается средствами идентификации, аутентификации, авторизации. Использование этих средств приводит к появлению дополнительных потоков в системе в виде разных паролей со своими дисциплинами обслуживания. К ним могут добавляться разные ложные потоки, такие как имитируемые потоки (например, повторная передача ранее переданных потоков информации), ложные пароли и т.д. Получается СМО, в которой время обслуживания имеет составной характер, что приводит к корреляции между временем обслуживания последовательно следующих запросов на обслуживание. Основой подсистемы защиты от несанкционированного доступа может быть устройство разграничения доступа, обеспечивающее аутентификацию операторов, санкционирование особо ответственных операций, доставку и ввод в систему специальной информации.

Разработанные решения по ЗИ должны реализовать концепцию защищенной СМО. В такой системе должна обеспечиваться идентификация и аутентификация объектов и субъектов, защита от несанкционированного доступа к информации и аппаратуре, абонентское и канальное шифрование, цифровая подпись и др.

В основу защищенной системы массового обслуживания должны лечь параметры:

- непрерывность функционирования в течение многих лет;
- защищенность от воздействия максимально широкого спектра воздействий на систему;
- максимальный уровень информационной защищенности;
- работоспособность и безопасность системы управления, исключающей снижение защиты от несанкционированных действий;
- минимальные сроки передачи информации;
- высокие эксплуатационные показатели.

На основе приведенной информации можно сделать определенные выводы. Меры по ЗИ в системах связи приводят к следующим последствиям: на основные потоки информации, циркулирующие в системах связи, накладываются потоки служебной информации и потоки ложной информации, вызванные преднамеренными воздействиями. Увеличивается размер исходной информации за счет служебной информации, поставляемой каждым уровнем многоуровневой модели, и изменяется вид распределения каждого сообщения. Размер может увеличиваться при использовании шифрования, цифровой подписи и т.д. Реализация мер, принимаемых для ЗИ, требует соответствующих ресурсов (пропускную способность, производительность, память) и при ограниченных ресурсах ведет к ухудшению вероятностно-временных характеристик системы. Возникает проблема распределения ресурсов между основными задачами системы и задачами по обеспечению ее безопасности.

Литература

1. Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России). Руководящий документ. Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от НСД к информации [Электронный ресурс] http://www.fstec.ru/_docs/doc_3_3_003.htm
2. Теория защиты информации. Энциклопедия по безопасности информации WIKISEC [Электронный ресурс] http://www.wikisec.ru/index.php?title=Теория_защиты_информации#
3. Мельников В.В. Защита информации в компьютерных системах. - М.: Финансы и статистика. Электроинформ, 1997. 368 с.
4. Иванов В.П. Математическая оценка защищенности информации от несанкционированного доступа // Специальная техника. - 2004. - № 1.

РАЗВИТИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Козлов А.Г., Мудракова О.А.

Москва, ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет»

Приведен анализ понятия «инновации» и рассмотрено влияние информационных и коммуникационных технологий на осуществление педагогической деятельности.

Development of innovative pedagogical activities on the basis of information and communication technologies. Kozlov A.G., Mudrakova O.A.

The analysis of "innovation" concept is performed and the impact of information and communication technologies on the implementation of pedagogical activities is considered.

Характерной особенностью развития образования является наличие инновационных процессов, стремление педагогических коллективов преобразовать образовательные учреждения и педагогический процесс в целом, при этом современная школа ищет различные пути реализации своих функций, одним из которых и является инновационная деятельность.

В 90-е годы стихийный процесс преобразований охватил все наши школы. Стали создаваться гимназии, лицеи, учителя с интересом знакомились с инновационными технологиями (тогда говорилось – новыми технологиями). Однако инновации осуществлялись бесконтрольно, бессистемно, зачастую необоснованно, в дань очередной моде. Возникла необходимость сделать этот процесс управляемым, встроить его в образовательную среду, поставить на научную основу, только при таких условиях новации могли решать актуальные проблемы образования.

Понятие "инновация" трактуется в современном словаре иностранных слов как нововведение (лат.-новый). В научной литературе русское слово "нововведение" определяются как целенаправленное изменение, вносящие в среду внедрения новые стабильные элементы (новшества), вызывающие переход системы из одного состояния в другое [6]. Словарь Г.И. Ожегова дает следующее определение: *новый* – «впервые созданный или сделанный, появившийся к ближайшему прошлому или к настоящему времени, недостаточно знакомый, малоизвестный». В научной литературе различают понятие "новшество" или "новое средство" они считаются синонимами, и "инновация" - "нововведение". Новшество - это именно средство (новый метод, методика, технология, программа и т.д.), а инновация - это процесс освоения этого средства [7].

В идеале грамотно отобранное новшество должно гарантировать успех нововведение в максимально возможной степени. Нововведение считается успешным, если освоение положенного в его основу нового средства позволило решить задачу развития школы. В целом, под инновационным процессом понимается комплексная деятельность по созданию (рождению, разработке), освоению, использованию и распространению новшества [7].

При внедрении инновационных педагогических технологий существенным образом меняются формы учебной деятельности, реализуются деятельностные подходы, увеличивается доля самостоятельности учащихся, увеличивается объем используемых информационных и компьютерных средств для процесса обучения. Педагогические технологии образуют содержание педагогической деятельности. Некоторые авторы педагогическими технологиями называют систематический метод планирования, применения и оценивания процесса обучения и усвоения знаний путем учета человеческих и технических ресурсов и взаимодействия между ними для достижения более эффективной формы образования. Некоторые считают, что педагогические технологии - алгоритмизация деятельности преподавателей и учащихся на основе проектирования всех учебных ситуаций (Пальчевский, Фридман). По мнению других - педагогические технологии включают целостный процесс постановки целей, постоянное обновление учебных планов и программ, тестирование альтернативных стратегий и учебных материалов, оценивание педагогических систем в целом и установление целей заново, как только становится известной информация об эффективности системы. С точки зрения [1] "педагогическая технология - проект определенной педагогической системы, реализуемой на практике". По мнению И.Я. Лернера, педагогическая технология - это способ организации, образ мыслей о материалах, людях, учреждениях, моделях и системах типа "человек-машина", это проверка экологических возможностей проблемы [3].

Таким образом, под новыми педагогическими технологиями будем понимать определенные комплексные процессы, включающие обучающихся и педагогов, идеи, средства и способы организации учебной деятельности, которые в последнее время становятся наиболее актуальными [2]. Развитие информационных и коммуникационных технологий и активное их внедрение в учебный процесс уже привели к существенным изменениям в государственном стандарте общего образования. Например, Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования № 788 от 22 декабря 2009 по направлению подготовки 050100 «Педагогическое образование» в числе базовых компетенций называет следующие: готовность специалистов использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работа с компьютером как средством управления информацией; способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях; способность применения информационных технологий для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса. Умение использовать компьютерную технику, информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), базы данных и знаний, владение методологией, принципами и методикой использования информационных технологий обучения становятся необходимыми качествами современного педагога независимо от его специализации. Технологии электронного обучения в образовательном процессе невозможны без широкого применения информационных и коммуникационных технологий.

Преобладающий в современном профессиональном образовании компетентностный подход напрямую связан с идеей комплексной подготовки индивида не только в качестве специалиста, профессионала своего дела, но и как личности и члена коллектива и социума, и как носителя определенных профессиональных качеств. Выявление перечня профессионально важных качеств педагогов, обусловленных переходом к информационному обществу, и их формирование становится одной из актуальных задач всей образовательной системы на научно-теоретическом уровне. Целью исследования является разработка и апробация модели развития профессионально

важных качеств педагога при внедрении информационных и коммуникационных технологий в образование. Экспериментальная работа была связана с использованием ИКТ на занятиях образовательной области «Технология» в основной школе для формирования ключевых компетенций учащихся.

На современном этапе ИКТ и соответствующие им прикладные программы являются только элементом, средством обучения, которое определяет успех или неудачу, достижение или не достижение цели обучения. При одинаковых аппаратно-программных условиях можно организовать как инновационное, эффективное и интересное экспериментирование, так и использовать для скучного и неэффективного обучения. Новые технологии обучения с использованием ИКТ позволяет значительно повысить степень осмысленности учебного материала, во-первых, за счет четкости, конкретности и минимальности постановки каждой проектной задачи, и, во-вторых, за счет использования не только абстрактных моделей, но и понятных каждому учащемуся наглядных зрительных образов.

Обучение с применением инновационных компьютерных технологий в образовании соединяет три основных компонента повышения эффективности педагогического взаимодействия: информационные и коммуникационные технологии и средства мультимедиа; активные методы учебно-педагогического сотрудничества (проектные, проблемно-поисковые и др.); междисциплинарный подход.

В заключение следует отметить, что внедрение современных информационных и коммуникационных технологий оказывает огромное влияние на развитие образовательного процесса и значительно повышает степень усвоения и осмысленности учебного материала. В связи с чем в обществе возросла востребованность формирования развивающего и опережающего обучения при использовании информационных и коммуникационных технологий [5].

Литература

1. Беспалько, В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) [Текст] / В.П. Беспалько. - М.:Воронеж: МОДЭК, 2002. – 352 с.
2. Коротков, А.М. Компьютерное образование с позиций системно-деятельностного подхода [Текст] / А.М. Коротков // Педагогика. – 2004. - №2. – С 3-10.
3. Лернер, П. С. Проектирование по «Технологии» [Текст] // Школа и производство. - 1997. - № 3. - С. 15-19
4. Соколова Н.Ю. Изменения в содержании учебных предметов естественно-научного цикла (на примере физики) под влиянием новых педагогических технологий// Интернет и образование, Окт., Том 2008, № 1.
5. Полат Е. С. Методические основы разработки курсов дистанционного обучения // “Интернет. Общество. Личность-99. Тез. док. межд. конф. – СПб.: ИОО 1999. - С. 228–2
6. Пригожин А.И. Методы развития организаций. - М.: МЦФЭР, 2003. - 863 с.
7. Развитие школы как инновационный процесс: Методическое пособие для руководителей образовательных учреждений / Под ред. М.М. Поташника. М., 1994

КЛАССИФИКАЦИЯ РЫНОЧНЫХ ФАКТОРОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВЛИЯНИЯ РЫНОЧНОГО РИСКА В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Рассмотрена задача анализа рыночных факторов в задачах прогнозирования доходности финансовых инструментов. Проведена классификация множества рыночных факторов с точки зрения влияния рыночного риска.

Classification of market factors in terms of the influence of market risk prediction problems . Uvaysov S. U., Zhuravleva J.N., Paliy S. P.

A problem of analysis of market factors in the problems of forecasting returns of financial instruments is analyzed. The classification of a set of market factors in terms of impact of market risk is performed.

Прогнозирование в экономической науке является одной из наиболее важных задач при принятии решения об инвестировании в ценные бумаги (далее финансовые инструменты).

На этапе анализа входной информации в задачах прогнозирования, происходит обработка данных исследуемой области. В нашей работе исследуемая область представляет собой российский фондовый рынок.

Элементы финансовой системы характеризуются множеством рыночных факторов. Рыночные факторы представляют собой макроэкономические показатели финансовой системы: индексы международных рынков ценных бумаг, мировые цены на энергоресурсы и полезные ископаемые, индексы государственных и корпоративных облигаций, процентные ставки на межбанковском рынке, курсы валют и др.

Рассмотрим множество признаков финансовой системы с точки зрения влияния рыночного риска. Рыночный риск имеет макроэкономическую природу, то есть источниками рыночных рисков являются макроэкономические показатели финансовой системы – индексы рынков, кривые процентных ставок и т.д.

Существует четыре стандартных формы рыночных рисков:

- фондовый риск (equity risk) – риск снижения цены акций;
- процентный риск (interest rate risk) – риск изменения процентных ставок;
- валютный риск (currency risk) – риск изменения курсов валют;
- товарный риск (commodity risk) – риск изменения цен товаров.

Проведем классификацию всех финансовых показателей российского рынка (около 40 шт.) с точки зрения влияния рыночного риска: фондовые, процентные, валютные и товарные.

В качестве исходных данных для построения математических моделей доходности были отобраны 38 показателей финансовой системы, описывающих [1]: российский рынок акций, российский денежный рынок, российский рынок облигаций, международный рынок ценных бумаг. Выбранные рыночные факторы представляют собой макроэкономические показатели финансовой системы: индексы международных рынков ценных бумаг, мировые цены на энергоресурсы и полезные ископаемые, индексы государственных и корпоративных облигаций, процентные ставки на межбанковском рынке, курсы валют и др.

После анализа факторов с точки зрения влияния рыночного риска получили классификацию показателей российского рынка. (Таблица 1).

Таблица 1

Существенные показатели российского рынка

№	Название признака (индикатор)	группа
1	Курс доллара относительно рубля	Валютный
2	Цена контракта на баррель нефти марки ICE.BRN	Товарный
3	Индекс ММВБ (MICEX)	Фондовый
4	Индекс Nasdaq (американский индекс внебиржевого рынка)	Фондовый
5	Индекс S&P	Фондовый
6	Индекс японского фондового рынка Nikkei	Фондовый
7	Индекс гонконгского фондового рынка HSI	Фондовый
8	Индекс китайского фондового рынка SSE	Фондовый
9	Индекс корейского фондового рынка KS200	Фондовый
10	Индекс бельгийского фондового рынка BFX	Фондовый
11	Индекс французского фондового рынка FCHI	Фондовый
12	Индекс австрийского фондового рынка ATX	Фондовый
13	Индекс германского фондового рынка GDAXI	Фондовый
14	Индекс турецкого фондового рынка XU100	Фондовый
15	Индекс польского фондового рынка WIG	Фондовый
16	Индекс болгарского фондового рынка BUX	Фондовый
17	Индекс словацкого фондового рынка SAX	Фондовый
18	Индекс великобританского фондового рынка FTSES	Фондовый
19	Индекс бразильского фондового рынка BVSP	Фондовый
20	Индекс мексиканского фондового рынка MXX	Фондовый
21	Индекс аргентинского фондового рынка MERV	Фондовый
22	Цена контракта на баррель нефти марки NYMEX.CL_LIGHT	Товарный
23	Цена контракта на природный газ марки NGc1	Товарный
24	Цена контракта на баррель нефти марки BRENT	Товарный
25	Цена контракта на баррель нефти марки WTI	Товарный
26	Цена золота	Товарный
27	Цена серебра	Товарный
№	Название признака (индикатор)	группа
28	Цена платины	Товарный
29	Цена палладия	Товарный
30	Объем депозитов банков в ЦБ РФ	Процентный
31	Ставка МІАСR на 1 день	Процентный
32	Ставка МІАСR на срок от 2 до 7 дней	Процентный
33	Ставка МІАСR на срок от 8 дней до 14 дней	Процентный
34	Ставка МІАСR на срок 1 месяц	Процентный

35	Индекс государственных облигаций	Фондовый
36	Индекс корпоративных облигаций	Фондовый
37	Объем денежной базы	Фондовый
38	Объем золотовалютных резервов	Фондовый

В работе проведено исследование множества показателей финансовой системы в количестве 38 штук, описывающих российский рынок акций, российский денежный рынок, российский рынок облигаций, международный рынок ценных бумаг. Проведена классификация показателей финансовой системы с точки зрения влияния различных видов рыночного риска, названных показателями различной природы: 1 валютный показатель, 9 товарных показателей, 23 фондовых показателей, 5 процентных показателей. Отобранные показатели могут быть использованы в дальнейшем для построения математической многофакторной модели доходности.

Литература

1. Губерниев, В. ГКО в оптимальном портфеле / В. Губерниев // Рынок ценных бумаг. – 1996. – № 15. – С. 6–9.

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ВУЗА

Квасников К.Г., Кузнецов Д.Ю., Чудинов И.Л.
Томск, НИ ТПУ

Сформулированы основные положения концепции электронного вуза, определены проблемы реализации каждого положения и концепции в целом и средства их преодоления. Рассмотрены результаты реализации концепции в Томском политехническом университете.

Problems of implementing the e-university concept Konstantin G. Kvasnikov, Dmitry J. Kuznetsov, Igor L. Chudinov

The basic points of the e-university concept were represented. The problems of implementing each provision, the conception in general and means of overcoming were defined (specified). The results of e-university concept in TPU were reviewed.

В последнее время все чаще говорится об электронных объектах различного уровня – конкретных организаций, фирм, предприятий, вузов, администраций районов, городов, регионов, правительств.

Какого либо определения понятия электронного объекта (организации) не существует, однако из контекста описания таковых можно говорить об использовании информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в реализации всех, на первых бизнес процессов деятельности организации. Прежде всего, речь идет о сфере управления, а в ней – об электронном документообороте.

Вуз имеет значительную специфику, обусловленную тем, что кроме обычного для большинства организаций документооборота сферы управления информация (документы) являются и конечным результатом (отчеты, статьи, монографии, диссертации.), и ресурсом (учебно- методические материалы, научные издания), и инструментом (тесты, презентации) деятельности.

