

ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ИИО РАО

Выпуск 46

Москва, 2013

Государственная академия наук
Российская академия образования
Институт информатизации образования

Ученые записки ИИО РАО

Вып. 46. – М.: ФГНУ ИИО РАО, 2013.

Выходит 6 раз в год

ISSN 2077-3560

Главный редактор – академик РАО Роберт И.В.
Зам. главного редактора – Мартиросян Л.П.

Редакционная коллегия:

Бочаров М.И. (Москва), Козлов О.А. (Москва),
Мухаметзянов И.Ш. (Москва), Прозорова Ю.А. (Москва),
Сердюков В.И. (Москва)

Редакционный совет:

Ализарчик Л.Л. (Республика Беларусь),
Берил С.И. (Приднестровская Молдавская Республика), Болотов В.А. (Москва),
Ваграменко Я.А. (Москва), Веджетти М.С. (Итальянская Республика),
Гребенников А.И. (Мексика), Гроздев С.И. (Республика Болгария),
Джейкобсон М.Дж. (Австралия), Клякля М. (Республика Польша),
Король А.М. (Хабаровск), Крушевский С. (Республика Польша),
Лаптев В.В. (Санкт-Петербург), Мартиросян Л.П. (зам. председателя, Москва),
Роберт И.В. (председатель, Москва), Сергеев Н.К. (Волгоград),
Тихонов А.Н. (Москва)

Заведующий редакцией – Бочаров М.И.

Адрес редакции: 119121, Москва, Погодинская ул., д. 8

Тел.: (499) 246-97-90, e-mail: UZ-ИО@yandex.ru

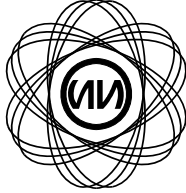
Сайт издания: <http://uz.iioao.ru>

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-48728 от 24 февраля 2012 г.)

Включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
(Договор № 2011/89-08 от 10 августа 2011 г.)

Подписной индекс 10313 в Объединенном каталоге «Пресса России»

© ФГНУ ИИО РАО, 2013



THE STATE ACADEMY OF SCIENCES
RUSSIAN ACADEMY OF EDUCATION
INSTITUTE OF INFORMATIZATION OF EDUCATION

UCHENIYE ZAPISKI IIO RAO

Issue 46

Moscow, 2013

The state Academy of Sciences
Russian Academy of Education
Institute of Informatization of Education

Ucheniye zapiski IIO RAO

Issue 46. – M.: FSSI IIE RAE, 2013.

Appears 6 times a year

ISSN 2077-3560

Editor-in-chief – academician of the RAE Robert I.V.

Assistant to the editor-in-chief – Martirosyan L.P.

Editorial board:

Bocharov M.I. (Moscow), Kozlov O.A. (Moscow),
Muxametzyanov I.Sh. (Moscow), Prozorova Yu.A. (Moscow),
Serdyukov V.I. (Moscow)

Editorial council:

Alizarchik L.L. (Belarus), Beril S.I. (Dnestr Moldavian Republic),
Bolotov V.A. (Moscow), Vagramenko Ya. A. (Moscow),
Vedzhetti M.S. (Italian Republic) Grebennikov A.I. (Mexico),
Grozdev S.I. (Bulgaria), Jacobson M.J. (Australia), Klyaklya M. (Poland),
Korol`A.M. (Khabarovsk), Krushevskij S. (Poland), Laptev V.V. (Sankt-Petersburg),
Martirosyan L.P. (Vice-president, Moscow), Robert I.V. (President, Moscow),
Sergeev N.K. (Volgograd), Tixonov A.N. (Moscow)

Managing editor – Bocharov M.I.

The editorial office's address: 119121, Moscow, Pogodinskaya st., 8

Phone number: (499) 246-97-90, e-mail: UZ-IIO@yandex.ru

Edition's web-site: <http://uz.iiorao.ru>

The issue is registered in the Federal Service on supervision in the sphere of communication, information technologies and mass communications.

(Certificate on registration of mass media

PI № FS77-48728 on the 24-th of February, 2012)

The issue is included in the Russian Index of Scientific Citing (RISC)

(Contract № 2011/89-08 on the 10-th of August, 2011).

Subscription index 10313 in the Incorporated catalogue «Russian Press»

© FSSI IIE RAE, 2013

РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ БАЗЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

ИДЕАЛИЗИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ НА БАЗЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Роберт Ирэна Веньяминовна,

*академик РАО, доктор педагогических наук, профессор,
директор Федерального государственного научного учреждения
«Институт информатизации образования» Российской академии образования,
iio_rao@mail.ru*

Аннотация

Статья посвящена описанию содержательной сути идеализированной модели как компоненты педагогической продукции, функционирующей на базе информационных и коммуникационных технологий, и вопросам их типологии. Существенное внимание уделено описанию педагогико-эргономических требований к идеализированным моделям и оценке педагогико-эргономического качества педагогической продукции, функционирующей на базе информационных и коммуникационных технологий.

Ключевые слова:

информационные и коммуникационные технологии (ИКТ); идеализированная модель педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ; информационно-учебное взаимодействие; педагогическая продукция, функционирующая на базе ИКТ (ПП ИКТ); педагогико-эргономическое качество педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ; педагогико-эргономические требования к идеализированным моделям; типология.

I. Типы педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ

Под *идеализированной моделью педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ (ПП ИКТ)*, назовем идеальный образец (прообраз), воспроизводящий характеристики определенного реального объекта (какого-то типа педагогической продукции) и обладающий его существенными признаками.

Под *идеализированной моделью, отражающей устойчивые сочетания свойств каждого типа педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ* будем понимать компонент этой педагогической продукции, существенные признаки которого отражают устойчивые сочетания свойств, имеющиеся в некоторых типах ПП ИКТ.

Представим вначале различные *типы педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ* (таблица 1).

Таблица 1

№ п/п	Код объекта сертификации	Наименование вида педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ	Код ОКП
1.	Б	Учебное оборудование, сопрягаемое с ПЭВМ	40 3000
2.	Г	Электронные издания образовательного назначения	50 7000
3.	Д	Электронные средства учебного назначения	50 7000
4.	Е	Прикладные программные средства и системы автоматизации информационно-методического обеспечения образовательного процесса и управления образовательным учреждением	50 5000
5.	К	Распределенный информационный ресурс образовательного назначения локальных и глобальной сетей	50 8000
6.		Диагностические, тестовые средства	
7.		Инструментальные средства	
8.		Предметно-ориентированные программные среды	
9.		Средства автоматизации процесса обработки результатов обучения, контроля за продвижением в обучении	
10.		Средства автоматизации процесса информационно-методического обеспечения и ведения делопроизводства в учебном заведении	

При этом необходимо учитывать, что при использовании педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ возможны различные варианты информационно-учебного взаимодействия:

1 вариант:

- обучающийся с обучающим,
- обучающий с несколькими обучающимися,
- несколько обучающихся друг с другом.