На основе системного анализа проблемы создания электронного вуза можно определить следующие положения (условия реализации) концепции электронного вуза:

- Полно связанная, безотказная корпоративная вычислительная сеть.
- Интернет доступ – портал – личный кабинет каждой действующей в вузе личности (студент, аспирант, сотрудник, выпускник и др.).
- Полная информационная модель предметной области (принцип единой информационной среды, интеграция всех информационных ресурсов).
- Реализация всех бизнес процессов в информационно-коммуникационной среде вуза.
- Специальный подход к реализации электронного документооборота.
- Уровень квалификации всех участников достаточный для реализации бизнес процессов в рамках электронного вуза.

Создание полно связанной, безотказной корпоративной вычислительной сети может быть обеспечено за счет её реализации на принципах структурированной кабельной системы (СКС) и достаточного резервирования каналов связи (в том числе внешних) и оборудования. Основная проблема здесь финансовая, однако, значительные трудности возникают и в обосновании (перед руководством) необходимости обеспечения сетевого доступа из любого помещения (даже если в настоящее время такого доступа и не требуется) и наличия нескольких внешних каналов различных провайдеров.

Неотъемлемой составляющей современной корпоративной сети является наличие Wi-Fi доступа во всех корпусах вуза, включая общежития. Основная проблема обеспечения такого доступа кроется в необходимости постоянной консультативной поддержке пользователей, имеющих самую разнообразную аппаратуру, обеспечивающую Интернет доступ. В отличие от этого, стационарное оборудование корпоративной сети вуза обычно достаточно унифицировано.

Характерной особенностью вуза является значительное число пользователей, имеющих специфические информационные и сервисные потребности. Как правило, это взаимосвязанные ресурсы и сервисы студентов, преподавателей, научных работников, управленческого персонала. При этом конкретная личность может сочетать различные роли. Эффективное использование информационных ресурсов и сервисов возможно лишь в условиях корпоративного портала и важнейшего его сервиса – личного кабинета каждого пользователя корпоративной сети.

Обязательным условием реализации электронного вуза является единая информационная среда, под которой подразумеваем не только упомянутую выше полно связную корпоративную вычислительную сеть, но и единую информационную базу, отражающую полную, минимально избыточную информационную модель вуза. Наиболее предпочтительным здесь является подход с использованием объектно-ориентированных баз данных, таких как *личности* (с возможно одновременно имеющимися ролями - абитуриент, студент, аспирант, преподаватель, научный работник и т.д.), *документы* (входящие, исходящие, приказы, договора различного назначения, решения ученых советов и ректората, издания и т.п.), *здания и помещения* (учебные, производственные, общежития) т.п. Особую роль при этом имеют единая база данных классификаторов, использование которой всеми приложениями позволяет обеспечить единообразное представление информации и централизованный репозиторий (мета описания) информационной базы, позволяющий обеспечить эффективное комплексное использование информационной базы. Следует заметить, что такой подход трудно реализуем во первых потому, что любой вуз имеет, ранее созданные приложения, отказаться или заново разрабатывать которые не представляется возможным, а во вторых практически все вузы имеют приобретенные со стороны информационно-программные комплексы (библиотечные, бухгалтерские, обучающие системы и т.п.) изменение которых невозможно, и наконец, из за сложности реализации централизованного проектирования единой информационной базы и ориентированных на неё приложений.

Другой подход предполагает относительную свободу в проектировании информационного и программного обеспечения, а интеграцию информации обеспечивать через создания специальных программ экспорта-импорта информации между базами данных приложений (подсистем). Однако, в этом случае кроме повышенной нагрузки на сопровождение информационного и программного обеспечения, значительной проблемой является обеспечения единства представления информации, имея в виду не только форматы данных, но прежде всего, классификаторы.

Разрешением противоречий между этими подходами может быть постепенное формирование единой информационной базы посредством пополнения её из информации автономных приложений и ориентации всех вновь создаваемых или модернизируемых приложений на работу с ней.

Принцип реализации всех бизнес процессов в информационно-коммуникационной среде вуза на практике понимается как принцип последовательного расширения состава таких бизнес процессов. Важно, чтобы в первую очередь разрабатывались приложения поддержки наиболее важных бизнес процессов. Наверное, к их числу необходимо отнести: определение рейтингов вуза, подразделений и личностей, планирование и организация учебного процесса (от формирования учебных планов нового набора до составления расписания учебных групп и индивидуальных планов преподавателей и студентов), учет финансовой деятельности. В общем, это комплексы взаимосвязанных бизнес процессов, именно учет этой взаимосвязи и позволяет с одной стороны обеспечить поддержку основных видов деятельности вуза, а с другой стороны, реализовать расширенный состав взаимосвязанных бизнес процессов в информационно-коммуникационной среде. Здесь важно обеспечить принцип сокращения состава атрибутов, значения которых формируются «вручную», имея в виду те случаи, когда исходные данные готовятся специально для такого комплексного приложения. Например, для расчета рейтинга кафедр информация о числе кандидатов наук, или о числе студентов – призеров олимпиад, должна готовиться в рамках других приложений, размещаться в единой информационной базе и использоваться для расчета рейтинга в любой момент времени.

Еще одна важная составляющая расширения состава автоматизируемых, теперь уже не основных, бизнес процессов заключается в следующем. Традиционный подход к реализации приложений заключается в реализации интерфейса, ориентированного на рабочие места пользователей, работающих с определенными документами и технологиями (типичный пример библиотечные и бухгалтерские системы). Однако с развитием единой информационной базы увеличивается доля нерегулярных информационных потребностей, как правило, со стороны руководителей различного уровня. Для обеспечения таких потребностей целесообразно создать универсальную информационно-справочную систему, обеспечивающую получение простых справок и отчетов в интерфейсе, доступным пользователю не специалисту в области ИКТ.

Традиционный подход к реализации электронного документооборота предусматривает компьютерную поддержку, прежде всего, процессов создания и учета документов, контроля выполнения работ определяемых документами. При этом предполагается достаточная глубина проработки, включая электронное визирование, сканирование оригиналов и т.п. С расширением состава приложений возникает проблема однозначности

(согласованности) использования одних и тех же документов. В рамках единой информационной среды предлагается иметь единую базу данных *Документы*, содержащей описания и копии оригиналов документов актуализируемых приложениями, в зоне ответственности которых они (документы) находятся, а остальные приложения используют только ссылки на описание необходимого документа в этой базе данных. Например, номер приказа или договора не вводится вручную, а находится его описание в базе данных и устанавливается ссылка.

Кроме того, предлагается автоматизируемые бизнес процессы структурировать таким образом, что завершение любого его этапа должно завершаться созданием (актуализацией) некоторого документа, а учет этого документа в единой базе данных должен свидетельствовать о завершении соответствующего этапа.

Реализация принципа поддержки всех бизнес процессов в информационно-коммуникационной среде требует определенного уровня квалификации не только разработчиков и персонала сопровождения информационно-программного обеспечения, но и конечных пользователей. Для современного вуза последнее особенно значимо, учитывая возрастной состав работников и высокую степень обновления состава пользователей. В рамках системы электронный вуз должна быть предусмотрена постоянно действующая система повышения квалификации для каждого типа участников электронного вуза.

Для конечных пользователей можно рекомендовать программу международного (в том числе европейского) стандарта базовых знаний в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) - European Computer Driving Licence (ECDL - Европейские компьютерные права, также известен под названием ICDDL - Международные компьютерные права) - ведущая мировая сертификация навыков владения персональным компьютером. Аналог автомобильным правам, но на владение компьютерным технологиям. Сертификат ECDL является общепринятым в Европе и США стандартом, подтверждающим, что его обладатель знаком с основными концепциями информационных технологий, умеет пользоваться персональным компьютером и базовыми приложениями.

В Томском политехническом университете начиная с 2003 года в сфере информатизации ТПУ последовательно внедряется подход, направленный на создание полно связанной корпоративной вычислительной сети, единой информационной среды и порталных решений для пользователей.

Компьютерами оснащены практически все рабочие места, в основных учебных корпусах есть WiFi доступ к корпоративному порталу.

Созданы и поддерживаются в актуальном состоянии взаимосвязанные БД по объектам типа *Личность* (роли - Абитуриент, Студент, Аспирант, Сотрудник, Преподаватель, Научный руководитель, Выпускник), *Документ* (роли - Входящие, Исходящие, Приказы, Распоряжения, Учебно-методические материалы, Отчеты, Договора), *Здания и помещения*, *Учебные планы*, *Оборудование*, *Объекты интеллектуальной собственности*, *Командировки*, *Подразделения*, *Классификаторы*. За счет объектной ориентации баз данных и обеспечивается без избыточное описание объектов – абитуриент стал студентом, студент может учиться на нескольких специальностях, аспирант одновременно быть сотрудником и преподавателем, но представляется единожды как личность. Приложения используют минимально необходимую информацию из информационной базы через представления. Кроме минимизации дублирования обеспечивается и возможность развития структуры данных с минимальным влиянием на уже действующие приложения.

Осуществляется централизованное управление разработкой приложений, создан центр Электронный университет в составе отделов Информатизации и менеджмента знаний, Портальных решений, Автоматизации учебного процесса, Координации, сопровождения и развития информационных систем.

При этом реализуется и принцип информационного взаимодействия (интеграции) с ранее введенными в действие приложениями, в т.ч. приобретенными бухгалтерской системой и автоматизированной библиотечной системой.

Особое внимание уделяется способам и средствам обеспечения открытости информационной базы ЕИС к изменениям в информационной модели, к расширению состава информационных ресурсов и автоматизированных программных комплексов, достигаемое за счет того, что доступ к БД ЕИС разрабатываемым ИПК разрешается только через *представления*, Разработчик приложения на этапе согласования ТЗ на разработку ИПК уточняет состав атрибутов, которые он использует из БД ЕИС, а также состав атрибутов, значения которых актуализируются в процессе работы приложения и процедуры формирования представлений.

Интеграция документальной и документной информации с фактографической осуществляется за счет их индексирования в виде фактографических описаний-индексов с использованием классификаторов централизованной базы данных. Используя всюду одни и те же классификаторы мы можем перейти от учебного пособия к информации о сотруднике, являющемся автором пособия, к учебному плану, где может использоваться пособие, к другим дисциплинам учебного плана и снова вернуться к учебным пособиям (анализ оснащенности специальностей учебно-методическими материалами), или к определению количества пособий разработанных на кафедре. Аналогичные связи могут быть установлены между деловыми документами – приказами, актами, протоколами и т.п. и информацией БД по личностям, подразделениям, специальностям, темами НИР и др.

Следует отметить особенности создания новых приложений на начальных этапах внедрения ЕИС и в условиях, когда информационная база ЕИС имеет значительный вес. Вначале осуществляется

преимущественно развитие (расширение) структуры данных ЕИС и одновременно обеспечивается компьютерная поддержка работы сотрудников основных функциональных отделов университетского уровня. С течением времени все больший вес приобретают приложения, использующие уже имеющуюся информацию ЕИС. Например, такие приложения как *Телефонный справочник*, *Заселение общежитий*, *Расчет рейтингов и конкурсов* и др.

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Сапсалева А.В., Харитонов С.А.
Новосибирск, НГТУ

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта № 13.G36.31.0010 от 22.10.2010 г.

Рассмотрены возможности системы электроснабжения летательных аппаратов и автономных транспортных объектов. Предложена система стабилизации напряжения переменного тока в широком диапазоне изменения скорости вращения вала первичного двигателя синхронного магнитоэлектрического генератора.

Voltage Stabilization System for Aircraft and Transport Applications. Sapsalev A., Kharitonov S.

Capabilities of the aircraft and autonomous transport supply systems are considered. A new AC voltage stabilization system operating at wide range of the shaft rotating velocity of the permanent magnet generator primary engine is proposed.

Источники питания, применяемые в системах электроснабжения летательных аппаратах, судах, других транспортных средствах и автономных объектах, выполняются, как правило, на основе механоэлектрических систем генерирования. Наиболее перспективны системы, содержащие магнитоэлектрические генераторы (с возбуждением от постоянных магнитов), непосредственно связанные с валом первичного двигателя. Генераторы формируют на своих выходах напряжение, действующее значение которого зависит от частоты вращения вала первичного двигателя и тока нагрузки.

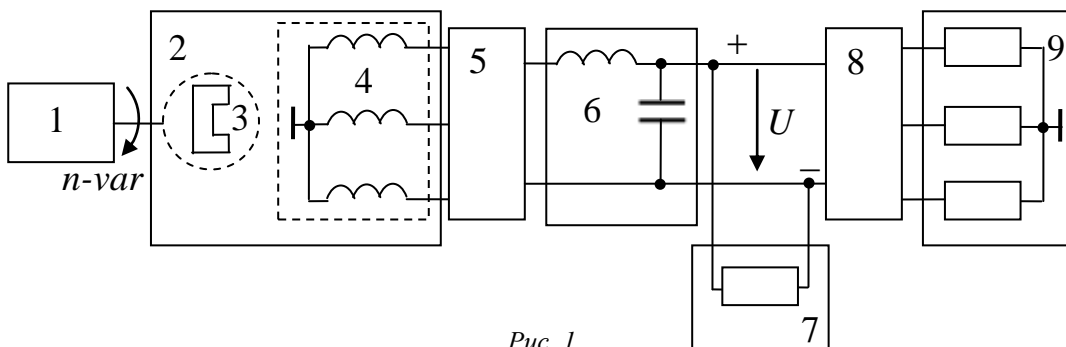


Рис. 1

На рис. 1 приведен один из возможных вариантов источника питания для автономных транспортных и летательных объектов. В состав структурной схемы входят первичный двигатель – 1, вал которого непосредственно связан с ротором 3 синхронного генератора 2 с возбуждением от постоянных магнитов. С выхода обмотки статора 4 трехфазное напряжение поступает на вход трехфазного мостового выпрямителя 5. Для уменьшения пульсаций напряжения постоянного тока служит фильтр 6. Напряжение с выхода фильтра U может быть использовано для питания постоянным током различного рода потребителей 7.

Широкий спектр потребителей электрической энергии авиационного и наземного транспорта составляют электрические двигатели. Традиционным электроприводам постоянного тока в последнее время все большую конкуренцию составляют электроприводы переменного тока. Это обусловлено не только известными преимуществами двигателей переменного тока, но и широким внедрением в состав управляющих устройств электропривода микропроцессорной техники, позволяющей достаточно просто реализовать требуемые алгоритмы управления двигателями переменного тока на основе цифровых систем управления. «Прогресс в области создания дешевых и надежных микропроцессоров открыл широкие возможности для применения в регулируемом электроприводе элементов цифровых устройств, вплоть до полной замены ими аналоговых элементов» [1]. В этом плане перспективно создание комбинированных систем электроснабжения, как на

постоянном, так и на переменном токе. Структурная схема (рис. 1) показывает, что эта задача легко реализуема. Для этих целей достаточно ввести в систему электроснабжения трехфазный преобразователь частоты 8, к выходу которого подключается трехфазная нагрузка 9.

В системах электроснабжения автономных объектов (авиационных, корабельных, наземного транспорта) и ветроэнергетических установках выходное напряжение генератора, снимаемое с обмоток статора 4, может изменяться в широком диапазоне, как по амплитуде, так и по частоте. Это обстоятельство накладывает особые требования на преобразователи для обеспечения стабильного уровня напряжения электропитания для различного типа нагрузок автономных объектов. Например, в [2] отмечается, что применение устройств силовой электроники в автомобильной промышленности при 10%-ной экономии топлива имеет потенциал экономии в 29 млрд. долл. на парке 500 млн. автомобилей.

Решить задачу стабилизации уровня напряжения на выходе звена постоянного тока можно за счет использования управляемого трехфазного выпрямителя 5. Но при большом диапазоне изменения скорости вращения вала первичного двигателя в рабочем режиме и при условии поддержания тока нагрузки на номинальном уровне здесь потребуется рассеяние достаточно высокого уровня мощности в звене постоянного тока. Например, в рабочем режиме скорость вращения вала первичного двигателя в летательных аппаратах может изменяться в два раза. Соответственно, и мощность звена постоянного тока должна соответствовать данному условию. Частично остроту вопроса можно снять, если потребители электрической энергии разделить на две группы, для одной из которых уровень напряжения не играет существенной роли, а для другой требуется питание стабильным напряжением с возможностью его регулирования.

Для реверсивных потребителей постоянного тока для *этих целей* можно использовать однофазный мостовой инвертор на полностью управляемых ключах с широтно-импульсным регулированием выходного напряжения [3]. Инвертор обеспечивает реверс полярности постоянного напряжения в зависимости от сигнала задания, например, для изменения направления вращения исполнительного двигателя.

Для потребителей трехфазного переменного тока также потребуется мостовой инвертор, но уже трехфазный. Данный канал передачи электрической энергии потребуется в первую очередь для электрических двигателей. Это обусловлено неоспоримыми преимуществами трехфазных электрических двигателей по отношению к машинам постоянного тока. Здесь отметим только два основных фактора: отсутствие скользящих электрических контактов, что существенно повышает ресурс и надежность по сравнению с электродвигателями постоянного тока и более высокие удельные массогабаритные показатели, что весьма существенно для летательных аппаратов. В результате данных мероприятий можно несколько сократить мощность, подлежащую рассеиванию в наиболее тяжелых режимах работы, но полностью разгрузить звено постоянного тока не представляется возможным.