2 вариант:

- обучающийся с обучающим, который взаимодействует с группой обучающихся,

- несколько обучающихся с обучающим, который взаимодействует с группой обучающихся,
- обучающий с несколькими группами обучающихся,
- несколько обучающихся с несколькими группами обучающихся,
- При этом оба варианта возможного информационно-учебного взаимодействия осуществимы:
 - в условиях непосредственного взаимодействия индивидов на базе функционирования информационных локальных и (или) глобальной сетей,
 - в условиях функционирования информационно-коммуникационной предметной среды, в том числе, при наличии интерактивного источника аудиовизуальной информации (например, интерактивный сайт),
 - в условиях функционирования образовательного пространства.

В силу того, что различные типы педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ (таблица 1), включают определенные компоненты, у которых существенные признаки каждого отражают устойчивые сочетания свойств, имеющиеся в некоторых типах ПП ИКТ, обратимся к типологии этих компонентов, то есть к типологии идеализированных моделей по функциональному назначению и методическому назначению.

Представим **типологию идеализированных моделей, отражающих устойчивые сочетания свойств каждого типа.**

II. Типология идеализированных моделей (компонентов педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ) по функциональному назначению.

1. Организация и поддержка учебного диалога пользователя со средством ИКТ. Их функциональное назначение – предоставлять учебную информацию и направлять обучение, учитывая индивидуальные возможности и предпочтения обучаемого; предполагают усвоение новой информации при наличии незамедлительной обратной связи пользователя со средством ИКТ.

2. Диагностические, тестовые средства. Их функциональное назначение – констатация причин ошибочных действий обучаемого, оценка знаний, умений, навыков, компетенций, установление уровня обученности или уровня интеллектуального развития.

3. Инструментальные средства. Их функциональное назначение – конструирование программных средств (систем) учебного назначения, подготовка или генерирование учебно-методических и организационных

материалов, создание графических или музыкальных включений, сервисных «надстроек» и пр. (для разработки автоматизированных средств или систем контролирующего, консультирующего, тренингового назначения; авторские программные системы, предназначенные для конструирования программных средств (систем) учебного назначения; системы компьютерного моделирования (демонстрационного, имитационного); информационно-коммуникационные среды, в том числе со встроенными элементами технологии обучения, включающие как предметную среду, так и элементы педагогической технологии для ее изучения; системы обработки данных (по различным отраслям знаний); экспертные системы учебного назначения.

4. Предметно-ориентированные программные среды. Их функциональное назначение – осуществление моделирования изучаемых объектов или их отношений в определенной предметной среде (при необходимости, не отображающей объективную реальность); с их помощью обычно организуется учебная деятельность с моделями, отображающими объекты, закономерности некоторой предметной области.

5. Средства автоматизации процесса обработки результатов обучения, контроля за продвижением в обучении. Их функциональное назначение – автоматизация процесса обработки результатов обучения, контроля за продвижением в обучении.

6. Средства автоматизации процесса информационно-методического обеспечения и ведения делопроизводства в учебном заведении. Их функциональное назначение – автоматизация процесса информационно-методического обеспечения и ведения делопроизводства в учебном заведении (системе учебных заведений)

7. Игровые учебные средства. Их функциональное назначение – обеспечение различных видов игровой и учебно-игровой деятельности.

III. Типология идеализированных моделей (компонентов педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ) по методическому назначению.

1. Обучающие средства, методическое назначение которых – сообщение суммы знаний, формирование умений и (или) навыков учебной и (или) практической деятельности и обеспечение необходимого уровня усвоения, устанавливаемого обратной связью, реализуемой средствами программы.

2. Тренажеры, предназначенные для отработки умений, навыков учебной деятельности, осуществления самоподготовки.

3. **Контролирующие средства**, предназначенные для контроля (самоконтроля) уровня овладения учебным материалом.

4. **Информационно-поисковые системы, информационно-справочные средства**, предоставляющие возможность выбора и вывода необходимой пользователю информации, предназначенные для формирования умений, навыков, компетенций по систематизации информации.

5. **Имитационные средства (системы)**, представляющие определенный аспект реальности для изучения его основных структурных или функциональных характеристик с помощью некоторого ограниченного числа параметров.

6. **Моделирующие средства**, предоставляющие в распоряжение обучаемого основные элементы и типы функций для моделирования определенной реальности, предназначенные для создания модели объекта, явления, процесса или ситуации (как реальных, так и «виртуальных») с целью их изучения, исследования.

7. **Демонстрационные средства**, обеспечивающие наглядное представление учебного материала, визуализацию изучаемых явлений, процессов и взаимосвязей между объектами.

8. **Учебно-игровые средства**, предназначенные для «проигрывания» учебных ситуаций.

9. **Досуговые средства**, используемые для организации деятельности обучаемых во внеклассной, внешкольной работе.

IV. Педагогико-эргономические требования к идеализированным моделям

В связи с тем, что педагогическая продукция, функционирующая на базе ИКТ, многофункциональна и имеет несколько возможных методических применений, то для описания идеализированных моделей, отражающих устойчивые сочетания свойств каждого типа педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ, приведем педагогико-эргономические требования к вышеперечисленным идеализированным моделям на примере электронных средств образовательного назначения (ЭСОН).

1. Дидактические требования

Требование обеспечения **научности** предполагает предъявление содержания учебного материала средствами информационных и (или) коммуникационных технологий в строгом соответствии с современными научно-достоверными фактами и сведениями (по возможности методами изучаемой науки). При этом обеспечение компьютерного

моделирования, имитации изучаемых объектов, явлений, процессов (как реальных, так и виртуальных), представляемых на экране, позволяет обучающемуся осуществлять экспериментально-исследовательскую деятельность, инициирующую самостоятельное «открытие» закономерностей изучаемых процессов, и, вместе с тем, приблизить школьный эксперимент к современным научным методам исследования.

Требование обеспечения **доступности** означает, что предъявляемый средствами информационных и (или) коммуникационных технологий учебный материал, формы и методы организации учебной деятельности должны соответствовать уровню подготовки обучаемых и их возрастным особенностям. Установление того, доступен ли пониманию обучаемого предъявляемый с помощью средств информационных и (или) коммуникационных технологий учебный материал, соответствует ли он ранее приобретенным знаниям, умениям и навыкам, производится с помощью компьютерного тестирования. От установленных результатов зависит дальнейший ход обучения с использованием этих средств.

Требование обеспечения **компьютерной визуализации** учебной информации, предъявляемой средствами информационных и (или) коммуникационных технологий предполагает реализацию возможностей современных средств визуализации (например, средств компьютерной графики, технологии Мультимедиа) объектов, процессов, явлений (как реальных, так и виртуальных), а также их моделей, представление их в динамике развития, во временном и пространственном движении, с сохранением возможности диалогового общения с программой.

Требование **адаптивности** (приспосабливаемость к индивидуальным возможностям обучаемого) предполагает реализацию возможностей средств информационных и (или) коммуникационных технологий в области обеспечения индивидуального подхода к обучаемому, учет индивидуальных возможностей к восприятию предложенного учебного материала. Реализация адаптивности может обеспечиваться различными средствами компьютерной визуализации изучаемых объектов, процессов, явлений и, кроме того, на нескольких уровнях дифференциации при предъявлении учебного материала по сложности, объему, содержанию.

Требование обеспечения **систематичности и последовательности обучения** с использованием средств информационных и (или) коммуникационных технологий предполагает необходимость усвоения

обучаемым знаний, системы понятий, фактов и способов деятельности в их логической связи, последовательности при условии обеспечения преемственности в овладении знаниями, умениями и навыками.

Требование обеспечения **сознательности обучения, самостоятельности и активизации деятельности** обучаемого предполагает обеспечение средствами информационных и (или) коммуникационных технологий самостоятельных действий по извлечению учебной информации, по формализации знаний при четком понимании конкретных целей и задач учебной деятельности. Осуществление разнообразных видов самостоятельной учебной деятельности (информационно-поисковая, экспериментально-исследовательская, деятельность по сбору, обработке, архивированию информации, в том числе информации о реально протекающих процессах и виртуальных) должно опираться на возможности средств информационных и (или) коммуникационных технологий. Активизация деятельности обучаемого может обеспечиваться возможностью: самостоятельного управления ситуацией на экране; выбора режима учебной деятельности; вариативности действий в случае принятия самостоятельного решения; создания позитивных стимулов, побуждающих к учебной деятельности, повышающих мотивацию обучения (например, вкрапление игровых ситуаций, юмор, доброжелательность при общении, использование различных средств визуализации).

Требование обеспечения **прочности усвоения результатов обучения** предполагает обеспечение средствами информационных и (или) коммуникационных технологий осознанного усвоения обучающимися содержания, внутренней логики и структуры учебного материала, представляемого с помощью этих средств. Этот принцип реализуется с помощью компьютерного самоконтроля и самокоррекции: обеспечением контроля на основе незамедлительной обратной связи, с выводом на экран результатов диагностики ошибок по результатам обучения и оценкой результатов учебной деятельности, с представлением на экране объяснения сущности допущенной ошибки; компьютерным тестированием, констатирующим продвижение в учении.

Требование обеспечения **интерактивности** различного уровня (низкого/среднего/высокого) предполагает необходимость обеспечения интерактивного диалога, его организации средствами информационных и (или) коммуникационных технологий при условии обеспечения возможности выбора вариантов содержания изучаемого, исследуемого учебного материала, а также режима учебной деятельности,

осуществляемой с помощью средств информационных и (или) коммуникационных технологий.

Требование **развития интеллектуального потенциала** обучаемого предполагает обеспечение средствами информационных и (или) коммуникационных технологий: развития мышления (например, алгоритмического, программистского стиля мышления, наглядно-образного, теоретического); формирования умения принимать оптимальное решение или вариативные решения в сложной ситуации; формирования умений по обработке информации (например, на основе использования систем обработки данных, информационно-поисковых систем, баз данных).

Требование обеспечения **суггестивной** (от английского слова suggest – предлагать, советовать) **обратной связи** при работе со средствами информационных и (или) коммуникационных технологий предполагает как обеспечение реакции программы на действия пользователя, в частности при контроле с диагностикой ошибок по результатам учебной деятельности на каждом логически законченном этапе работы по программе, так и возможность получить предлагаемый программой совет, рекомендацию о дальнейших действиях или комментированное подтверждение (опровержение) выдвинутой гипотезы или предположения. При этом целесообразно обеспечить возможность приема и выдачи вариантов ответа, анализа ошибок и их коррекции.

Требование обеспечения **информационной безопасности** содержания учебного материала и **защиты от недостоверной информации**.

2. Требования к организации диалога

Возможность измерить секундомером время отклика на 20 элементарных запросов (нажатие на кнопки управления, воздействие на активные зоны, перемещение по структуре в конец, на начало и в середину ЭСОН, ввод пользовательской информации в диалоговом режиме и получение ответа); определить среднее время отклика.

Возможность измерить секундомером время выполнения итоговых вычислительных операций, вывода видеофрагментов, 3D графических изображений, анимационных эффектов (при наличии таковых); определить среднее время выполнения процедур.

Возможность в ходе работы с ЭСОН визуально убедиться в наличии инструкций и/или подсказок (желательно наличие всплывающих подсказок указателя).

Возможность убедиться в работоспособности клавиатуры при работе с электронными изданиями образовательного назначения (ЭИОН) (непосредственным вводом с клавиатуры в поля ввода пользовательской информации проверить функционирование кириллицы, проверить работоспособность клавиш, указанных разработчиком ЭСОН в качестве управляющих).

3. Требования к визуальной среде

Возможность определить полное время работы пользователя с ЭСОН и время его работы с ЭСОН в агрессивной среде на основе следующих критериев:

- визуальная среда нормальная:
 - использование разнообразной цветовой палитры;
 - наличие не менее 4 однотипных объектов (при большом количестве объектов);
 - использование линий разной толщины;
- визуальная среда агрессивная:
 - имеется поле, в котором отсутствуют видимые элементы, либо их число резко снижено;
 - имеется поле, в котором расположены однотипные объекты.

Возможность определить процентное соотношение установленных времен работы пользователя.

4. Требования к формату текста и параметрам знаков

Возможность визуально установить постоянство используемых цветов при отработке операций диалогового режима (например, красный цвет – экстренная информация или сбой, желтый – внимание или слежение, зеленый – разрешение, синий – ожидание).

Возможность визуально определить наименьший шрифт и оценить его высоту при помощи штангенциркуля.

Для используемых в ЭСОН шрифтов при помощи штангенциркуля возможность определить высоту и ширину знаков; вычислить их отношение (при большом количестве шрифтов в ЭИОН проанализировать не менее 7 шрифтов); определить среднее значение отношения ширины знака к его высоте.

Для используемых в ЭСОН шрифтов при помощи штангенциркуля возможность определить высоту знаков и расстояние между словами; вычислить их отношение (при большом количестве шрифтов в ЭСОН проанализировать не менее 7 шрифтов); определить среднее значение отношения расстояния между словами к высоте знака.