Оптимальным решением проблемы является применение первичного генератора с регулируемым выходным напряжением. Наиболее просто этот вопрос решается в генераторах с электромагнитным возбуждением за счет регулирования тока возбуждения. Но применение таких генераторов в автономных объектах не всегда оправдано, например, для летательных аппаратов.

В [4] для стабилизации напряжения переменного тока предложено использовать магнитоэлектрический генератор с рабочими и дополнительными обмотками. Стабилизация выходного напряжения осуществляется за счет источника формирования реактивного тока в дополнительной обмотке генератора. В данном устройстве требуется звено формирования реактивного тока достаточно сложной конструкции и фильтр высших гармоник относительно больших габаритов для приближения формы выходного напряжения к синусоидальной. Частично устранить данные недостатки позволяет система стабилизации напряжения переменного тока [5], схема которого приведена на рис. 2.

Система стабилизации напряжения переменного тока (рис. 2) состоит из синхронного генератора 2 с магнитоэлектрическим возбуждением, который содержит рабочую (основную) обмотку 4 и дополнительную 5 (для формирования требуемого потока возбуждения). Вал первичного двигателя 1 непосредственно связан с ротором 3 синхронного генератора. От выходных выводов рабочей обмотки 4 генератора через промежуточный фильтр 6 обеспечивается питание нагрузки (потребителя) 7 стабильным напряжением переменной частоты. Параллельно нагрузке подключен узел сравнения 8, ко второму входу которого присоединен источник 9 задания требуемого (эталонного) напряжения $U_{\text{зад}}$ потребителей электрической энергии. Выход узла сравнения 8 соединен с управляемым короткозамыкателем 10, к другим зажимам которого присоединены выходные выводы дополнительной обмотки 5.

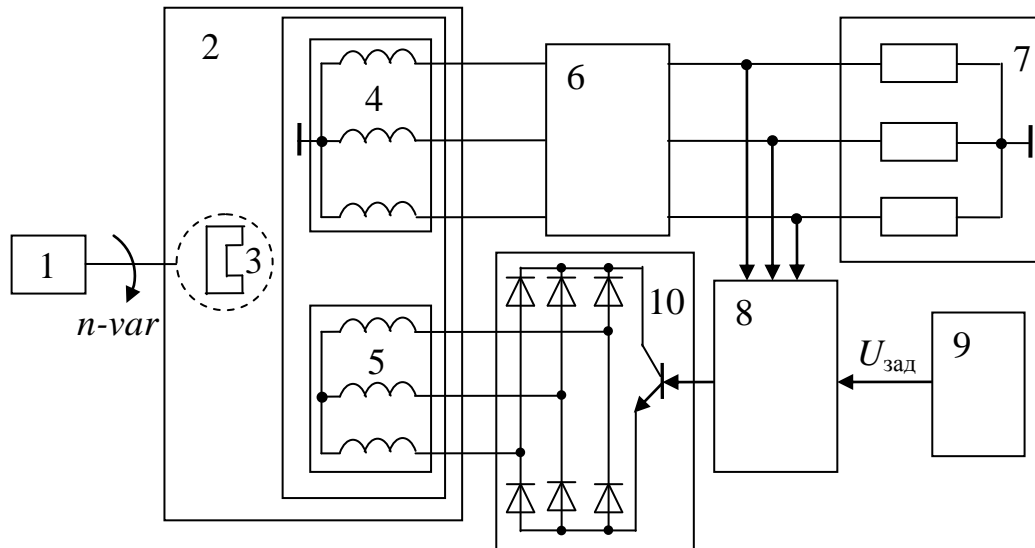
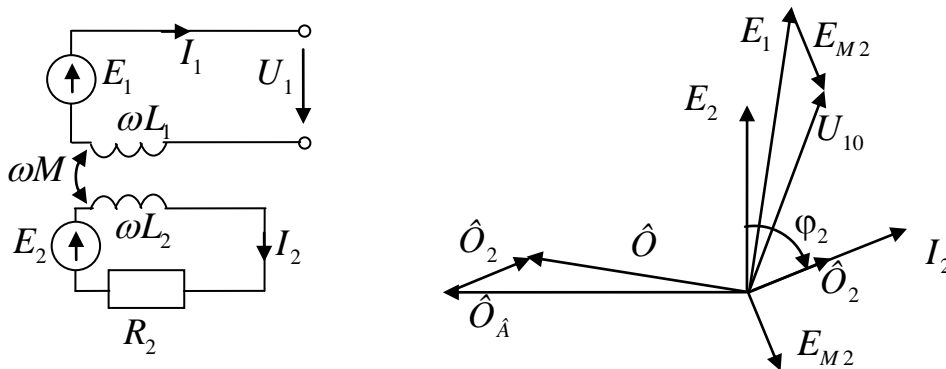


Рис. 2

Управляемый короткозамыкатель 10, приведенный в схеме (рис. 2), выполнен на основе мостовой схемы выпрямления, к выходу которой присоединен управляемый ключ (транзистор). Возможны другие схемные модификации короткозамыкателя 10, как на не полностью управляемых приборах (тиристорах), так и на полностью управляемых ключах.

Работа системы стабилизации переменного напряжения состоит в следующем. Фазу генератора можно смоделировать схемой замещения, приведенной на рис. 3. На рис. 4 приведена ее векторная диаграмма



В соответствии со схемой замещения напряжение на выходе генератора определяется выражением

$$\dot{U}_1 = \dot{E}_1 - j\omega M \dot{I}_2 - j\omega L_1 \dot{I}_1,$$

где : $E_1 = K_1 \omega \hat{\Phi}$ - ЭДС вращения, наводимая результирующим магнитным потоком Φ в фазе рабочей обмотки; K_1 - коэффициент пропорциональности; ω - угловая частота вращения ротора; I_1 - ток фазы рабочей обмотки; I_2 - ток фазы дополнительной обмотки; $-j\omega M \dot{I}_2 = \dot{E}_{M2}$ - ЭДС взаимной индукции, наводимая током дополнительной обмотки и пропорциональная угловой частоте вращения ротора; M - коэффициент взаимной индукции между рабочей и дополнительной обмотками; L_1 - синхронная индуктивность сопротивления рабочей обмотки.

Таким образом, основными факторами, определяющими стабильность выходного напряжения генератора, являются изменение частоты вращения ω , тока нагрузки I_1 и тока дополнительной обмотки I_2 .

Рассмотрим влияние частоты вращения и тока дополнительной обмотки на выходное напряжение генератора в режиме холостого хода, когда ток фазы основной обмотки I_1 равен нулю. При вращении первичного двигателя 1 (и связанной с ним полюсной системы ротора 3, выполненной на постоянных

манганитах) в фазах дополнительной обмотки 5 генератора 2 в соответствии с законом электромагнитной индукции наводится ЭДС E_2 , равная

$$E_2 = K_2 \omega \hat{O}_B,$$

где: K_2 – коэффициент пропорциональности;

Φ_B , - магнитный поток, созданный постоянными магнитами полюсной системы ротора.

Данная ЭДС на 90° отстает от вектора магнитного потока Φ_B , как это показано на векторной диаграмме рис. 4. При этом в фазах дополнительной обмотки возникает ток I_2 , который определяется выражением

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} = \frac{K_2 \omega \hat{O}_B}{\sqrt{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}} = \frac{K_2 \hat{O}_B}{\sqrt{(R_2 / \omega)^2 + L_2^2}}$$

и на угол $\varphi_2 = \arctg(\omega L_2 / R_2)$ смещен относительно ЭДС E_2 .

Где: R_2 - активное сопротивление фазы дополнительной обмотки; L_2 – индуктивность дополнительной обмотки; $X_2 = \omega L_2$ – реактивное сопротивление дополнительной обмотки.

Этот ток создает магнитный поток Φ_2 , который по отношению к магнитному потоку полюсной системы является продольно размагничивающим. В результате рабочий магнитный поток в воздушном зазоре машины Φ уменьшается (векторная диаграмма построена при пренебрежении потоками рассеяния). Рабочий магнитный поток наводит в витках основной обмотки якоря ЭДС E_1 , которая отстает от этого потока на 90° . Кроме того в витках основной обмотки током дополнительной обмотки наводится также ЭДС взаимной индукции E_{M2} . В результате напряжение на выходе рабочей обмотки в режиме холостого хода будет равно

$$\dot{U}_{10} = \dot{E}_1 - j\omega M \dot{I}_2.$$

Как видно из векторной диаграммы, выходное напряжение U_{10} меньше ЭДС вращения, так как вектора \bar{E}_1 и \bar{E}_{M2} находятся практически в противофазе.

Таким образом, можно сделать вывод, что дополнительная обмотка уменьшает выходное напряжение основной обмотки за счет двух факторов: снижения результирующего магнитного потока, обусловленного продольно размагничивающей реакцией якоря, и противо ЭДС взаимной индукции.

Параметры рабочей обмотки при отсутствии тока в дополнительной обмотке ($I_2 = 0$) должны обеспечивать номинальное напряжение генератора при максимальной допустимой величине тока нагрузки и минимально допустимой скорости вращения ротора.

При увеличении скорости вращения ротора или уменьшении тока нагрузки для сохранения уровня выходного напряжения генератора необходимо установить соответствующую величину тока дополнительной обмотки ($I_2 \neq 0$). В результате уменьшится ЭДС рабочей обмотки до величины необходимой для обеспечения номинального выходного напряжения генератора.

Параметры дополнительной обмотки должны выбираться из условия обеспечения номинального выходного напряжения в режиме холостого хода ($I_1 = 0$) при максимальных допустимых оборотах вала генератора и замкнутом короткозамыкателе ($I_2 = I_{2\max}$).

С уменьшением числа оборотов вала генератора или увеличением тока рабочей обмотки для сохранения заданного напряжения нагрузки необходимо соответствующим образом уменьшать ток дополнительной обмотки.

Величина тока дополнительной обмотки определяется узлом сравнения 7, выходной сигнал которого пропорционален разности между уровнями заданного напряжения и напряжения нагрузки. Регулирование тока осуществляется широтно-импульсным методом. Требуемая величина тока дополнительной обмотки определяется скважностью (отношением длительности сигнала к его периоду) широтно-модулированного выходного сигнала узла сравнения. При высокой несущей частоте сигнала управления пульсации тока дополнительной обмотки, связанные с импульсной коммутацией управляемого ключа короткозамыкателя, могут быть практически сведены к нулю. Следовательно, управляемый короткозамыкателем не создает пульсаций в выходном напряжении генератора. Это позволяет существенно уменьшить габариты промежуточного фильтра 5 между генератором и нагрузкой. При синусоидальной форме выходного напряжения генератора промежуточный фильтр 5 вообще может быть исключен, что уменьшает габариты системы стабилизации напряжения.

Вывод:

Предложенная система генерирования напряжения переменного тока обеспечивает стабилизацию напряжения за счет двух факторов: снижения результирующего магнитного потока, обусловленного продольно

размагничивающей реакцией якоря, и против ЭДС взаимной индукции, наводимой дополнительной обмоткой в фазах рабочей обмотки. Т.е. дополнительная обмотка не только формирует реактивный размагничивающий ток генератора при увеличении числа оборотов, но и выполняет роль в внутренней отрицательной обратной связи по напряжению.

Кроме того, применение управляемого короткозамыкателя уменьшает пульсации в выходном напряжении генератора, что позволяет уменьшить габариты системы стабилизации напряжения переменного тока за счет существенного снижения массы промежуточного фильтра между генератором и нагрузкой. При синусоидальной форме выходного напряжения генератора промежуточный фильтр вообще может быть исключен.

Литература

1. Ишматов З.Ш. Микропроцессорное управление электроприводами и технологическими объектами. Полиномиальные методы: монография / З.Ш. Ишматов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 278 с.
2. Зиновьев Г.В. Основы силовой электроники: Учебное пособие / Г.В. Зиновьев. Новосибирск: Изд-во НГТУ (серия «Учебники НГТУ»), 2003. 664 с.
3. Лихошерст В.И. Полупроводниковые преобразователи электрической энергии с импульсным регулированием / В.И. Лихошерст. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2000. 116 с.
4. Патент РФ на полезную модель № 81609, от 05.12.2008
5. Патент РФ на полезную модель 115434 от 20. 04. 2012

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА N РАЗМЕЩЕНИЙ НЕРАЗЛИЧИМЫХ ШАРОВ ПО РАЗЛИЧИМЫМ ЯЩИКАМ С ОГРАНИЧЕНИЕМ УРОВНЯ ИХ ЗАПОЛНЕНИЯ.

Энатская Н. Ю., Хакимуллин Е.Р.
Москва, МИЭМ НИУ ВШЭ

Предлагается рекуррентный метод решения задачи нахождения числа $N = N(r, n, l)$ размещений r неразличимых шаров по n различным ящикам без пустых ящиков, в каждом $< l$ шаров. Сложность вычисления числа N здесь связана с ветвящимся характером соответствующих рекуррентных соотношений. В обход этих трудностей теоретического определения числа N предполагается также прием нахождения приближенного значения числа N методом стохастического моделирования.

This work offers a recurrent method for calculation of a number of placements $N = N(r, n, l)$ of r indistinguishable balls in n distinguishable boxes without empty boxes with fewer than l balls in each box. The difficulty in calculation of N value is connected with the branching nature of the appropriate recurrent expressions. To avoid these difficulties we also offer an approximate approach to calculation of N value using the stochastic modeling method.

1. Постановка задачи и методы ее решения.

Рассматривается задача нахождения числа $N = N(r, n, l)$ размещений r неразличимых шаров по n различным ящикам без пустых, в каждом $< l$ шаров при допускающих такие размещения значениях параметров.

Идея теоретического решения задачи состоит в построении рекуррентной процедуры процесса размещения шаров по данной схеме с последовательным понижением одного из параметров с целью доведения до схемы размещения с легко считаемым искомым числом вариантов размещения. Тогда принципиальное решение задачи будет состоять в предъявлении соответствующего построенной процедуре **рекуррентного соотношения** по выбранному параметру, а расчет искомого числа N будет производиться обратными вычислениями по рекурренте.

В качестве рекуррентных процедур, например, по параметру l предложены следующие:

- а) принудительное размещение по одному шару во все ящики с последующим докладыванием остальных шаров в ящики с учетом ограничений;
- б) заполнение ящиков возможно большим, чем r числом шаров с последующим выбором лишних шаров.

Кроме этого рекуррента для вычисления числа $N = N(r, n, l)$ может быть построена из наблюдения совпадения процесса его вычисления с процессом формирования коэффициента при x^{r-n} в разложении по степеням x функции $\varphi_n(x) = (1 + x + x^2 + \dots + x^{l-2})^n$. В силу вида основания степени оказывается,

что с ростом показателя степени в $\varphi_s(x)$ от 1 до n коэффициенты при степенях x связаны легко объясняемым рекуррентным соотношением, которое и дает решение задачи.

В связи с понятными техническими сложностями при нахождении числа N правомерно рассмотреть и его приближенное вычисление методом стохастического моделирования, а именно, предлагается моделировать близкую легко реализуемую схему размещения шаров по ящикам с известным числом M всех исходов с отбраковкой ее разных вариантов моделирования, не отвечающих условиям ограничений в нашей схеме. В результате этого получаем долю p неотбракованных вариантов первоначальной схемы. Тогда приближенное значение искомого числа N есть $p \cdot M$. А в качестве близкой схемы предлагается схема размещения r неразличимых шаров по n неразличимым ящикам без пустых ящиков.

Аналогично, методом стохастического моделирования с отбраковкой, может быть решена задача приближенного нахождения общего числа размещений r неразличимых шаров по n неразличимым ящикам и размещений без пустых ящиков, где в качестве близких схем могут быть использованы соответственно схемы размещения r неразличимых шаров по n различным ящикам.

Для наглядности приведем детализацию описанных идей точного и приближенного решения задачи на примерах разбора отдельных алгоритмов.

2. Детализация точного решения задачи.

В качестве иллюстрации точного решения проведем детальное рассмотрение реализации рекуррентного метода, например, по описанной в 1 процедуре б).

Итак, решается задача: сколькими способами $N = N(r, n, l)$ можно разместить $r = r_0$ неразличимых шаров по $n = n_0$ различным ящикам без пустых и с уровнем заполнения каждого ящика $< l$ шаров?

Предполагается, что значения параметров r, n, l допускают возможность требуемого размещения, т. е. должны удовлетворять условиям:

А. $r \geq n$ для возможности размещения r шаров по n ящикам без пустых ящиков;

В. $r \leq n(l - 1)$ для возможности не превышения максимального допустимого уровня заполнения по $(l - 1)$ шару в каждом ящике ($l > 1$).

Эти условия объединяются в одно:

$$n \leq r \leq n(l - 1) \text{ при } l > 1. \quad (1)$$

Идея решения задачи нахождения числа $N = N(r_0, n_0, l)$ состоит в построении рекуррентной процедуры размещения шаров по ящикам, сопровождающейся соответствующим рекуррентным соотношением, пошагово и поединично понижающей допустимый уровень заполнения ящиков в исходной схеме размещения (где числа шаров и ящиков будут меняться) и приводящей к известному или легко вычисляемому числу размещений.