Для 10 фрагментов, находящихся в различных участках ЭСОН, при помощи штангенциркуля возможность определить высоту знаков и расстояние между строками; вычислить их отношения; определить среднее значение отношения расстояния между строками к высоте знака.

Возможность визуально установить 10 наиболее длинных строк с малой высотой знака и произвести непосредственный подсчет количества в них знаков.

5. Уровень реализации технологии Мультимедиа

Наличие фото- и видеофрагментов.

Наличие компьютерной графики (2D, 3D графики, эффектов анимации).

Наличие звукового сопровождения.

6. Требования к звуковым характеристикам

Отсутствие «зависаний» звука, посторонних шумов и помех.

Возможность регулировки уровня громкости звука средствами ЭИОН и работоспособности соответствующих элементов управления.

Возможность отдельной регулировки основного и фонового звуоряда и работоспособности соответствующих элементов управления.

7. Педагогическая целесообразность

Соответствие основным дидактическим принципам обучения.

Полнота форм представления материала (аудио, видео, анимация, графика, таблицы).

8. Соответствие возрастным особенностям обучаемых

Соответствие тем и учебных заданий возрасту обучаемых.

Соответствие темпа подачи учебного материала индивидуальным особенностям обучаемых за счет наличия возможности регулировки и/или пошагового представления учебного материала.

Приемлемость требований к уровню технической подготовки обучаемых.

9. Возможность вариативности образования

Наличие нескольких уровней сложности, соответствующих уровням усвоения учебного материала.

Наличие возможности изменения последовательности подачи материала для поддержки традиционных и внедрения новых методик обучения.

Наличие разнообразных средств ведения диалога: вопросы в произвольной форме, ключевые слова, форма с ограниченным набором символов и др.

10. Учет психолого-педагогических требований

Возможность использования развивающих компонент в обучении.

Наличие способов активизации познавательной активности.

Наличие способов формирования опыта самостоятельного приобретения знаний, умений, навыков.

V. Оценка педагогико-эргономического качества педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ

В настоящее время, как уже было отмечено, особенно популярны на рынке педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ электронные средства или издания учебного или образовательного назначения, которые повсеместно используются в процессе преподавания учебных дисциплин, в том числе профессионально-ориентированных. Востребованными становятся также инструментальные средства разработки авторских педагогических приложений, распределенный информационный ресурс образовательного назначения локальных и глобальной сетей, прикладные программные средства и системы автоматизации информационно-методического обеспечения образовательного процесса и управления учебным заведением, комплекты учебного лабораторного оборудования, сопрягаемого с компьютером, лабораторный практикум удаленного доступа.

Использование такой продукции осуществляется по «нарастающей» как в системе общего среднего образования, так и в системе среднего и высшего профессионального образования. Причин этому несколько. Это, прежде всего, хронический дефицит учебно-методической литературы, особенно в системе начального и среднего профессионального образования; возможность организации активных форм и методов обучения с привлечением средств компьютерной визуализации, моделирования изучаемых объектов, явлений, аудирования, автоматизации контроля и т.п.

Однако следует констатировать, что качество этой продукции, особенно представленной в электронном виде, ***не обеспечивает условия педагогически целесообразного и эффективного, а также безопасного ее применения в образовательном процессе.***

В этой связи необходима ***оценка педагогико-эргономического качества педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ***, которая дифференцируется на оценку психолого-педагогического, содержательно-методического, дизайн-

эргономического и технико-технологического качества, обеспечиваемое экспертизой на соответствие показателям качества, заложенным в соответствующих Технических условиях, разрабатываемых для каждого типа педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ. Экспертиза с последующей сертификацией предотвратит использование некачественной педагогической продукции, применение которой может нанести серьезный вред физическому и психическому здоровью молодого человека, дискредитируя при этом позитивный образовательный потенциал средств ИКТ.

Анализ отечественных и зарубежных подходов к экспертизе, например, электронных изданий (средств) образовательного (учебного) назначения показывает, что в основном, вопрос качества такой продукции решается голосованием группы экспертов или в лучшем случае наблюдается итерационный процесс, который включает конкурсы, общественные комиссии, официальные экспертные советы и комиссии. Эта повсеместная практика приводит к использованию некачественной электронной педагогической продукции, применение которой может нанести серьезный вред физическому и психическому здоровью молодого человека.

Причина в том, что такая практика не может подменить результаты многолетней научно-исследовательской работы, обеспечивающей разработку пакетов материалов, в том числе Технических условий, Требований и прочих документов, обеспечивающих соответствие экспертируемого образца определенного вида продукции психолого-педагогическим, содержательно-методическим, дизайн-эргономическим, технико-технологическим требованиям к этому виду продукции.

В сфере отечественного образования существуют различные экспертные советы и комиссии, берущие на себя функции экспертизы тех или иных видов педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ. Вместе с тем, деятельность таких экспертных комиссий и советов не имеет теоретической базы, основанной на научно-исследовательской работе, не имеет должного фиксированного официального статуса и не имеет нормативно-правовой базы, определяемой для Системы добровольной сертификации (т.е. они не аккредитованы при соответствующих Государственных органах).

В этой связи необходима предварительная «приемка» педагогической продукции на соответствие психолого-педагогическим, содержательно-методическим, дизайн-эргономическим, технико-технологическим требованиям, установленным *отраслевыми стандартами педагогико-эргономического качества педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ.*

В настоящее время впервые в российском образовании Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии Институту информатизации образования Российской академии образования (ИИО РАО) выдано Свидетельство о регистрации в Едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации (регистрационный № РОСС RU. Д149.04АО00 от 06.12.2004 г.) системы добровольной сертификации аппаратно-программных и информационных комплексов образовательного назначения (АПИКОН). Система предназначена для организации и проведения добровольной сертификации соответствующей продукции и обеспечивает независимую квалифицированную оценку ее соответствия требованиям действующих педагогико-эргономических стандартов и технических условий.

В основу создания и организации АПИКОН были положены результаты научно-исследовательской работы и опытно-конструкторской работы Института информатизации образования РАО, на базе которых были разработаны нормативные, инструктивные, организационные, технические и методические документы, определяющие различные аспекты функционирования Системы.

Система является полностью самостоятельной и открытой для вступления в нее организаций, предприятий и лиц, признающих ее правила. Сертификация в Системе осуществляется на добровольной основе, на основании обращения отечественных и зарубежных заявителей. Система взаимодействует с организациями на основе заключения соглашения с органом, возглавляющим Систему, о взаимном признании результатов сертификации. В Системе предусматривается сертификация отечественных и импортных аппаратно-программных комплексов образовательного назначения по единым правилам, действующим в Системе. При сертификации в Системе соблюдаются следующие основные принципы: добровольность; бездискриминационный доступ и участие в процессах сертификации; объективность оценок; конфиденциальность и защита имущественных интересов заявителя; доступность информации; недопустимость принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия.

В системе АПИКОН предусматривается **«приемка» и сертификация следующих образцов продукции**: электронные издания образовательного назначения; электронные средства учебного назначения; прикладные программные средства и системы автоматизации информационно-методического обеспечения образовательного процесса и управления образовательным учреждением; учебно-методические комплексы, включающие электронные издания образовательного назначения и электронные средства учебного назначения; информационная сеть образовательного учреждения; распределенный информационный ресурс образовательного назначения локальных и глобальной сетей; комплекты учебной вычислительной техники; учебное лабораторное оборудование, сопрягаемое с компьютером; учебно-методическое обеспечение автоматизированных рабочих мест пользователя (работника) образовательного учреждения.

При проведении испытаний в целях сертификации используются методики испытаний, разработанные в ИИО РАО на основе проводимых НИР и НИОКР, основанные на теоретических позициях, описывающих идеализированные модели педагогической продукции, функционирующие на базе ИКТ в здоровьесберегающих условиях, и учитывающие государственные стандарты, отраслевые стандарты и другие нормативные и технические документы.

Для проведения процедуры экспертизы к каждому виду продукции предъявляются определенные требования, и их выполнение констатирует качество данного вида продукции. В этой связи теоретические исследования в области экспертизы и сертификации педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ, основанные, в частности, на теоретических позициях, описывающих идеализированные модели, предполагают не только выявление требований, но и разработку определенных методов их подтверждения. Как правило, реализация выдвинутых требований подтверждается определенным перечнем позиций.

Литература

1. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). 3-е изд. М.: ИИО РАО, 2010. 356 с.

IDEALISED MODELS OF THE PEDAGOGICAL PRODUCTIONS FUNCTIONING ON THE BASIS OF INFORMATIONAL AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Robert Ire`na Ven`yaminovna,

RAE Academician, Doctor of Pedagogics, Professor,

Director of The Federal State Scientific Institution

«Institute of Informatization of Education» of Russian academy of education,

iio_rao@mail.ru

Annotation

Article is devoted to the description of a substantial essence of idealized model as components of the pedagogical production functioning on the basis of informational and communication technologies, and to a questions of their typology. The essential attention is paid to the description of pedagogical-ergonomic requirements to idealized models and an assessment of pedagogical-ergonomic quality of the pedagogical production functioning on the basis of informational and communication technologies.

Keywords:

informational and communication technologies (ICT); idealized model of the pedagogical production functioning on the basis of ICT; informational and educational interaction; the pedagogical production functioning on the basis of ICT; pedagogical-ergonomic quality of the pedagogical production functioning on the basis of ICT; pedagogical-ergonomic requirements to idealized models; typology.

Literature

1. *Robert I.V.* Teoriya i metodika informatizacii obrazovaniya (psixologo-pedagogicheskij i texnologicheskij aspekty'). 3-e izd. M.: IIO RAO, 2010. 356 s.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА БАЗЕ СРЕДСТВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И КОММУНИКАЦИИ

ФОРМИРОВАНИЕ КОНТЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ

Ваграменко Ярослав Андреевич,

*доктор технических наук, профессор, заместитель директора
по информационным образовательным ресурсам
Федерального государственного научного учреждения
«Институт информатизации образования» Российской академии образования,
iinforao@gmail.com*

Яламов Георгий Юрьевич,

*кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник
Федерального государственного научного учреждения
«Институт информатизации образования» Российской академии образования,
aio@mgori.ru*

Аннотация

В статье представлены рекомендации по созданию контента автоматизированных информационных систем, обеспечивающих сетевой ресурс для формирования информационной среды в интересах молодежи. Содержание формируемого контента охватывает образовательную, научную деятельность молодежи и сведения воспитательного характера.

Ключевые слова:

информационная автоматизированная система; научно-методические рекомендации; молодежный сетевой ресурс; информационное обеспечение деятельности молодежи; статистика сайта.

Стратегия государственной молодежной политики [5], разработанная на период до 2016 года, определяет важную роль проектам, обеспечивающим развитие практики пользования молодежью информацией по наиболее значимым для нее вопросам. К ним, в первую очередь, относятся средства массовой коммуникации, признанные в молодежной среде – популярные Интернет-ресурсы. На множестве сайтов и информационных порталах молодежной направленности, предоставляющих пользователям образовательную,

учебную и другую информацию, большей частью представлены материалы специального характера, касающиеся, например, определенного вуза и того региона где он находится, тематика которых не охватывает всей полноты интересов российской молодежи [2-4]. В большинстве случаев, эти сайты перенаправляют пользователей на такие файловые серверы как RapidShare, DepositFiles, Letibit, Turbobit.net и др., доступ к актуальным информационным ресурсам которых или ограничен, или является платным.

В этой связи, остается актуальным создание и развитие автоматизированных информационных систем сетевого обеспечения молодежной среды (далее АИССОМС) по всему спектру вопросов жизни молодежи в обществе (наука, образование, здоровье, спорт, жилье, досуг, труд, карьера, общественная и личная жизнь, семья, международные отношения и жизнь молодежи в других странах и др.).

Такая система должна охватывать многоплановые интересы молодежи, предоставлять открытый, неограниченный и комфортный доступ к актуальным информационным ресурсам, занимать свое, особое место в молодежной среде, быть популярным сетевым ресурсом.

Научно-образовательная и воспитательная эффективность АИССОМС напрямую зависит от качества подходов к отбору, формированию, структуризации и систематизации входящих в портал информационных ресурсов [1]. Поэтому развитие и наращиванию контента АИССОМС целесообразно проводить с учетом следующих методических рекомендации, полученных в результате проведенных исследований [3; 4]:

1) Проводить комплексные и оперативные анализы аудитории и статистики сайта, результаты которых необходимо учитывать при выполнении следующих работ:

- создание новых разделов, страниц и их тематик;
- оптимизация и обновление ранее созданных страниц сайта;
- выявление предпочтений пользователей;
- изменение/добавление текстовых документов, графических и анимированных объектов;
- корректировка существующих материалов сайта;
- оперативное обновление текстовой и графической информации на страницах сайта;
- формулировка практических выводов.