Тогда при $l = 2$ с последними вычисленными параметрами $r = r^*$ и $n = n^*$ имеем, очевидно, равенство:

$$N(r^*, n^*, 2) = \begin{cases} 1, r^* = n^*, \\ 2, r^* \neq n^*. \end{cases} \quad (2)$$

Теперь в обратном порядке по рекуррентному соотношению можно вычислить искомое число $N = N(r_0, n_0, l)$.

Таким образом, вычисления по данному методу сводятся к нахождению промежуточных значений параметров в рекуррентном соотношении и применению формулы (2).

Предлагается следующая процедура. На 1-м шаге раскладываем во все ящики по $(l - 1)$ шаров. На это потребуется $n_0(l - 1)$ шаров, превышающие по количеству данное число $r = r_0$ на излишек $r_1 = n_0(l - 1) - r_0$ шаров. (При $r_1 = 0$ это и будет требуемое размещение и $N = 1$). Эти r_1 шаров нужно вынуть из n_0 ящиков, причем менее, чем по $(l - 1)$ из каждого, т. е. от 0 до $(l - 2)$ шаров.

Таким образом, задача нахождения $N = N(r_0, n_0, l)$ сводится к нахождению числа вариантов размещения r_1 неразличимых шаров по новым n_0 ящикам, возможно с пустыми ящиками, с менее, чем $(l - 1)$ шарами в каждом ящике. Тогда вычитанием этих размещений из первоначального в каждом ящике, мы будем получать требуемые размещения шаров по ящикам.

Обозначим через $N^*(r_1, n_0, l - 1)$ – число размещений r_1 неразличимых шаров по новым, ранее пустым n_0 ящикам, т. е. размещений, возможно с пустыми ящиками и с менее, чем $(l - 1)$ шарами в каждом ящике. В силу взаимно однозначного соответствия искомых размещений с описанными размещениями по новым n_0 ящикам очевидно равенство: $N(r_0, n_0, l) = N^*(r_1, n_0, l - 1)$, а т. к. число $N^*(r_1, n_0, l - 1)$ можно интерпретировать как сумму чисел размещений r_1 шаров по любым n_1 из n_0 ящикам без пустых, где $n_1 = \overline{1, n_0}$, то получаем

$$N(r_0, n_0, l) = \sum_{n_1=1}^{n_0} C_{n_0}^{n_1} N(r_1, n_1, l-1). \quad (3)$$

Таким образом, в результате первого шага удалось понизить уровень заполнения ящиков на единицу.

На втором шаге повторяем для вычисления $N(r_1, n_1, l-1)$ описанную процедуру с заменой r_0 на r_1 , n_0 на n_1 и приходим к аналогичному (3) равенству:

$$N(r_1, n_1, l-1) = \sum_{n_2=1}^{n_1} C_{n_1}^{n_2} N(r_2, n_2, l-2).$$

Аналогично для j -ого шага ($0 \leq j \leq l-2$) имеем соотношение:

$$N(r_j, n_j, l-j) = \sum_{n_{j+1}=1}^{n_j} C_{n_j}^{n_{j+1}} N(r_{j+1}, n_{j+1}, l-j-1) \quad (4)$$

$$\text{при } r_{j+1} = n_j(l-j) - r_j, j = \overline{0, l-2} \quad (5)$$

и назовем (4) и (5) основными формулами нашего рекуррентного метода нахождения числа $N = N(r_0, n_0, l)$.

Для $(l-2)$ -го шага по (4) получаем равенство:

$$N(r_{l-3}, n_{l-3}, 3) = \sum_{n_{l-2}=1}^{n_{l-3}} C_{n_{l-3}}^{n_{l-2}} N(r_{l-2}, n_{l-2}, 2), \text{ в котором числа } N(r_{l-2}, n_{l-2}, 2) \text{ вычисляются по (2),}$$

$$\text{откуда получаем: } N(r_{l-3}, n_{l-3}, 3) = C_{n_{l-3}}^{n_{l-2}}, \quad (6) \text{ т. к. по (2)}$$

$N(r_{l-2}, n_{l-2}, 2) = 1$ только при $r_{l-2} = n_{l-2}$, а коэффициент при $N(r_{l-2}, n_{l-2}, 2)$ в (4) для

$N(r_{l-3}, n_{l-3}, 3)$ есть $C_{n_{l-3}}^{n_{l-2}}$, который при $r_{l-2} = n_{l-2}$ и равен $C_{n_{l-3}}^{n_{l-2}}$.

Замечание 1. Описанная процедура понижения уровня заполнения ящиков шарами без пустых с пересчетом параметров схемы (числа шаров и ящиков) до возможности получения численного значения левой части (4) может состоять из меньшего числа шагов, чем $l-2$, при некоторых частных соотношениях между параметрами, а именно:

$$N(r_j, n_j, l-j) = \begin{cases} 1, & \text{при } r_{j+1} = 0 \text{ (или по (5) при } r_j = n_j(l-j-1) \text{);} \\ C_{r_j-1}^{n_j-1}, & \text{при } r_j \leq l-j+n_j-2; \\ C_{n_j+r_{j+1}-1}^{r_{j+1}}, & \text{при } r_{j+1} < l-j \text{ (или по (5) при } r_j > (n_j-1)(l-j) \text{).} \end{cases} \quad (7)$$

В указанных в (7) случаях при $j = 0$ имеем по (7) явные формулы для вычисления N .

Замечание 2. Для облегчения вычислений приведем некоторые свойства числа $N(r, n, l)$:

$$N(r, n, l) = 1 \text{ при } \begin{cases} n = 1, r < l, & (9) \\ r = n(l-1), & (10) \\ r = n. & (11) \end{cases}$$

$$N(r, n, l) = 0 \text{ при } \begin{cases} r < n, & (12) \\ r > n(l-2), \text{ (при } n = 1, r > l-1), & (13) \\ l = 1. & (14) \end{cases}$$

Рассмотрим для иллюстрации метода числовой пример: $r = r_0 = 8, n = n_0 = 3, l = 5$. Найдем $N = N(8, 3, 5)$ по (4)

1-й шаг) Анализируем число $N(8, 3, 5)$

$$l = 5; r_1 = 3 \cdot 4 - 8 = 4; \text{ по (4)}$$

$$N(8, 3, 5) = C_3^1 N(4, 1, 4) + C_3^2 N(4, 2, 4) + C_3^3 N(4, 3, 4). \quad (15)$$

2-й шаг) Анализируем числа 1) $N(4, 1, 4)$, 2) $N(4, 2, 4)$, 3) $N(4, 3, 4)$ в (15), $l = 4$;

$$1) r_2 = 1 \cdot 3 - 4 < 0, \text{ по (13) } N(4, 1, 4) = 0; \quad (16)$$

$$2) r_2 = 2 \cdot 3 - 4 = 2, \text{ по (4) } N(4, 2, 4) = C_2^1 N(2, 1, 3) + C_2^2 N(2, 2, 3); \quad (17)$$

$$3) r_2 = 3 \cdot 3 - 4 = 5, \text{ по (4) } N(4, 3, 4) = C_3^1 N(5, 1, 3) + C_3^2 N(5, 2, 3) + C_3^3 N(5, 3, 3) \quad (18)$$

3-й шаг) Анализируем числа 1) $N(2, 1, 3)$, 2) $N(2, 2, 3)$ в (17) и

3) $N(5, 1, 3)$, 4) $N(5, 2, 3)$, 5) $N(5, 3, 3)$ в (18), $l = 3$,

$$1) r_3 = 1 \cdot 2 - 2 = 0, \text{ по (10) } N(2, 1, 3) = 1; \quad (19)$$

- 2) $r_3 = 2 \cdot 2 - 2 = 2$, по (11) $N(2, 2, 3) = 1$; (20)
 3) $r_3 = 1 \cdot 2 - 5 < 0$, по (13) $N(5, 1, 3) = 0$; (21)
 4) $r_3 = 2 \cdot 2 - 5 < 0$, по (13) $N(5, 2, 3) = 0$; (22)
 5) $r_3 = 3 \cdot 2 - 5 = 1$, по (4) $N(5, 3, 3) = C_3^1 N(1, 1, 2) + C_3^2 N(1, 2, 2) + C_3^3 N(1, 3, 2)$ (23)

4-й шаг) По (2) вычисляем числа 1) $N(1, 1, 2)$, 2) $N(1, 2, 2)$ и 3) $N(1, 3, 2)$ в (23), $l = 2$;

- 1) $N(1, 1, 2) = 1$; (24)
 2) $N(1, 2, 2) = 0$; (25)
 3) $N(1, 3, 2) = 0$. (26)

Теперь обратным пересчетом находим искомое число $N = N(8, 3, 5)$, проведя предварительно вычисления по формулам 1) (17), 2) (23) и 3) (18):

- 1) по (17) с учетом (19) и (20) $N(4, 2, 4) = 3$; (27)
 2) по (23) с учетом (24), (25) и (26) $N(5, 3, 3) = 3$; (28)
 3) по (18) с учетом (21), (22) и (28) $N(4, 3, 4) = 3$. (29)

И окончательно по (15) с учетом (16), (27) и (29) вычисляем число $N = N(8, 3, 5) = 3 \cdot 0 + 3 \cdot 3 + 1 \cdot 3 = 12$ – это искомое число вариантов.

Проверим полученный по рекуррентному методу результат: визуально представленным ручным перебором всех требуемых размещений - это варианты составов (4, 3, 1); (4, 2, 2) и (3, 3, 2), что с учетом различимости ящиков дает $3! = 6$ вариантов для состава (4, 3, 1), 3 варианта для состава (4, 2, 2), 3 варианта для состава (3, 3, 2). Таким образом, имеем всего $6 + 3 + 3 = 12$ вариантов. Приведем их:

(4, 3, 1), (4, 1, 3), (3, 1, 4), (3, 4, 1), (1, 3, 4), (1, 4, 3), (4, 2, 2), (2, 4, 2), (2, 2, 4), (3, 3, 2), (3, 2, 3), (2, 3, 3) (снова 12 вариантов).

Для иллюстрации применения формулы (6) (на шаг раньше, не переходя к уровню < 2 на $(l - 2)$ -м шаге) вычислим, например, числа $N(5, 3, 3)$, где $r_{l-2} = 3 \cdot 2 - 5 = 1$. Тогда по (6) $N(r_{l-3} = 5, n_{l-3} = 3, 3) = C_{n_{l-3}}^{r_{l-2}} = C_3^1 = 3$, что совпадает с полученным выше результатом с помощью формулы (2) на $(l - 2)$ -м шаге.

Как видно из примера, вычисления числа $N = N(r, n, l)$ при больших r, n и l технически трудоемки, поэтому рекомендуется программное применение предложенного алгоритма решения задачи с подстановкой данных значений параметров r, n и l с проверкой условий 1 и 2 для анализа числа необходимых шагов описанной процедуры, когда впервые имеем явные формулы для вычисления искомого числа N по (4) - основной формуле нашего рекуррентного метода или по формуле (7) из замечания 1.

3. Детализация приближенного решения задачи.

Обсудим алгоритмизацию деталей приближенного вычисления искомого числа размещений $N = N(r, n, l)$ с использованием стохастического моделирования.

Предлагается моделировать близкую **сопровождающую схему** размещения r неразличимых шаров по n различным ящикам без пустых ящиков с отбраковкой вариантов с превышением заданного уровня заполнения ящиков.

Этапы моделирования:

- 1) смоделировать схему сочетаний $C_{r-1}^{n-1} L$ раз;
- 2) перевести результаты 1) в размещения шаров по ящикам в сопровождающей схеме;
- 3) отбраковать повторяющиеся размещения в 2) (останется L_1 вариантов);
- 4) среди результатов 3) отбраковать результаты с превышением заданного уровня заполнения хотя бы в одном ящике (остается L_2 вариантов);
- 5) приближенно вычислить искомое число по формуле: $N \approx \frac{L_2}{L_1} C_{r-1}^{n-1}$.

Алгоритмы выполнения этапов 1) и 2).

Алгоритм 1. Этап 1).(Моделирование схемы сочетаний)

Шаги моделирования схемы сочетаний C_{r-1}^{n-1} :

- генерируем $(r - 1)$ случайных чисел: $\vec{R} = (R_1, \dots, R_{r-1})$;
- строим из \vec{R} вариационный ряд $\vec{R}_{(r)} = (R_{(1)}, \dots, R_{(r-1)})$;
- выписываем номера элементов (R_1, \dots, R_{r-1}) из \vec{R} в векторе $\vec{R}_{(r)}$ в порядке его просмотра – получаем возрастающую последовательность чисел $\vec{m} = (m_1, \dots, m_{n-1})$.

Пример 1. $r = 7; n = 4; r - 1 = 6; n - 1 = 3; \vec{R} = (0,37; 0,11; 0,84; 0,42; 0,56)$; $\vec{R}_{(r)} = (0,11; 0,37; 0,42; 0,56; 0,84)$. Тогда элементы $(0,37; 0,11; 0,84)$ в \vec{R} в порядке просмотра вектора $\vec{R}_{(r)}$ занимают места $\vec{m} = (1, 2, 6)$ – это результат моделирования.

Алгоритм 2. Этап 2. (Перевод результата этапа 1 \vec{m} в размещение шаров по ящикам в сопровождающей схеме)

Требуется по $\vec{m} = (m_1, \dots, m_{n-1})$ выписать последовательное заполнение n ящиков r шарами в указанной схеме без пустых ящиков в порядке их просмотра **по правилу(алгоритму)**: заполнение n ящиков получается как разности между выбранными из множества $(0, 1, \dots, r)$ элементов, а для крайних $\left\{ \begin{array}{l} \text{первого} - \text{это заполнение} = m_1 \\ \text{последнего} - \text{это заполнение} = r - m_{n-1} \end{array} \right.$

Пример 2. Пусть в Примере 1 результат первого этапа $\vec{m} = (1, 2, 6)$. Тогда заполнение ящиков есть $(1 - 0, 2 - 1, 6 - 2, 7 - 6) = (1, 1, 4, 1)$.

4. Детализация приближенного нахождения чисел а) M_0 и б) M_1 размещений r неразличимых шаров по n неразличимым ящикам а) без ограничений, б) без пустых ящиков при $r \geq n$.

Этапы моделирования:

- смоделировать схемы сочетаний для сопровождающих схем а) C_{n+r-1}^r ; б) C_{r-1}^{n-1} при $r \geq nL$ раз;
- перевести результаты 1) в размещение r шаров по n ящикам в сопровождающих схемах;
- провести маркировку результатов 2), т. е. получить результаты заполнения ящиков в виде а) (s_0, s_1, \dots, s_r) и б) (s_1, \dots, s_{r+n-1}) , где s_i – число ящиков, содержащих ровно i шаров, $i = \overline{0, r}$;
- отбраковать повторяющиеся результаты в 3) – останется L_1 вариантов;
- приближенно вычислить числа M_0 и M_1 по формулам $M_0 \approx \frac{L_1}{L} C_{n+r-1}^r; M_1 \approx \frac{L_1}{L} C_{r-1}^{n-1}$.

Алгоритмы выполнения этапа 2.

Алгоритм 3 (в случае а))

Требуется по результату этапа 1 $\vec{m} = (m_1, \dots, m_r)$ выписать заполнение n ящиков r шарами без ограничений с общим числом вариантов C_{n+r-1}^r по алгоритму: в порядке просмотра последовательности \vec{m}

А. подряд идущие невыбранные элементы с краю (от 1 до $(n + r - 1)$), заменить тем же числом нулей (пустых ящиков);

В. подряд идущие невыбранные элементы не с краю (от 1 до $(n + r - 1)$) заменить тем же числом нулей, уменьшенным на единицу (пустых ящиков);

С. подряд идущие выбранные элементы (от 1 до $(n + r - 1)$) заменить их числом (заполнением ящика).

В случае б) см. п. 3 Алгоритм 2 с общим числом вариантов C_{r-1}^{n-1} .

Пример 3. Пусть $n = 4, r = 3$ и получено \vec{m} :

- $\vec{m} = (2, 3, 5)$. Тогда $n + r - 1 = 6$ и получаем заполнение ящиков: $(0, 2, 1, 0)$;
- $\vec{m} = (1, 3, 6)$. Тогда $n + r - 1 = 6$ и получаем заполнение ящиков: $(1, 1, 0, 1)$.

Литература

- Энатская Н. Ю., Хакимуллин Е. Р. “Стохастическое моделирование”, М., МИЭМ, 2009.

РОЛЬ ТЕСТОВЫХ СТРУКТУР В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ СБИС

Пашев Р.Ю., Пронина И.А.
МИЭМ НИУ ВШЭ

В данной работе предложено использование тестовых структур с целью контроля качества интегральных микросхем.

Role of test structures in quality management ASIC. Pashev R., Pronina I.

In this article the use of test structures in order to control the quality of integral circuits is proposed.