2) Для поддержания постоянной эффективной работы системы рекомендуется:

- оптимизация предоставляемой информации под стилистику сайта, ключевые слова и т.п.;
- совершенствование способов представления информации;
- оптимизация текстовых документов формата .doc;
- использовать инструменты для web-мастеров, предоставляемые поисковыми системами;
- выявлять и исправлять ошибки индексирования материалов сайта роботами поисковых систем;
- улучшать возможности оперативного поиска информации и документов внутри сайта;
- проводить работы по повышению позиций и видимости страниц сайта в поисковых системах;
- регулярное обновление и корректировка дизайна сайта;

3) При наполнении контента АССОМС рекомендуется:

- дополнительно использовать видео и аудио материалы учебного, научно-популярного и досугового характера;
- дополнительно использовать текстовые документы форматов .pdf и .djvu;
- учитывать практические выводы, полученные в результате анализа статистики.
- использовать следующую примерную тематику разделов базы данных (см. таблицу 1):

Таблица 1.

№ раздела	Раздел
1	Правовое и нормативное обеспечение молодежи
2	Молодежные общественные организации и движения
3	Образование и рынок труда
4	Здоровый образ жизни
5	Гражданское, патриотическое и духовно-нравственное воспитание молодежи
6	Социально-экономические проблемы молодежи и студентов
7	Молодежь и наука

8	Информационные технологии. Интернет
9	Современные проблемы и достижения науки и техники
10	Досуг молодежи
11	Молодая семья
12	Культурное развитие молодежи
13	Физкультура и спорт
14	Молодежные СМИ
15	Международное студенческое содружество
16	Информационные технологии в подготовке специалистов по работе с молодежью
17	Учебные материалы, учебные пособия, сдача экзаменов
18	Учебные, научно-популярные, документальные видео материалы и фильмы
19	Новые информационные технологии в образовании
20	Учебные видео уроки, видео курсы

Приведенные научно-методические рекомендации могут быть использованы при работах, связанных с развитием и продвижением как молодежных мультиинформационных сетевых ресурсов, так и крупных информационных порталов и других медиаинформационных средств, обеспечивающих возможность открытого сетевого доступа к информации.

Для Интернет-пользователей АИССОМС выглядит как сайт, где они могут найти ответы на интересующие их вопросы, именно в тех местах сайта, где они рассчитывают их найти. Поэтому архитектура любого сайта является наиболее эффективной, с точки зрения направления пользователей в нужное им место, если в результате этого, полностью оправдываются ожидания пользователя. Универсального метода структурирования информации сайта не существует, однако оптимизация структуры информации для целевой аудитории АИССОМС является важной задачей.

АИССОМС – это информационный ресурс, предназначенный для предоставления молодежи информации в первую очередь познавательного характера. Большая часть целевых посетителей придут на web-сайт АССОМС не для развлечений. Учитывая, что главная страница web-сайта – наиболее посещаемая страница, важную роль играет ее структура и дизайн.

С нашей точки зрения оформление главной страницы должно быть стильным и неброским, без цветовой и анимационной вакханалии. Но в тоже время главная страница должна помочь посетителю ориентироваться на web-сайте и с первого взгляда понять, о чем, собственно, речь и стоит ли тратить время на его дальнейшее изучение.

Но главная страница – это не карта сайта. На ней нельзя дать, подобно оглавлению книги, всей иерархической структуры web-сайта вплоть до последнего уровня. Важно в этом оглавлении дать укрупнено содержание основных разделов сайта. Главная страница сайта походит, скорее, на это оглавление, должна обеспечивать простой доступ ко всем важным его элементам, при этом не быть «набитой» информацией. При этом надо учитывать, что на главной странице web-сайта много места просто вынуждено отводится навигационным элементам.

В виду вышесказанного, оптимальной структурой главной страницы АИССОМС представляется структура, показанная в таблице 2.

Таблица 2.

Структура главной страницы АИССОМС

Шапка сайта (логотип и название)				
Поиск		Разделы сайта		Анимация
Панель навигации		<u>Название раздела 1</u>		Последние поступления
		<u>Название раздела 2</u>		
Графический объект 1	Ссылка 1	<u>Название раздела 3</u>		Ссылка 1 на раздел
		<u>Название раздела 4</u>		Ссылка 2 на раздел
Графический объект 2	Ссылка 2	<u>Название раздела 5</u>		Ссылка 3 на раздел
		<u>Название раздела 6</u>		Ссылка 3 на раздел и т.д.
Графический объект 3	Ссылка 3	<u>Название раздела 7</u>		Панель навигации
		<u>Название раздела 8</u>		
Графический объект 4	Ссылка 4	<u>Название раздела 9</u>		<u>Графический объект 6</u>
		<u>Название раздела 10</u>		
Графический объект 5	Ссылка 5	<u>Название раздела 11</u>		<u>Графический объект 7</u>
		<u>Название раздела 12 и т.д.</u>		
Информация о сайте				
Панель навигации				
Ссылка 1	Ссылка 2	Ссылка 3	Ссылка 4	Ссылка 5

При этом, схема взаимодействия пользователя с интерфейсом АИССОМС может быть такой, как показано на рисунке 1.

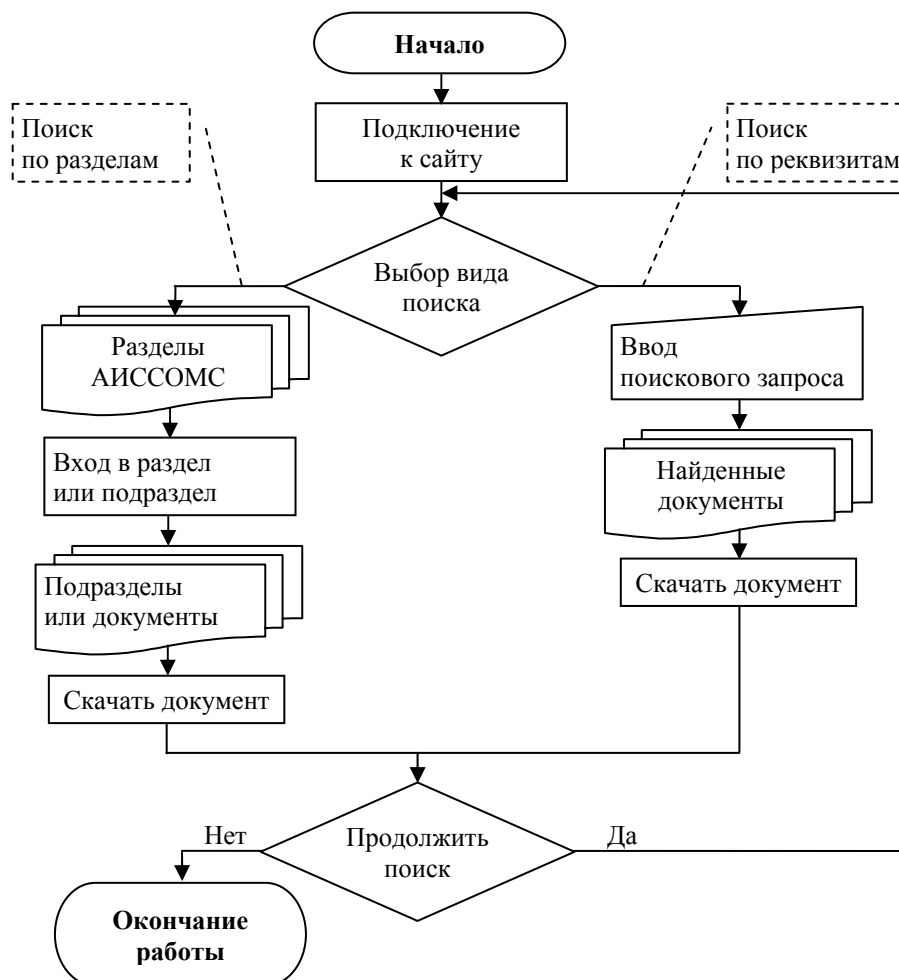


Рис 1. Схема взаимодействия пользователя с интерфейсом АИССОМС

Кроме того, не менее важными являются следующие функциональные возможности АИССОМС:

- быстрые внешние текстовые ссылки с главной страницы АИССОМС;
- наличие поисковой системы, которые позволяют осуществлять поиск документов по разделам сайта, ключевым словам в названиях документов, текстах документов, страницам сайта в целом и в Интернете;

- высокий рейтинг сайта при поисковых запросах пользователей через наиболее популярные поисковые системы «Google», «Яндекс» и др.;

- наличие на главной странице АИССОМС динамических графических объектов, содержащих ссылки на внешние информационные сайты, представляющие интерес для аудитории сайта (слайд-шоу, анимация и др.);

- наличие на html-страницах сайта JavaScript-кода, обеспечивающего on-line подключение и воспроизведение видео в формате .swf и др.;

- наличие в распределенной базе данных АИССОМС файлов следующих форматов: .doc, .docx, .pdf, .djvu, .iso, .rar, .avi, .mpg, .dvd-video, .swf (flash video), .mp3, .mp4 и др.;

- открытый доступ к этим файлам, обеспеченный соответствующими ссылками, размещенными как в основных разделах и подразделах АИССОМС (php-страницы), так и на дополнительных html-страницах, содержащих подробные текстовые пояснения, графические и анимированные иллюстрации к видео, аудио и другим материалам по тематике сайта;

- круглосуточный, бесплатный доступ к файлам;

- возможность их скачивания на относительно высокой скорости, без ограничений;

- статические ссылки на эти документы и материалы;

- проверка на вирусы;

- защиту от хакерских атак и программных роботов.

Оценка популярности и поискового продвижения сайта невозможна без изучения данных статистики активности пользователей в отношении предлагаемых на сайте информационных материалов и документов, страниц сайта в целом.

Практическая ценность такого исследования состоит в том, что оно дает основание для реализации практических шагов по поддержанию эффективного функционирования ресурса, выявляет недостатки, позволяет сформулировать практические выводы и рекомендации по дальнейшему развитию и актуализации его информационных ресурсов.

Для получения развернутого представления об активности пользователей в отношении АИССОМС, их количестве, популярных страницах, документах и материалах, запрошенных пользователями,

степени соответствия тематик сайта этим запросам, доминирующих интересах пользователей, рекомендуется проводить структурный анализ статистических данных АИССОМС. При этом можно использовать текущие данные статистики, предоставленные системами Hotlog, Liveinternet и Rambler Top 100, а также статистические данные, записанные в лог-файл web-сервера АИССОМС.

Несмотря на все погрешности, лог-файлы web-сервера являются самым полным источником статистики посещаемости и запросов к ресурсам сайта. Все другие методы сбора этой статистики предоставляются нам неполными, требующими дополнительных исследований. Основное внимание при обработке записей лог-файла web-сервера АИССОМС рекомендуется акцентировать на выявление статистических данных о запросах, загрузках и просмотрах документов и материалов базы данных АИССОМС, как при непосредственных посещениях страниц сайта, так и при прямых запросах поисковых систем к базе данных АИССОМС, глубине и времени просмотра посетителями страниц сайта.

При выполнении анализа рекомендуется использовать следующие инструментальные средства:

- программа статистики Web Log expert Std/Pro v.7.1 – для анализа данных;
- язык программирования для web-страниц JavaScript;
- язык проектирования баз данных MySQL;
- язык php;
- язык html.

Система статистики Web Log expert Std/Pro v.7.1 – последняя версия современного лог анализатора, который позволяет получить следующую информацию о сайте:

- люди (посетители сайта);
- осведомленность (полученная посетителями сайта информация);
- действия/свойства посетителей (в т.ч. реакция посетителей на информацию, обратная связь)
- источники посетителей сайта и др.

В качестве примера такого исследования, можно привести основные численные показатели активности пользователей действующего Всероссийского студенческого информационного портала (ВСИП) [6], расположенного по адресу <http://vsip.mgopu.ru>,

которые представлены в таблице 3. ВСИП создан авторами в качестве пилотного решения обсуждаемой здесь задачи формирования «молодежного контента». Объем информации в различных разделах портала в настоящее время составляет более 142 Гб.

Таблица 3

Общая статистика ВСИП (14.06.10-19.06.11)

Посетители	
Среднесуточное число посетителей	1012
Среднесуточное число уникальных посетителей	986
Общее число посещений*	7437
Общее число уникальных посетителей**	4045
Запросы пользователей к ресурсам ВСИП	
Суммарное количество запросов	76377
Среднесуточное количество запросов	13509
Среднесуточное количество запросов на 1 посетителя	16,87
Смешанные запросы	11051
Ошибки запросов	9343
Среднесуточное количество скачиваемых документов и материалов ВСИП	899
Просмотры страниц ВСИП	
Общее количество просмотров	10175
Среднесуточное количество просмотров	1539
Среднесуточное количество просмотров на 1 посетителя	1,35
Объем загружаемых пользователями данных, проходящий через сервер www.mgoru.ru	
Общий объем данных	5,63 GB
Среднесуточный объем данных	961,22 MB
Среднесуточный объем данных на 1 запрос	35,11 KB
Среднесуточный объем данных на 1 посетителя	997,93 KB

Примечания: *Программа включает в число посетителей и тех пользователей, которые загрузили документы из базы данных ВСИП по запросу поисковых систем (Яндекс, Google и др). **Уникальные посетители – это неповторяющиеся (учитываемые только один раз) посетители сайта за указанный период времени. Определяется программой по IP-адресу.