С активными темпами увеличения степени интеграции современных микросхем (рис.1) и расширением круга решаемых задач возрастают требования, предъявляемые к качеству выходной продукции. Так как интегральные микросхемы (ИМС) входят в состав большинства современных электронных средств, то вопрос контроля и диагностирования ИМС является в настоящий момент достаточно актуальным.

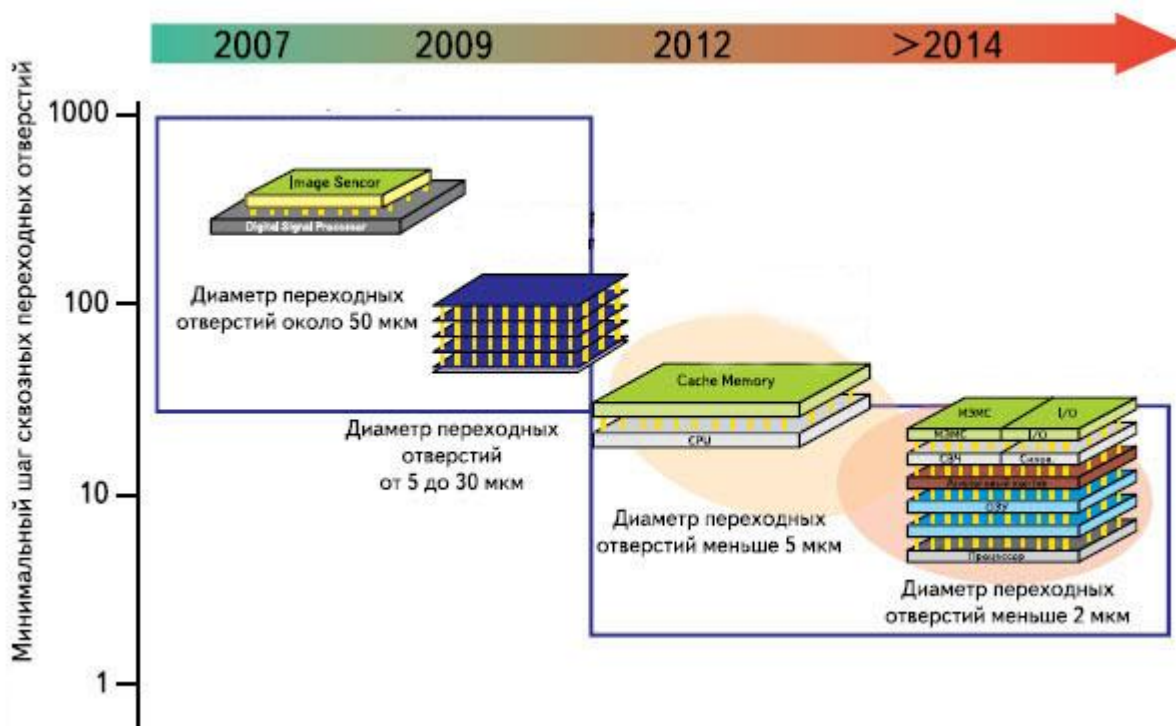


Рис.1 Рост степени интеграции ИМС

С точки зрения количества составляющих элементов микросхемы можно классифицировать их на четыре категории: схемы с низким уровнем интеграции (МИС), схемы среднего уровня интеграции (СИС), большие интегральные схемы (БИС) и сверхбольшие интегральные схемы (СБИС). Схема имеющая низкий уровень интеграции содержит от 1 до 4 элементов. В схеме среднего уровня интеграции может быть от 4 до 100 элементов. Порог за 100 элементов, открывает БИС. Если схема содержит более 20000 элементов, ее относят к СБИС. Число элементов в некоторых СБИС доходит до 250000.

Решение задач контроля качества ИМС высокой степени интеграции связано с совершенствованием методов диагностирования. В связи с этим в рамках данной работы предлагается использование тестовых структур.

Тестовая структура – это дополнительная структура, состоящая из элемента или совокупности элементов изделия, формируемая на полупроводниковой пластине, используемая в процессе тестового контроля микросхем на производстве. Основной принцип построения тестовых структур состоит в том, что такие структуры обязательно должны иметь определенное сходство с рабочими компонентами диагностируемых интегральных микросхем, что бы объективно отражать их свойства. Конструктивно функциональные тестовые структуры могут быть выполнены в виде диодов, транзисторов, резисторов, кольцевых генераторов, различных логических элементов. Если в исследуемой интегральной микросхеме встречаются высокоомные и низкоомные резисторы, то делают две различные тестовые структуры, отображающие специфику каждого типа резисторов. Аналогичный подход используется для тестовых структур, отражающих свойства диодов и транзисторов в микросхеме. Совокупность различных тестовых структур, сформированных в определенной области рабочей пластины параллельно с кристаллами производимых

микросхем, называют тестовым кристаллом. В составе тестового кристалла имеется набор изолированных элементов, имеющих в интегральной микросхеме. Также, как и тестовая структура, тестовый кристалл сделан с целью его диагностировать для оценки качества микросхемы.

Применение тестовых структур и кристаллов позволяет организовать эффективный технологический контроль производства ИМС и сократить трудоемкость при проведении испытаний на надежность СБИС, особенно на этапе отработки технологии.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВНУТРЕННИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕСТОВЫХ СТРУКТУР СБИС

Пашев Р.Ю., Пронина И.А.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Для решения задачи диагностирования микросхемы требуется идентифицировать реальные параметры тестовой структуры. Для идентификации используем методы оптимизации, то есть выбора наилучшего (оптимального) варианта из множества возможных. Применение этих методов возможно при наличии достоверных исходных данных: набор переменных, область их возможного изменения (ограничения), вид целевой функции от этих переменных. Целевая функция представляет собой количественную меру (критерий) оценки степени достижения поставленной цели.

Ставятся задачи одномерной минимизации. Они представляют собой простейшую математическую модель оптимизации, в которой целевая функция зависит от одной переменной, а допустимым множеством является отрезок вещественной оси.

К методам решения одномерной оптимизации относятся:

- 1) Метод перебора;
- 2) Метод исключения отрезков (метод деления пополам и метод золотого сечения)

Метод перебора:

Метод перебора (или метод равномерного поиска) является простейшим из методов минимизации и заключается в следующем: данный отрезок $[a;b]$ чисел разбивается на n равных частей точками деления x_i ; вычисляются значения функции в этих точках $F(x_i)$; путем сравнения находится точка X_m при которой $F(x_m) = \min F(x_i)$

Методы исключения отрезков:

Пусть $a < x_1 < x_2 < b$. Сравним значения $F(x)$ в точках x_1 x_2 (пробных точках), можно сократить отрезок поиска точки.

Описанную процедуру можно повторить необходимое число раз, последовательно уменьшая отрезок, содержащий точку минимума. Когда длина последнего из найденных отрезков станет достаточно малой, следует положить, где – одна из точек этого отрезка, например, его середина. Методы минимизации, основанные на этом принципе, называются методами исключения отрезков.

Пробные точки следует располагать симметрично относительно середины исходного отрезка. В зависимости от способов выбора пробных точек получаются различные методы исключения отрезков. Далее проводится рассмотрение двух наиболее часто встречаемых.

Метод деления отрезка пополам (дихотомии):

Суть метода заключается в том, что заданный отрезок $[a;b]$ делится пополам.

Затем в каждый из половин отрезка $[a;c]$ и $[c;b]$ выбираются по одной точке x_1 и x_2 , в них вычисляются значения функции, производится сравнение полученных значений, и в результате сравнения устанавливается отрезок, в котором минимума быть не может. Откинув его, продолжаем ту же процедуру с полученным отрезком до тех пор, пока вновь полученный отрезок не станет меньше по длине некоторые наперед заданной величины. Скорость достижения очевидно зависит от величины откидываемого отрезка. Поэтому x_1 и x_2 выбираются симметрично. В конце вычислений по методу дихотомии в качестве приближенного значения x^* берут середину последнего из найденных отрезков $[a;b]$.

Метод золотого сечения.

Рассмотрим такое симметричное расположение точек x_1 и x_2 на отрезке $[a;b]$, при котором одна из них становится пробной точкой и на новом отрезке, полученном после исключения части исходного отрезка. Использование таких точек позволяет на каждой итерации метода исключения отрезков, кроме первой, ограничиться определением только одного значения $F(x)$, так как другое значение уже найдено на одной из предыдущих итераций. Метод аналогичен методу дихотомии, только отрезки делят на две части в таком отношении, при котором меньшая часть так относится к большей, как большая ко всей величине.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОРТРЕТА

Хрущёв А. В.

ЗАО НПО «Мобильные Информационные Системы»

Распределение векторного магнитного потенциала является более информативным по сравнению с другими типами геофизических полей, т.к. в общем случае с его использованием может быть получена информация о координатах и ориентации подвижного объекта. В докладе рассмотрена задача формирования магнитного поля самолёта.

Modeling of the aircraft elements for the magnetic portrait creation. Khrushchev A.

The distribution of the magnetic vector potential is more informative than other types of geophysical fields, as in general, its use can be obtained from information on the coordinates and orientation of a moving object. The report considered the problem of the aircraft magnetic field creation.

В настоящее время бурно развивается такое направление в промышленности, как создание корреляционно-экстремальных навигационных систем (КЭНС) по геофизическим полям. Это связано в первую очередь с качественным увеличением производительности бортовых ЭВМ и улучшением бортовых датчиков. К геофизическим полям относят: гравитационные, магнитные, сейсмических волн, электрические, температурные, радиационные, электромагнитные, параметры которых изменяются во времени и в пространстве и многие из которых могут вызываться техногенными источниками. Для КЭНС по электромагнитным полям очень важно учесть все помехи этого поля создаваемые летательным аппаратом и воздействующие на него. Отсюда следует другая важная задача, такая как нахождение наиболее подходящего места для установки магнитонавигационных датчиков.

Магнитное поле самолета создается ферромагнитными деталями самолета и самолетного оборудования, а также токами в сетях электро- и радиооборудования самолета.

Магнитное поле самолета, на корпусе которого жестко укреплен магнитный датчик, вызывает искажение (девиацию) его показаний. Поэтому, прежде чем снимать показания магнитометра необходимо осуществить действия, направленные на компенсацию девиации прибора. Различают физические и алгоритмические методы компенсации девиации. Физические метод предполагают аппаратную компенсацию девиации, когда формируется специальная магнитная помеха, близкая по величине и обратная по знаку девиации.

Другой, более конструктивный и надежный способ – алгоритмическая компенсация девиации. Для этого летательный аппарат предварительно осуществляет специальный калибровочный полет с регистрацией показаний магнитометра. С помощью того или иного алгоритма обработки оцениваются параметры математической модели девиации магнитометра. Далее, для данных рабочего, съёмочного полета, с помощью указанных оценок непрерывно вычисляется и алгоритмически компенсируется девиация аэромагнитометра в его показаниях.

На магнитометр, установленный на самолете, действуют следующие поля:

- 1) магнитное поле Земли (оно стремится направить стрелку магнитного компаса по магнитному меридиану);
- 2) постоянное магнитное поле самолета;
- 3) переменное магнитное поле самолета;
- 4) электромагнитное поле, создаваемое работающим электро- и радиооборудованием самолета.

Постоянное магнитное поле самолета создается твердым самолетным железом. Твердое железо — это такие ферромагнитные массы самолета, которые длительно сохраняют магнитные свойства, т. е. обладают большой коэрцитивной силой. Твердое железо рассматривают в магнитном отношении как постоянный магнит. Постоянное магнитное поле самолета сохраняет величину и направление относительно продольной оси самолета на любом курсе и вызывает полукруговую девиацию.

Переменное магнитное поле самолета создается мягким самолетным железом. Мягкое железо — это такие ферромагнитные массы самолета, которые имеют неустойчивую намагниченность, т. е. обладают малой коэрцитивной силой. Они легко перемагничиваются при перемене курса самолета. Переменное магнитное поле самолета меняет свою величину и направление относительно продольной оси в зависимости от курса самолета и вызывает четвертную девиацию.

Электромагнитное поле, создаваемое работающим электро- и радиооборудованием самолета, по характеру действия аналогично магнитному полю твердого железа. Поэтому девиация, вызываемая электромагнитным полем, обычно рассматривается совместно с девиацией, вызываемой твердым железом.

Прежде всего нас интересует моделирование постоянного магнитного поля самолёта и электромагнитного поля. С помощью моделирования и дальнейшего расчёта мы сможем вычислить величину девиации постоянного магнитного поля в каждой точке модели.

Методом моделирования был выбран метод конечных элементов. Область, в которой ищется решение дифференциальных уравнений, разбивается на конечное количество подобластей (элементов).

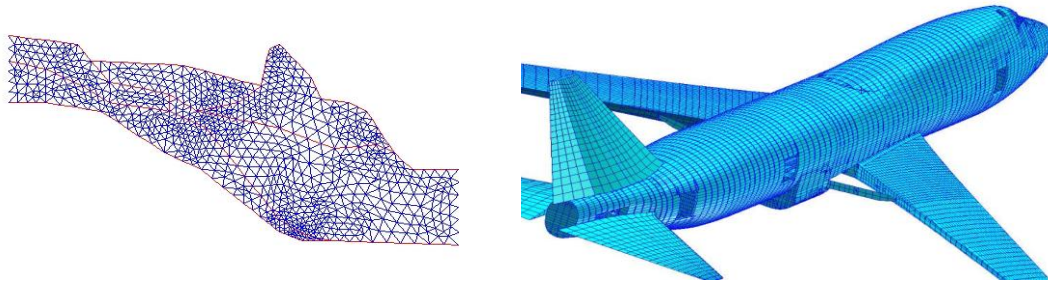


Рис 1. Пример построения сетки методом конечных элементов

В каждом из элементов произвольно выбирается вид аппроксимирующей функции. В простейшем случае это полином первой степени. Примеры построения конечной сетки подобластей показаны на рис 1.

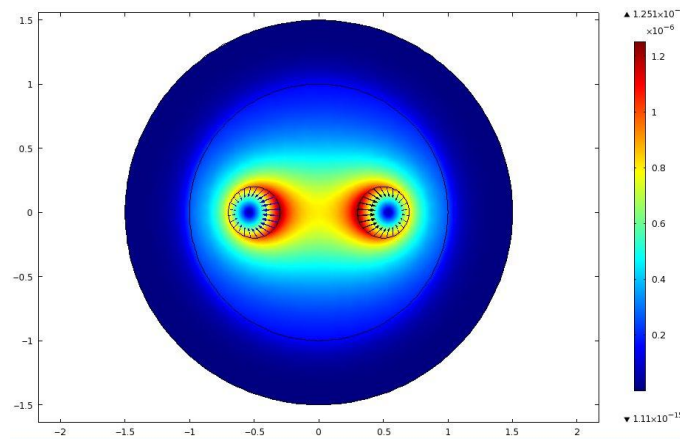


Рис 2. Магнитное поле параллельных проводов с током

Вне своего элемента аппроксимирующая функция равна нулю. Значения функций на границах элементов (узлах) является решением задачи и заранее неизвестны. Коэффициенты аппроксимирующих функций обычно ищутся из условия равенства значения соседних функций на границах между элементами (в узлах). Затем эти коэффициенты выражаются через значения функций в узлах элементов. Составляется система линейных алгебраических уравнений. Количество уравнений равно количеству неизвестных значений в узлах, на которых ищется решение исходной системы, прямо пропорционально количеству элементов и ограничивается только возможностями ЭВМ. Так как каждый из элементов связан с ограниченным количеством соседних, система линейных алгебраических уравнений имеет разреженный вид, что существенно упрощает её решение.

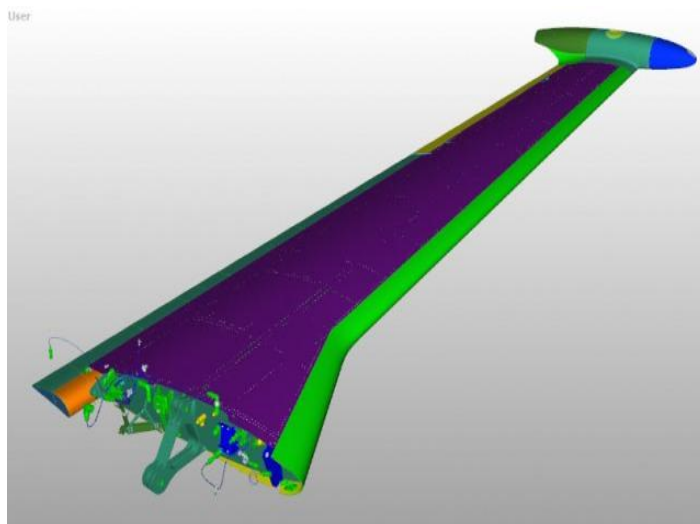


Рис 3. Модель левого крыла самолёта

Для правильного и точного учета электромагнитного поля необходимо промоделировать все отдельные части крыла а затем и всего летательного аппарата, такие как лонжероны, силовые панели, бортовая электрическая система и т.д. Подробное моделирование этих частей самолёта позволит производить расчёт магнитного поля для выявления наиболее подходящего места установки магниточувствительных приборов. Пример модели левого крыла приведён на рис 3. Таким образом решение задачи создания электромагнитного поля летательного аппарата, позволит повысить эффективность создания КЭНС по электромагнитным полям и в конечном итоге эффективность использования летательного аппарата.

Список литературы

1. Алёшин, Б.С. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии // К.К. Веремеенко, А.И. Черноморский - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 424 с.
21. Баклицкий, В.К. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения – ТО «Книжный клуб», 2009. - 360 с
22. Белоглазов И. Н. Основы навигации по геофизическим полям // Джанджгава Ж. И., Чигин Г. П., Красовский А. А. - Москва: Наука, 1985, - 327 с
23. Черный М. А. Самолетовождение // Кораблин В. И — Москва: Транспорт, 1973, - 369 с
3. Ладынин, А.В. Оптимизационный подбор параметров эксцентричного диполя путём сравнения модельных полей с магнитным полем Земли - Геология и геофизика, 2009, т. 50, С. 266 – 278
4. Семевский, Р.Б. Специальная магнитометрия // Аверкиев В.В., Яроцкий В.А. - СПб: Наука, 2002. - 228 с.
5. Халютин, С.П. Моделирование сложных электроэнергетических систем летательных аппаратов / С.П. Халютин, М.Л. Тюляев, Б.В. Жмуров, И.Е. Старостин. – М.: Издание ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», 2010. – 188 с.
6. Смирнов, Б.М. Определение индукции геомагнитного поля на фоне магнитных помех подвижного объекта - Измерительная техника, 2003. С.52 – 58.
7. Неусьпин, А.К. Алгоритмическая компенсация погрешностей инерциальной навигационной системы - Автоматизация и современные технологии, 2002. С. 26 – 28.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абалов Н.В.	132	Демиденко И.С.	41,384
Абрамешин А.Е.	14	Дианов В. Н.	167,522
Абрамов А.Г.	32	Дородникова И.М.	27,524
Авакян А.А.	299	Дородников Н.А.	27,524
Авдеюк О. А.	503	Дягилев В. И.	368
Авдияров А.А.	133	Дюдюн Д.Е.	347
Аксенов С.А.	308	Егоркина Е.Б.	37,54
Алексашин А.А.	348,467	Ежова Г.Л.	122,576
Аминев Д.А.	262,297,485	Елизаров А.А.	378
Андреевская Т.М.	313	Елисева Е.В.	39
Андроник А.В.	45,449	Ермаков Е.Ю.	172
Артамонов Д.В.	190	Жаднов В.В.	288
Артюхова М.А.	135,316	Жилин Е.В.	487
Астафьев А.В.	462	Жмуров Б.В.	375,408
Аютова И.В.	503	Журавлёва Ю.Н.	526,529,532,534,583
Баймухамбетова З. С.	508	Закиева Е.Ш.	535
Балакина Е. В.	488,492	Затылкин А.В.	253
Балан Н.Н.	319	Зеленко Л.С.	56
Баранов А.В.	510	Злобина С.Н.	39
Белов А.В.	222	Зубкова Л.Г.	125
Бочаров М. И.	29	Зубрилов В.Г.	347
Белоусов А.В.	69,325	Иванников А.Д.	32
Беляков К.И.	315	Иванов И.А.	271
Беркетов Г.А.	139,242,334, 413	Иванов М.А.	274
Богачёв К.А.	149,150,514	Иванов М.Н.	37
Бондарев В.Г.	328	Ившина Г.В.	52
Бородин Ю.В.	151	Иванов С. Г.	21
Булакина М.Б.	32	Иванова Н.Н.	54
Бушмелева К.И.	84,100,338,342	Иванченко Д.А.	280
Бушмелев П.Е.	338	Иванченко М.В.	579
Бурдаев А.И.	153	Ивашов Е.Н.	182,284,319,394
Бутягин О.Ф.	458	Капалин В.И.	51
Быков В.И.	226,232	Касторнова В.А.	59
Быстров А. Б.	325	Квасников К.Г.	585
Валухов Д.П.	347	Квач Т.Г.	63
Васильчук А.Н.	342	Карапетян Г.А.	179
Величко А.П.	487	Кеворков А. В.	537
Воеводина С. Г.	20,502	Кипенко А.А.	117
Войно И.А.	516	Ключников А.В.	362
Волков А.Ю.	565	Ковцова И.О.	365
Воловиков В.В.	295	Когельман Л.Г.	66
Волощенко А.А.	159	Кожевников А.М.	388
Гашкова А.В.	41,384	Костомаров П.С.	182,394
Гвоздевский И.Н.	69	Козлов А.Г.	581
Гевондян Т.А.	522	Козлов О.А.	29
Гергель В. П.	114	Козлов Ю. Н.	488
Глаголев С. Н.	325	Колбас Ю.Ю.	274
Гольдин В.В.	345	Колтунов Л.И.	69
Голяев Ю. Д.	274, 458	Королева И. Ю.	503
Головинов Е.Э.	485	Коротенков Ю.Г.	72
Голяев Ю.Д.	460	Корпачёв М.Ю.	284
Горшков П.С.	348	Костин Ю.Н.	77
Гостев В.М.	357	Косякин Ю. В.	78
Григорьев А.В.	159,162	Кошлич Ю. А.	325
Гродзенский С.Я.	165	Кравец А.Г.	83
Гродзенский Я.С.	521	Кравцов П.А.	295
Губарев В.В.	132,547	Кравченко С.В.	467
Гугель Ю.В.	179	Кроваткин М.В.	458
Гуртяков А.С.	83	Крутиков А.П.	274
Горбалысов М.С.	255	Крылов В.М.	77

Крюков А.И.	400	Рябов Д.В.	208
Крючков Н.М.	149	Савко С.М.	150
Кубина Т.	308	Савельев И.И.	45,219,436,458
Кузнецов Д.Ю.	585	Савкин А. Н.	449
Кузнецов С.М.	41,384	Салибекян С.М.	259,262,264
Кузнецова О.П.	88	Сапсалева А.В.	588
Кулакова Ю.П.	404	Сатонин А.А.	492
Курбанмагомедов К.Д.	188	Сафонов А.А.	145,499,500
Кутькина О.О.	565	Сегень А.В.	257
Лаза В. Д.	542	Седов А.А.	45,449
Лесных Ю.И.	541	Сеидова И.В.	561
Лисицын С.В.	347	Семенов В.Г.	259, 264, 292
Литвинов А.Н.	190,195	Сербин Е. М.	455
Логанова О. С.	90	Сергеев А.Н.	151
Лышов С.М.	271	Сизякин А.В.	426
Макаров В.В.	88	Симонова И.В.	29
Малашкин А.В.	199	Синельников А.О.	219
Малкин Д.Е.	297	Скопин К.А.	458
Малынкин К.В.	202	Сластников С.А.	222
Манохин А.И.	142	Слепцов В.В.	487
Мартынов В.В.	545	Смагина И.А.	77
Мартынов М.В.	145,499,500	Смоляков А.П.	487
Марцинович Л.А.	280	Соколов П.А.	408
Матюшина А.В.	41,408	Соловьева Т.И.	274
Матёров И.Н.	384	Сотников С.Ю.	495
Матвеев А.С.	549	Старостин И.Е.	226,232
Мельников Г.А.	14,547	Степанова Е.Г.	565
Мешков Н.А.	549,556	Сухов К.А.	368
Микрюков А.А.	139,242,334,413	Сухомлинов Д.В.	243,348,467
Можяева М.Г.	95	Талыгин Е.А.	345
Моисеев А.В.	565	Тананаев В.Д.	565
Мудракова О.А.	581	Теличкань В.С.	445
Мухаметзянов И.Ш.	97	Титова О.В.	103
Мухин А.Н.	420	Токарева Т.Ю.	561
Мухин И.Б.	202	Третьякова Т.П.	404
Назаров Е.В.	338	Тригубович А.Г.	420
Новиков С.С.	436	Трусов В.А.	239,466
Новосельцев В.И.	206	Тютюньков В.Е.	117
Никульников Э. Н.	488	Увайсова А.С.	133
Палагута К.А.	400,568	Увайсова С.С.	133
Палий С.П.	526,529,532,534,583	Увайсов С.У.	100,145,213,271,297,315 338,445,485,495,499,500 504,526,529,532,534,583
Панфилов П.Б.	264	Урсу В.Е.	348,467
Патрикеев А.П.	243,375	Ухов В.И.	365
Пашев Р.Ю.	597,598	Федосеев С.В.	139,242,334,413,462
Первезенцева Э.А.	129	Филиппова Ю.Г.	524
Переляев С.Е.	415	Филосова Е.И.	545
Печерская Е.А.	208	Фисун И.Ю.	483
Плюснин И.И.	338	Хакимуллин Е. Р.	259, 262, 592
Полесский С. Н.	135	Халютин С.П.	232,375,420,467
Понамарёва Л.Н.	426	Харитонов С.А.	588
Попова Н. В.	90	Харьков В.П.	475
Попова О.Р.	69,213	Хлебников П.А.	436
Постольский Г.В.	69	Хохлов Н.И.	219
Потапова Т.А.	436	Хрущёв А.В.	599
Потёмкин А.В.	215	Царев А.Г.	567
Провалов А.В.	202	Царева Т. Н.	567
Пронина И.А.	597,598	Чекункова Т.О.	313
Пушкарский Е.Ю.	420	Чернодаров А.В.	243
Рачковская М.К.	162	Чернозубов Ю. С.	251
Романенкова Д.Ф.	99	Черномордова А.К.	122
Румянцев М.Ю.	426		
Рындин Д.А.	253		

Чудинов И.Л.	585		
Чумаченко Е.Н.	308		
Шелепов А.М.	41,384		
Шайторова И.А.	100		
Шаповалова Н.Е.	51		
Швецов В. И.	114		
Швей С.В.	206,480		
Шиккульский М.И.	508		
Шпинько Э.А.	571		
Шумихина Т.А.	119		
Экимов И.А.	574		
Энатская Н. Ю.	592		
Юданов Ф.Н	117		
Юрков Н.К.	253,255		
Яковлева О.В.	111		
Якушова Н.Д.	208		
Якимов А.Н.	255		

СОДЕРЖАНИЕ

Симпозиум 1
ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ОБРАЗОВАНИИ

Абрамешин А.Е., Мешков Н.А.	
Концепция интеллектуальной системы управления инновационным развитием российского образовательного комплекса в условиях информационного общества.....	14
Воеводина С. Г	
Концептуальные основы развития туристической отрасли в муниципальном образовании.....	20
Иванов С. Г.	
Вопросы обеспечения учебного процесса электронными изданиями и опыт использования электронно-библиотечных систем в вузах России.....	21
Дородников Н.А., Дородникова И.М.	
Роль профессионально-ориентированного лабораторного практикума при подготовке специалистов..	27
Бочаров М. И., Козлов О.А., Симонова И.В.	
Анализ современной подготовки педагогических кадров в области информационной безопасности...	29
Абрамов А.Г., Булакина М.Б., Иванников А.Д.	
Автоматизация сбора, анализа и представления данных о функционировании системы дополнительного профобразования России.....	32
Егоркина Е.Б., Иванов М.Н.	
Автоматизация проведения лабораторного практикума при обучении технологиям ORACLE.....	37
Елисеева Е.В., Злобина С.Н.	
Инновационные подходы к использованию интернет-технологий для подготовки кадров в сфере IT-технологий.....	39
Кузнецов С.М., Демиденко И.С., Шелепов А.М., Матёров И.Н., Гашкова А.В.	
Мониторинг как средство повышения надёжности электроснабжения тяговой сети.....	41
Савкин А.Н., Андроник А.В., Седов А.А.	
Прочностной анализ рамы автомобиля-внедорожника.....	45
Капалин В.И., Шаповалова Н.Е.	
Моделирование систем управления в MathCad.....	51
Ившина Г.В.	
Информационные технологии в непрерывном образовании: проблемы и решения.....	52
Егоркина Е.Б., Иванова Н.Н.	
Организация управления учебным процессом в сетевом вузе.....	54
Зеленко Л.С.	
Виртуальная реальность и игровой подход как основы построения трехмерного обучающего пространства.....	56
Касторнова В.А.	
О применении технологии «активное видео» в процессе обучения.....	59
Квач Т.Г.	
Инновационный подход к информатизации образовательной среды в вузе.....	63

Когельман Л.Г.	
Безопасность информационных ресурсов вуза.....	66
Белоусов А.В., Гвоздевский И.Н., Колтунов Л.И., Постольский Г.В.	
Построение комплексной распределенной системы обеспечения доступа к образовательным ресурсам корпоративной университетской сети на примере БГТУ им. в.г. Шухова.....	69
Коротенков Ю.Г.	
Разделение труда в медиаинформатизации образования.....	72
Костин Ю.Н., Крылов В.М., Смагина И.А.	
Менеджмент жизненного цикла объектов интеллектуальной собственности профессорско–преподавательского состава вуза.....	77
Косякин Ю. В.	
Исторические предпосылки становления дистанционного образования в России.....	78
Гуртяков А.С., Кравец А.Г.	
Система дистанционного проведения лекций.....	83
Кривицкая М.А., Бушмелева К.И.	
Проектирование автоматизированной системы синтеза рабочего учебного плана высшего образования.....	84
Кузнецова О.П., Макаров В.В.	
Электронный учебно-методический комплекс как средство личностно-ориентированного подхода в процессе изучения дисциплин профессиональной подготовки.....	88
Логунова О. С., Попова Н. В.	
Информационно-коммуникационные технологии в образовательном учреждении (на примере ГБОУ ЦО № 1637).....	90
Можаева М.Г.	
Организация самостоятельной работы при подготовке бакалавров с использованием элементов дистанционных образовательных технологий на примере курса информатики.....	95
Мухаметзянов И.Ш.	
Образовательная среда личности.....	97
Романенкова Д.Ф.	
Вебинар как форма организации учебной деятельности в дистанционном обучении.....	99
Шайторова И.А., Бушмелева К.И., Увайсов С.У.	
Индивидуальная траектория развития ППС ВУЗа.....	100
Титова О.В.	
Модель практико-ориентированного обучения естественно-научным дисциплинам.....	103
Яковлева О.В.	
Построение местоименных спектров Морозова как содержание исследовательской деятельности студентов гуманитарных специальностей при изучении курсов «основы математической обработки информации» и «информационные технологии в профессиональной деятельности».....	111
Гергель В. П., Швецов В. И.	
Система подготовки кадров в области суперкомпьютерных технологий в нижегородском государственном университете.....	114

Тютюньков В.Е, Юданов Ф.Н, Кипенко А.А.	
Университетская информационная система — единый центр интеграции информационных ресурсов ВУЗа.....	117
Шумихина Т.А.	
Разработка электронных образовательных ресурсов нового поколения. основные достижения и проблемы проекта, реализуемого МОН РФ.....	119
Черномордова А.К., Ежова Г.Л.	
Комплексное использование информационных и коммуникационных технологий при обучении английскому языку учащихся младших классов.....	122
Зубкова Л.Г.	
Направления инновационного развития учреждений среднего профессионального образования технического профиля.....	125
Первезенцева Э.А.	
Формирование контента распределенного информационного ресурса образовательного назначения..	129

Симпозиум 2

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
НАУКЕ**

Абалов Н.В., Губарев В.В.	
Использование методов сингулярного спектрального анализа и моделетеки при идентификации нестационарных временных рядов.....	132
Увайсова А. С., Увайсова С. С., Авдияров А. А.	
Автоматизированная система предупреждения ошибок при взлёте самолёта.....	133
Артюхова М. А., Полесский С. Н.	
Прогнозирование надежности химических источников тока.....	135
Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В.	
Метод решения задачи синтеза системы обеспечения безопасности информации в АИС.....	139
Манохин А.И.	
Анализ возможности использование суперэвм для системы АСОНИКА.....	142
Мартынов М.В., Сафонов А.А., Увайсов С.У.	
Краткий обзор и анализ агентства по перспективным оборонным научно-исследовательским разработкам США (DARPA).....	144
Богачёв К.А., Крючков Н.М.	
Особенности управления зарядным током оксидного конденсатора.....	149
Богачёв К.А., Савко С.М.	
Повышение точности и надежности функционирования емкостных накопителей энергии в блоках питания импульсных лазеров и осветителей высокой мощности.....	150
Бородин Ю.В., Сергеев А.Н.	
Моделирование нанокomпозиционной структуры кристаллических веществ.....	151

Бурдаев А.И.	
Метод автоматизированного синтеза параметров системы виброудароизоляции конструкций радиоэлектронных средств.....	153
Григорьев А.В., Волощенко А.А.	
Структурно-разностные профильные классы пикселей по двум направлениям.....	159
Григорьев А.В., Рачковская М.К.	
Критерий обнаружения вершинных сегментов растровых поверхностей.....	162
Гродзенский С.Я.	
Модели надежности, основанные на модифицированных распределениях вейбулла.....	165
Дианов В. Н.	
От безотказной аппаратуры к бессбойной – пути перехода.....	167
Ермаков Е.Ю.	
Анализ и сравнение процессов обработки запроса к одной таблице в параллельных колоночном и строчном хранилищах данных.....	172
Гугель Ю.В., Карапетян Г.А.	
Исследование, оптимизация и практическое внедрение современных методов обеспечения качества передачи голосовой информации в IP-сетях.....	179
Ивашов Е.Н, Костомаров П.С.	
Обобщенный критерий качества в информационной технологии проектирования оборудования иммерсионной ультрафиолетовой литографии.....	182
Курбанмагомедов К.Д.	
Об одной модели технологических систем с разрядно-модульной организацией в виде нечеткого абстрактного автомата.....	188
Литвинов А.Н., Артамонов Д.В.	
Модель для расчета эффективных характеристик слоистых структур.....	190
Литвинов А.Н.	
Моделирование многослойных систем тензорезистивных датчиков.....	195
Малашкин А.В.	
Проблема определения горизонта на луне.....	199
Малынкин К.В., Мухин И.Б., Провалов А.В.	
Исследование процесса ситуационной адаптации пространственных данных с помощью эксперимента на имитационной модели бортовой геоинформационной системы.....	202
Новосельцев В.И., Швей С.В.	
Математическое моделирование групповой динамики субъектов с отношениями содействия.....	206
Печерская Е.А., Рябов Д.В., Якушова Н.Д.	
Метрологические аспекты модели активного диэлектрика.....	208
Увайсов С.У., Попова О.Р.	
Применение или (CAL)S-технологий для повышения качества и конкурентоспособности наукоемкой продукции.....	213
Потёмкин А.В.	
Методика синтеза структурных схем авиационных систем электроснабжения на основе ресурсно-	215

ограничительного подхода.....	
Савельев И.И., Синельников А.О., Хохлов Н.И.	
Динамические зоны синхронизации в лазерном гироскопе с магнитооптической частотной подставкой и возможности их десинхронизации.....	219
Сластников С.А., Белов А.В.	
Разработка алгоритмического обеспечения и архитектуры автоматизированной системы диспетчирования доставки нефтепродуктов.....	222
Быков В.И., Старостин И.Е.	
Анализ потенциально-потокowym методом химических превращений в изолированной гомогенной системе в случае разных температур реагентов.....	226
Быков В.И., Халютин С.П., Старостин И.Е.	
Качественный анализ динамики переходных процессов в неравновесных системах на основе потенциально-потокowego метода.....	232
Трусов В.А	
Входной контроль компонентов микроэлектронной техники.....	239
Федосеев С.В., Микрюков А.А., Беркетов Г.А.	
Подход к проектированию программных комплексов как интеллектуальных систем	242
Сухомлинов Д.В., Патрикеев А.П., Чернодаров А.В.	
Программно-аппаратные средства повышения информационной надежности интегрированных навигационных систем	243
Чернозубов Ю. С.	
Анализ деградационных процессов в ТПК ГИМС.....	251
Рындин Д.А., Затылкин А.В., Юрков Н.К.	
Некоторые аспекты применения волоконно-оптических датчиков при проведении виброиспытаний РЭС.....	253
Горбалысов М.С., Юрков Н.К., Якимов А.Н.	
Математическая модель влияния температурных деформаций на характеристики антенны.....	255
Сегень А. В.	
Исследование методов вейвлет-анализа для обработки рив-изображений многофазных потоков.....	257
Салибекян С.М., Хакимуллин Е.Р., Семин В.Г.	
Расчеты с помощью метода сеточной аппроксимации на вычислительной системе объектно-атрибутивной архитектуры.....	259
Салибекян С.М., Аминев Д.А., Хакимуллин Е. Р.	
Результаты моделирования объектно-атрибутивной вычислительной системы.....	262
Салибекян С.М., Панфилов П.Б., Семин В.Г.	
Гетерогенные вычислительные системы на основе объектно-атрибутивной модели программирования.....	264
Лышов С.М., Иванов И.А., Увайсов С.У.	
Экспериментальные исследования возможности вибродиагностики аппаратуры встроенными источниками колебаний.....	271
Голяев Ю. Д., Иванов М.А., Колбас Ю.Ю., Крутиков А.П., Соловьева Т.И.	
инновационные методы повышения точности лазерных гироскопов с использованием.....	274

информационных технологий	
Марцинович Л.А., Иванченко Д.А.	
Формирование образовательной среды вуза в условиях информатизации: проблемы и перспективы	280
Корпачёв М.Ю., Ивашов Е.Н.	
Методы снижения характеристического размера при автоматизированном проектировании элементов СБИС	284
Жаднов В.В.	
Перспективы создания программного обеспечения на технологиях «облачных вычислений» для расчетов надежности РЭА	288
Семин В.Г.	
Моделирование линейных комбинаций гауссовых временных функций	292
Кравцов П.А., Воловиков В.В.	
Исследование влияния температуры окружающих объектов на температуру отдельно установленного ЭРИ при кондуктивно-лучистом теплообмене в РЭА	295

Симпозиум 3

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Аминев Д.А., Малкин Д.Е., Увайсов С.У.	
Применение мультипроцессорного модуля CUDA для повышения качества и скорости кодирования ТВ-сигналов	297
Авакян А.А.	
Архитектура отказоустойчивых систем авионики	299
Аксенов С.А., Кубина Т., Чумаченко Е.Н.	
Компьютерное моделирование при разработке и анализе калибровок прокатных валков	308
Андреевская Т.М., Чекункова Т.О.	
Применение технологии многочастотной модуляции типа OFDM в сверхширокополосных системах связи	313
Увайсов С.У., Беляков К.И.	
Обеспечение возможности моделирования печатных узлов сложной формы в АСОНИКА-ТМ	315
Артюхова М.А.	
Роль теневой защиты при прогнозировании радиационной стойкости бортовой аппаратуры космических аппаратов	316
Балан Н.Н., Ивашов Е.Н.	
Перспективные электродные материалы автоэмиссионных и туннельных микроприборов	319
Белоусов А. В., Глаголев С. Н., Кошлич Ю. А., Быстров А. Б.	
WEB-интерфейс системы диспетчеризации распределенных объектов электропотребления	325
Бондарев В.Г.	
Автоматическая посадка беспилотного самолета	328

Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В.	
Оценка времени выполнения программ в условиях сбоя и восстановлений вычислительного процесса.....	334
Бушмелев П.Е., Увайсов С.У., Бушмелева К.И., Плюснин И.И., Назаров Е.В.	
Алгоритм выбора технических средств для беспроводной системы мониторинга газопроводов.....	338
Васильчук А.Н., Бушмелева К.И.	
Применение онтологического подхода в геоинформационных системах мониторинга технического состояния магистральных нефтепроводов.....	342
Гольдин В.В., Талыгин Е.А.	
Математические модели этапов жизненного цикла технической документации.....	345
Зубрилов В.Г., Лисицын С.В., Дюдюн Д.Е., Валюхов Д.П.	
Универсальный аппаратно-программный комплекс для электронной спектроскопии.....	347
Горшков П.С., Алексахин А.А., Сухомлинов Д.В., Урсу В.Е.	
Архитектура программного комплекса для анализа и проектирования электрической энергетической системы воздушного судна.....	348
Гостев В.М.	
Методы и технологии оптимизации проектирования сетей передачи данных.....	357
Ключников А.В.	
Испытательное оборудование для диагностики симметричности распределения масс сложных деталей роторного типа.....	362
Ковцова И.О., Ухов В.И.	
Разработка и реализация программного обеспечения для цифрового счётчика.....	365
Дягилев В. И., Сухов К. А.	
Транзисторные высокочастотные генераторы для ультразвуковой обработки.....	368
Халютин С.П., Жмуров Б.В., Патрикеев А.П.	
Структурно-функциональный подход при проектировании систем электроснабжения воздушных судов.....	375
Елизаров А.А.	
Инновационные технические решения в разработке микрополосковых частотно-селективных СВЧ устройств на отрезках замедляющих систем	378
Кузнецов С.М., Демиденко И.С., Шелепов А.М., Матёров И.Н., Гашкова А.В.	
Мониторинг как средство повышения надёжности электроснабжения тяговой сети.....	384
Кожевников А.М.	
Программа анализа динамических характеристик конструкций радиоэлектронных средств, подверженных внешним механическим воздействиям.....	388
Ивашов Е.Н, Костомаров П.С.	
Информационная технология моделирования процессов иммерсионной ультрафиолетовой литографии.....	394
Крюков А.И., Палагута К.А.	
Моделирование системы активного контроля «слепой» зоны боковых зеркал автомобиля.....	400
Кулакова Ю.П., Третьякова Т.П.	

Разработка программного комплекса для внедрения CALS-технологий на различных этапах сервиса технологического оборудования.....	404
Жмуров Б.В., Матюшина А.В., Соколов П.А.	
Методика выбора первичных источников электроэнергии воздушного судна с учётом режима работы аккумуляторных батарей.....	408
Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В.	
Применение сервис-ориентированной архитектуры при построении автоматизированной системы управления зданием.....	413
Переляев С.Е.	
Аналитический обзор и анализ технического уровня современных бесплатформенных инерциальных навигационных систем авиационного назначения.....	415
Пушкарский Е.Ю., Тригубович А.Г., Мухин А.Н., Халютин С.П.	
Разработка системной математической модели формирования оценок процесса испытаний.....	420
Понамарёва Л.Н., Румянцев М.Ю., Сизякин А.В.	
Имитационное компьютерное моделирование высокоскоростных электротурбомашин для автономных систем генерирования электроэнергии.....	426
Новиков С.С., Потапова Т.А., Савельев И.И., Хлебников П.А.	
Информационная система поддержки производства кольцевых лазеров.....	436
Увайсов С.У., Теличкань В.С.	
Имитатор качки для испытания корабельной системы спутниковой посадки.....	445
Савкин А.Н., Андроник А.В., Седов А.А.	
Прочностной анализ рамы автомобиля-внедорожника.....	449
Сербин Е. М.	
Алгоритмическое обеспечение навигационной системы дорожно-строительной техники.....	455
Бутягин О.Ф., Голяев Ю.Д., Кроваткин М.В., Савельев И.И., Скопин К.А.	
Оптимизация упругих элементов лазерного гироскопа.....	458
Федосеев С.В., Астафьев А.В.	
Процедура принятия решений при реализации инновационного проекта с использованием опционного подхода.....	462
Трусов В.А.	
Применение самоорганизующегося алгоритма для нелинейных технологических процессов.....	466
Халютин С.П., Алексашин А.А., Сухомлинов Д.В., Урсу В.Е., Кравченко С.В.	
Новый подход к построению электроэнергетической системы самолёта.....	467
Харьков В.П.	
Энергетический метод управление вектором скорости полета летательного аппарата.....	475
Швей С.В.	
Показатели целесообразности технического перевооружения химически опасных предприятий.....	480
Фисун И.Ю.	
Проблемы синтеза прикладных систем автономного адаптивного управления.....	483
Аминев Д.А., Головинов Е.Э., Увайсов С.У.	
Система мониторинга данных от датчиков веса и энкодеров.....	485

Слепцов В.В., Величко А.П., Жилин Е.В., Смоляков А.П.	
Повышение эффективности информационно-измерительных и управляющих систем автоматизированных электроприводов.....	487
Балакина Е. В., Козлов Ю. Н., Никульников Э. Н.	
Исследование изменения конструктивных углов наклона колес передней и задней оси автомобиля при вертикальном перемещении для использования в задачах математического и компьютерного моделирования динамики автомобиля.....	488
Балакина Е.В., Сатонин А.А.	
Микроэлектромеханический датчик угловой скорости колеса автомобиля	492
Сотникова С.Ю., Увайсов С.У.	
Повышение качества автоматизированного проектирования электронных средств на основе комплексирования физической и математических моделей.....	495

Симпозиум 4

ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

Мартьянов М.В., Сафонов А.А., Увайсов С.У.	
Сети трансфера технологий в мировом технологическом обществе.....	499
Мартьянов М.В., Сафонов А.А., Увайсов С.У.	
Определение целей, задач и общей архитектуры информационно-аналитической системы межотраслевого инновационного-внедренческого центра.....	500
Воеводина С. Г.	
Методологический подход к стратегическому планированию, прогнозированию и программированию развития туризма в регионе	502
Авдюк О. А., Королева И. Ю.	
Преимущества использования структурно-аналитического подхода при проектировании сложных нейросетевых медицинских систем.....	503
Увайсов С.У., Аюгова И.В.	
Анализ защиты персональных данных в вузах.....	504
Баймухамбетова З. С., Шиккульский М. И.	
Качественный подход к оценке эффективности работы дома культуры.....	508
Баранов А.В.	
Универсальная электронная карта как ключевой аспект построения электронного правительства в российской федерации.....	510
Богачёв К.А.	
Оценка и повышение качества информационного взаимодействия операторов комплексов отображения информации.....	514
Войно И.А	
Устойчивое развитие общества и продовольственная безопасность.....	516

Гродзенский Я.С.	
Статистические методы в логистике.....	521
Дианов В. Н., Гевондян Т.А.	
Системы безопасности транспортных средств повышенной надежности.....	522
Дородников Н.А., Филиппова Ю.Г. , Дородникова И.М.	
Разработка системы планирования, развертывания и комплексной защиты сети.....	524
Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.	
Анализ рыночных факторов в задачах прогнозирования доходности финансовых инструментов российского рынка.....	526
Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.	
Прогнозирование доходности финансовых инструментов с использованием многослойной нейронной сети.....	529
Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.	
Анализ длительности тренда в задачах прогнозирования на основе фрактальных свойств.....	532
Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.	
Модель обработки информации при управлении краткосрочным инвестиционным портфелем.....	534
Закиева Е.Ш.	
Информационная поддержка когнитивного анализа социально-экономических систем.....	535
Кеворков А. В.	
Способы борьбы с негативным информационным воздействием на подростков религиозных сектантских организаций.....	537
Лесных Ю.И.	
Формирование научного мышления студентов на основе информационно-инновационные технологии в исследовательской практике.....	541
Лаза В. Д.	
Новые технологии идентификации личности: философия проблемы.....	542
Мартынов В.В., Филосова Е.И.	
Опыт разработки экономических информационных систем.....	545
Мельников Г.А., Губарев В.В.	
Алгоритм построения деревьев моделей на основе моделирования поведения колонии муравьев и его применение для анализа инфекционных заболеваний.....	547
Матвеев А.С., Мешков Н.А.	
Информационно-аналитический интернет-портал регионального масс-медийного комплекса как ключевой системообразующий элемент инновационной инфраструктуры регионального информационно-коммуникационного медиaprостранства.....	549
Мешков Н.А.	
Информационно-аналитический интернет-портал российского медико-производственного комплекса как основа интеллектуальной системы управления инновационным развитием МПК.....	556
Сейдова И.В., Токарева Т.Ю.	
Современные способы улучшения качества и пищевой ценности хлеба.....	561
Степанова Е.Г., Волков А.Ю., Кутькина О.О, Моисеев А.В., Тананаев В.Д.	

Подходы к измерению теневой составляющей экономической деятельности.....	565
Царева Т. Н., Царев А.Г.	
Метод рейтинговой оценки привлекательности компаний логистической отрасли на основе логики антонимов.....	567
Палагута К.А.	
Анализ рисков участников дорожного движения для оценки безопасности эксплуатации автотранспортных средств.....	568
Шпинько Э.А.	
Базовая IT-инфраструктура «умного» спортивного комплекса.....	571
Экимов И.А.	
Технология m2m, как метод управления материально-технической базой организации.....	574
Ежова Г.Л.	
Формирование икт-компетентности магистров социальной сферы в условиях двухуровневой системы высшего образования.....	576
Иванченко М.В.	
Методы обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем управления с сетевой инфраструктурой.....	579
Козлов А.Г., Мудракова О.А.	
Развитие содержания инновационной педагогической деятельности на основе информационных и коммуникационных технологий.....	581
Увайсов С.У., Журавлёва Ю.Н., Палий С. П.	
Классификация рыночных факторов с точки зрения влияния рыночного риска в задачах прогнозирования.....	583
Квасников К.Г., Кузнецов Д.Ю., Чудинов И.Л.	
Проблемы реализации концепции электронного вуза.....	585
Сапсалева А.В., Харитонов С.А.	
Система стабилизации напряжения переменного тока летательных аппаратов и автономных транспортных объектов.....	588
Энатская Н. Ю., Хакимуллин Е.Р.	
Определение числа N размещений неразличимых шаров по различимым ящикам с ограничением уровня их заполнения.....	592
Пашев Р.Ю., Пронина И.А.	
Роль тестовых структур в управлении качеством СБИС.....	597
Пашев Р.Ю., Пронина И.А.	
Идентификация внутренних параметров тестовых структур СБИС.....	598
Хрущёв А. В.	
Моделирование элементов летательного аппарата для формирования магнитного портрета.....	599



Российское Агентство
развития информационного общества

Российское Агентство развития информационного общества создано в 2008 году по инициативе членов и постоянных экспертов Рабочей группы Общественной палаты РФ по развитию информационного общества.

Цель организации - содействие развитию информационного общества и гражданских инициатив в среде пользователей информационных услуг, распространение «лучших практик» создания элементов информационного общества, повышение информационной грамотности и формирование информационной культуры в обществе.

Основные проекты РАРИО:

- **Международный Фестиваль «ЭЛЕКТРОННОЕ БУДУЩЕЕ!»**
www.mfeb.ru
- **Всероссийское детско-юношеское и молодежное тимуровское (добровольческое) движение. Направление – «Тимуровцы информационного общества»**
www.TimurInform.ru
- **Всероссийская программа обучения компьютерной грамотности «КиберЛИКБЕЗ»**
www.KiberLikbez.ru
- **Ежегодный международный конкурс интернет-проектов «Золотая паутина»**
www.goldweb.tv
- **Проект «ИнформАнализ». Исследование готовности граждан к активной жизни в информационном обществе (совместно с РАН)**
www.rario.ru
- **Национальная премия за вклад в развитие информационного общества в Российской Федерации**
www.RioPremia.ru

Приглашаем к сотрудничеству государственные структуры, коммерческие и общественные организации, заинтересованные в проведении мероприятий и реализации совместных проектов.

Подробная информация на сайте: www.rario.ru

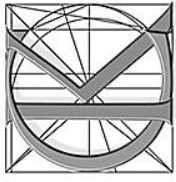
Адрес РАРИО: 125009, Москва, Тверская ул., д. 12, стр. 8

Адрес для корреспонденции: 125009, Москва, Газетный пер. 1/12, стр. 6, оф. 59

Электронный адрес приемной: info@rario.ru

Телефон/факс: +7 (495) 995 9106

Для тех, кто сделал ставку на качество!



РИА
СТАНДАРТЫ
И КАЧЕСТВО

- **Техническое регулирование**
- **Стандартизация**
- **Метрология**
- **Сертификация**
- **Управление качеством**
- **Экология**

Книги, журналы, справочники, директивы ЕС, классификаторы, учебные пособия, нормативные документы, информационные продукты и услуги



РИА «СТАНДАРТЫ И КАЧЕСТВО»

Адрес для переписки: а/я 21, Москва, 115114
Адрес: 2-я ул. Машиностроения, д. 17а, стр. 1, Москва, 115088
Тел.: (095) 506 8029, 177 8768, 771 6652. Факс: (095) 177 8467, 771 6653
Интернет-магазин: www.mirq.ru, www.stq.ru E-mail: podpiska@mirq.ru



Тематика журнала

- Подготовка специалистов в области менеджмента качества.
- Инновационный менеджмент.
- Менеджмент и системы качества образовательных учреждений.
- Контроль качества образовательного процесса.
- Интеллектуальная собственность и защита информации.
- Информационные технологии в менеджменте качества и инновационном менеджменте.
- Хроника (конференции, семинары, симпозиумы, анонсирование предстоящих мероприятий).

Журнал включен в перечень изданий ВАК для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ

109028, Москва, Большой Трехсвятительский пер., д. 3.

Тел/факс: (495) 917-18-13

E-mail: nii@miem.edu.ru

<http://www.quality-journal.ru>



Тематика журнала

- Качество: руководство, управление, обеспечение
- Комплексные проблемы качества: опыт передовых предприятий
- Качество окружающей среды
- Теория и практика контроля, измерений, испытаний и диагностики
- Приборы, методы и технологии
- Технический контроль на предприятиях
- Информационная интеграция жизненного цикла изделий и модели продукции
- Технология управления данными об изделии
- Интегрированная логистическая поддержка
- Интерактивные электронные технические руководства
- Внедрение ИПИ (CALS)-технологий
- Экономика и управление
- Нормативные и методические материалы
- Информация и хроника

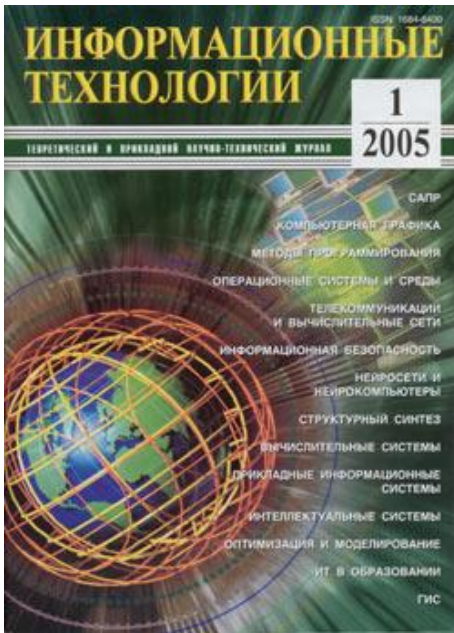
АДРЕС РЕДАКЦИИ:

109028, РФ, Москва, Большой Трехсвятительский пер., д. 3.

по вопросам подписки обращаться по телефонам: (495) 917-18-13, 916-88-04

E-mail: nii@miem.edu.ru; editor-office@mtu-net.ru

<http://www.quality-journal.ru>



АДРЕС РЕДАКЦИИ ДЛЯ АВТОРОВ И ПОДПИСЧИКОВ
107076, г. Москва, Стромынский пер., 4
Телефоны: (495) 269-53-97, 269-55-10
Факс: (495) 269-55-10
E-mail: it@novtex.ru

Журнал «Информационные технологии» является одним из основных отечественных периодических научно-технических изданий в области информационных технологий, автоматизированных систем и использования информатики в различных приложениях.

Журнал включен в перечень изданий ВАК для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.



АДРЕС РЕДАКЦИИ
ООО Издательский Дом «Технологии»
123060, Москва, ул. Расплетина, д.5, НИЦ «СНИИП»
Телефон: (495) 946-9888, 748-5072. E-mail: techno@sniip.ru; stas@sniip.ru

Журналы включены в перечень изданий ВАК для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.



Журнал «Тяжелое машиностроение» является ведущим печатным органом отрасли тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения.

На страницах журнала нашли отражение такие направления отрасли, как атомное машиностроение, металлургическое машиностроение, турбостроение, котлостроение, транспортное и подъемно-транспортное машиностроение.

Журнал является участником российских и международных выставок, форумов, симпозиумов, конференций.

Адрес редакции: 125993, Москва, ГСП, пер. Нижний Кисловский, д. 5

Телефон: (495) 203-42-98. **Тел./факс:** (495) 203-43-04

E-mail: tiajmash@mtu-net.ru



Журнал содержит информацию о новейших методах, приборах и технологиях неразрушающего контроля и технической диагностики, их внедрении, развитии и применении, научные и методические статьи ведущих ученых

России, стран ближнего и дальнего зарубежья, представителей промышленности. Особое место в журнале уделяется современной организации работы в области обучения и аттестации персонала, сертификации, нормативным и законодательным документам.

Тематика журнала:

- Диагностика материалов, дефектоскопия
- Организация контроля и диагностики
- Современные диагностические технологии
- Проблемы экологии
- Надежность и сертификация методов контроля
- Метрологическая аттестация средств контроля
- Интеллектуализация методов и средств контроля
- Безопасность промышленных объектов и сложных технических систем
- Средства комплексной диагностики
- Качество промышленной продукции
- Экспертные системы
- Новые приборы и разработки
- Методы оценки остаточного ресурса промышленных объектов по состоянию
- Обзор зарубежных журналов
- Технический контроль на предприятиях
- Информация о конференциях, выставках, семинарах

Адрес редакции журнала: 107076, Москва, Стромьинский пер., д. 4

Телефоны: (495) 268-3654, 268-6919

Факс: (495) 269-4897

E-mail: td@mashin.ru

Журнал «Измерительная техника»

Журнал посвящен проблемам обеспечения единства и точности измерений, проводимых во всех областях науки, техники и производства.

Основная тематика:

- Фундаментальные проблемы метрологии
- Общие вопросы метрологии и измерительной техники
- Терминология
- Линейные и угловые измерения
- Измерения массы
- Оптико-физические измерения
- Измерения времени и частоты
- Механические измерения
- Теплофизические измерения
- Электромагнитные измерения
- Радиотехнические измерения
- Измерения ионизирующих излучений
- Акустические измерения
- Физико-химические измерения
- Медицинские и биологические измерения
- Экономические проблемы метрологии
- Метрологическая служба
- Международное сотрудничество
- Мир измерений
- Консультации
- Информация

Журнал входит в Указатель цитируемой литературы – Science Citation Index (SCI), выпускаемый американским Институтом научной информации.

Адрес редакции: 105062, Москва, Лялин пер., 6

Тел. (495)917-27-76,

E-mail: izmt@standards.ru.

Адрес для переписки: 107076, Москва, Колодезный пер., 14, ИПК Издательство стандартов, редакция журнала «Измерительная техника».



Журнал вошел в перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

В журнале публикуется разносторонняя информация о датчиках, приборах и системах измерения, контроля, управления, а также: результаты исследований и разработок отечественных и зарубежных ученых; статьи о новых методах и принципах построения и проектирования; сведения о новейшей продукции отечественных и зарубежных фирм; технологические процессы производства; метрологическое обеспечение, стандартизация и сертификация; экономика и управление; особенности современной организации производства и бизнес процессов; хроника; научно-техническая публицистика.

Журнал адресован специалистам и руководителям промышленных предприятий и фирм-потребителей, изготовителям, проектировщикам датчиковой аппаратуры, приборов и систем автоматизации, ученым и разработчикам названных технических средств на основе новых физических эффектов и принципов, специалистам технологом, занимающимся их изготовлением и эксплуатацией

Адрес: 117997, ГСП-7, г. Москва ул. Профсоюзная д.65, ИПУ РАН, офис 104.

Телефон и факс - (495)330-42-66.

Телефон - (495)334-92-00.

Электронная почта - datchik@ipu.rssi.ru.

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Журнал адресован специалистам и руководителям научных организаций, управленческих структур, промышленных предприятий, исследователям и разработчикам

средств автоматизации и систем управления; ученым, менеджерам, инженерам; преподавателям, студентам, аспирантам и всем интересующимся наукой об управлении.

Основные рубрики журнала

- общие вопросы современной теории управления
- системный анализ и обработка данных
- управление в промышленности, средства измерения и контроля
- информационные технологии в управлении
- управление подвижными объектами
- информационная безопасность
- управление развитием крупномасштабных систем
- управление социальным развитием
- управление инновационной и инвестиционной деятельностью
- философские вопросы теории управления
- подготовка специалистов по управлению

Журнал «Проблемы управления» входит в Перечень периодических научных изданий, рекомендуемых ВАК для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание докторских диссертаций

Адрес редакции: 117997, ГСП-7, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, к. 104.

Тел./факс (495) 330-42-66, **тел.:** (495) 334-92-00, 334-90-20

E-mail: datchik@ipu.ru **Интернет:** www.ipu.ru/period/pu/



Научно-практический журнал рекомендован ВАК для публикации основных результатов докторских и кандидатских диссертаций в области информатизации образования.

Тематика журнала:

- Стандарты в открытом образовании, сертификация программных продуктов, охрана авторских прав.
- Методическое обеспечение обучения в условиях внедрения новых образовательных технологий.
- Разработка и презентация электронных учебников.
- Вопросы контроля знаний в системе открытого образования
- Проблемы качества подготовки специалистов в условиях применения новых технологий.
- Образовательные среды, как средства обеспечения образовательного процесса: учета успеваемости, планирования обучения, контроля качества знаний.
- Технические и программные средства автоматизации и моделирования лабораторных практикумов, средства разработки электронных учебников, технические и программные средства коммуникации.
- Использование областей знания в решении проблем открытого образования (автоматизация проектирования, экспертные системы, поисковые системы, имитационное моделирование, искусственный интеллект, генетические алгоритмы, философия).
- Распространение и продвижение образовательных технологий и услуг на образовательном рынке, экономические аспекты открытого образования.
- Фундаментальные исследования по проблемам информатизации общества и образования.
- Результаты внедрения новых технологий в образование отечественными учебными учреждениями и опыт зарубежных университетов.

Адрес: издательство МЭСИ, 119501, г. Москва, Нежинская ул., 7. **Сайт** www.e-joe.ru



Общество с Ограниченной Ответственностью
«СТУДЕНЧЕСКИЙ
ИННОВАЦИОННО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

Студенческий инновационно-научный центр (СИНЦ) образован в 2007 году на базе студенческого конструкторского бюро «Московского государственного института электроники и математики (технического университета)». Задачей Центра является выполнение широкого спектра научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ силами студентов, магистрантов и аспирантов МИЭМ.

Для руководства этими работами в СИНЦ привлекаются ведущие ученые МИЭМ, специализирующиеся в различных областях науки и техники. Такой подход позволяет СИНЦ выполнять различные наукоемкие проекты, в том числе и научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по приоритетным направлениям развития науки и техники с участием победителей программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.).

Причем СИНЦ оказывает поддержку не только молодым специалистам МИЭМ, но и представителям ряда вузов и институтов России, среди которых ТГТУ (г. Тамбов), РГТУ (МАТИ) им. К. Э. Циолковского, РХТУ им. Д. И. Менделеева, МГУПТ (МИИТ), МГУЛ (г. Мытищи), ТПУ (г. Томск), МФТИ, ФИАН им. П. Н. Лебедева и др.

Все эти проекты выполняются при финансовой поддержке государства в лице «Фонда действия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

Однако деятельность СИНЦ не ограничивается только этим. Направления деятельности СИНЦ, нашедшие отражения в Уставе Общества разнообразны, и по многим из этих направлений СИНЦ выполняет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заказам ФГУП «НИИ ТП», ФГУП «НИИ «Аргон», ФГУП «НИИ «Полюс», ФГУП «НИИ П», ГУ «НИИ МЭИИТ МИЭМ», ОАО «НПП «Волна», ОАО «УПКБ «Деталь» (г. Каменск-Уральский), ОАО «ТВЗ» (г. Тверь), ОАО «РТИ им. акад. А. Л. Минца», ОАО «Концерн радиостроения «Вега», ЗАО «НПП «ЛИТ» ЗАО «НТЦ «Модуль» и ряда других предприятий промышленности и НИИ.

СИНЦ является постоянным участником научных форумов и выставок наукоемкой продукции, на которых, несмотря на свою молодость, его разработки неоднократно отмечались дипломами и медалями.

Подробную информацию об ООО «СИНЦ» можно получить на сайте:

<http://skb.miem.edu.ru/index.html>.



IBS Group является одним из ведущих поставщиков программного обеспечения и ИТ-услуг в Восточной Европе. Группа предлагает широкий спектр высококлассных услуг в области информационных технологий, включая заказную разработку программного обеспечения, бизнес- и ИТ-консалтинг, внедрение бизнес-приложений, ИТ-аутсорсинг. IBS является поставщиком ИТ-услуг №1 в России; в 2011 году входящая в Группу компания Luxoft была признана провайдером услуг года по версии Национальной ассоциации аутсорсинга и Европейской ассоциации аутсорсинга.

IBS Group имеет штаб-квартиру и осуществляет деятельность в России, а также под брендом Luxoft в 10 странах мира. Крупнейшие центры разработки Luxoft расположены в России, странах Восточной Европы и Азии, представительства компании находятся в США, Швейцарии, Германии, Великобритании и Сингапуре.

Компания строит долгосрочные партнерства со своими клиентами, такими как Росатом, Газпром, Сбербанк, Boeing, Deutsche Bank, UBS, IBM, Dell, Avaya, Sabre, Ford и другими мировыми лидерами, основываясь на выдающемся инженерном опыте, инновациях и глубокой отраслевой экспертизе. В IBS Group работают порядка 10 000 человек по всему миру.

IBS на протяжении многих лет работает со сферой образования: компания принимает активное участие в реализации инновационных проектов в образовании, а также сотрудничает с профильными ведомствами в рамках реализации целевых государственных программ. IBS обладает уникальной командой экспертов, способных реализовывать проекты любой сложности. Среди заказчиков IBS в области образования Министерство образования и науки, Северный Арктический Федеральный университет, Российский государственный университет Нефти и Газа имени И.М. Губкина, Мордовский государственный университет им. Огарева, ГОУ ВПО Московский физико-технический институт и многие другие.

Россия, 127434, Москва
Дмитровское шоссе, 9Б

тел.: +7 (495) 967-8080
факс: +7 (495) 967-8081

ibs@ibs.ru
www.ibs.ru

www.facebook.com/IBS.ru
www.twitter.com/ibs_ru

Материалы
Международной научно-практической конференции
**ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ
И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Materials of
International Scientific and Practical Conference
INNOVATIONS BASED ON
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Под ред. С.У. Увайсов;
Отв. за вып. И.А. Иванов

Печатается в авторской редакции

Компьютерная вёрстка: **С.С. Увайсова,**
А.С. Увайсова, И.А. Пронина, С.М. Лышов
Дизайн обложки: **Р.Ю. Пашев**

ISBN 978-5-94506-318-1



9 785945 063181

Подписано в печать 10.09.2012.

Формат 60×84/8. Бумага «Ріонер»

Усл. печ. л. 72,7 Тираж 300 экз. Заказ 51

МИЭМ НИУ ВШЭ

109028, Москва, Б.Трёхсвятительский пер., д.3.

Отпечатано в ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика»
125009, г. Москва, Брюсов пер., д. 21, стр. 1