Для получения более объективных статистических сведений программой были игнорированы IP-адреса участников проекта. Необходимо сказать, что понятие посещения (также сеанс, сессия) расценивается программой как период взаимодействия между браузером посетителя и определенным сайтом, завершающийся при закрытии окна браузера, завершении работы программы браузера или неактивности пользователя на этом сайте в течение указанного периода времени. В контексте отчетов Google Analytics сеанс считается завершенным, если пользователь не проявляет активности на сайте в течение 30 минут.

Подробно результаты структурного анализа статистики ВСИП представлены в [4].

Необходимо заметить, что учет пользователей, обратившихся к базе данных АИССОМС по запросу с поисковых систем, минуя страницы сайта, является важной составляющей комплекса работ по повышению эффективности системы.

Литература

1. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Краснова Г.А. Основные принципы и методики использования системы порталов в учебном процессе // Сборник научных статей «Интернет-порталы: содержание и технологии» / редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.; ГНИИ ИТТ «Информика». М.: Просвещение, 2004. Вып. 2. С. 56-84.

2. Зенкина О.Н. О состоянии московских студенческих Интернет-порталов // Педагогическая информатика. 2008. №3. С. 70-82.

3. Отчет НОЦ «ИНИНФО» МГГУ им. М.А. Шолохова «Развитие действующего «Всероссийского студенческого информационного портала» и разработка научно-методических рекомендаций по наращиванию и использованию его информационных ресурсов». М., 2010. 155 с.

4. Промежуточный отчет НОЦ «ИНИНФО» МГГУ им. М.А. Шолохова: «Развитие действующего «Всероссийского студенческого информационного портала» и разработка научно-методических рекомендаций по наращиванию и использованию его информационных ресурсов». М., 2011. 117 с.

5. Стратегия государственной молодежной политики в Российской Федерации. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 2006 года № 1760-р. URL: <http://mp.astrobl.ru/userfiles/strategia.pdf>

6. Яламов Г.Ю. О состоянии и развитии Всероссийского студенческого информационного портала // Педагогическая информатика. 2008. №1. С. 76-80.

FORMATION OF THE CONTENT OF INFORMATION SYSTEM FOR RESEARCH AND EDUCATIONAL AND EDUCATIVE ACTIVITY AMONG THE YOUTH

Vagramenko Yaroslav Andreevich,

*Doctor of Technics, Professor, the Deputy director
on informational educational resources of The Federal State Scientific Institution
«Institute of Informatization of Education» of Russian academy of education,
iinforao@gmail.com*

Yalamov Georgij Yur'evich,

*Candidate of Physics and Mathematics, Assistant professor,
Leading scientific researcher of The Federal State Scientific Institution
«Institute of Informatization of Education» of Russian academy of education,
aio@mgopu.ru*

Annotation

Recommendations about creation of a content of the automated information systems providing a network resource for formation of the information environment in interests of youth are presented in article. The maintenance of a formed content covers educational, scientific activity of youth and data of educational character.

Keywords:

informational automated system; scientific and methodical recommendations; youth network resource; information support of activity of youth; statistics of a site.

Literature

1. *Grigor'ev S.G., Grinshkun V.V., Krasnova G.A. Osnovny'e principy' i metodiki ispol'zovaniya sistemy' portalov v uchebnom processe // Sbornik nauchny'x statej «Internet-portaly': sodержanie i texnologii» / redkol.: A.N. Tixonov (pred.) i dr.; GNII ITT «Informika». M.: Prosveshhenie, 2004. Vy'p. 2. S. 56-84.*
2. *Zenkina O.N. O sostoyanii moskovskix studencheskix Internet-portalov // Pedagogicheskaya informatika. 2008. №3. S. 70-82.*
3. *Otchet NOC «ININFO» MGGU im. M.A. Sholoxova «Razvitie dejstvuyushhego «Vserossijskogo studencheskogo informacionnogo portala» i razrabotka nauchno-metodicheskix rekomendacij po narashhivaniyu i ispol'zovaniyu ego informacionny'x resursov». M., 2010. 155 s.*
4. *Promezhutochnyj otchet NOC «ININFO» MGGU im. M.A. Sholoxova: «Razvitie dejstvuyushhego «Vserossijskogo studencheskogo informacionnogo portala» i razrabotka nauchno-metodicheskix rekomendacij po narashhivaniyu i ispol'zovaniyu ego informacionny'x resursov». M., 2011. 117 s.*
5. *Strategiya gosudarstvennoj molodezhnoj politiki v Rossijskoj Federacii. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 18 dekabrya 2006 goda № 1760-r. URL: <http://mp.astrobl.ru/userfiles/strategia.pdf>*
6. *Yalamov G.Yu. O sostoyanii i razvitii Vserossijskogo studencheskogo informacionnogo portala // Pedagogicheskaya informatika. 2008. №1. S. 76-80.*

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЕЙ К СОЗДАНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Лапенок Марина Вадимовна,

кандидат технических наук, доцент, соискатель

Федерального государственного научного учреждения

«Институт информатизации образования» Российской академии образования,

lapenok@uspi.ru

Аннотация

В статье дан анализ опыта разработки и использования электронных образовательных ресурсов и дистанционных образовательных технологий в учреждениях общего образования в Российской Федерации; обоснована актуальность подготовки учителей в области создания и использования электронных образовательных ресурсов информационной среды дистанционного обучения образовательного учреждения; рассмотрены мировые тенденции проектирования электронных образовательных ресурсов, подходы к оценке педагогико-эргономического качества электронных образовательных ресурсов информационной среды дистанционного обучения образовательного учреждения; предложена методика формирования у учителей компетенции в области использования инструментальных сервисов информационной среды дистанционного обучения образовательного учреждения; описаны результаты педагогического эксперимента по проверке эффективности разработанной методики подготовки учителей.

Ключевые слова:

информационные и коммуникационные технологии (ИКТ); информационная среда дистанционного обучения (ИСДО); обучение учителей; электронные образовательные ресурсы (ЭОР).

В работах ряда ученых А.Н. Тихонова, В.П. Кулагина, А.В. Осина и др. [8] указывается, что основная масса электронных образовательных ресурсов для общеобразовательной школы должна создаваться профессиональными коллективами разработчиков, при этом содержание образовательных ресурсов могут задавать только учителя-предметники, кроме того в этих работах отмечается, что авторами части таких ресурсов все равно будут являться школьные учителя, привносящие собственные средства в обучение отдельным дисциплинам. Ряд ученых И.В. Роберт, Ю.А. Прозорова Л.П. Мартиросян и др. [3; 4; 6] подчеркивают необходимость подготовки учителей как к использованию ЭОР, созданных

профессиональными издательствами, так и к созданию авторских электронных учебных материалов средствами инструментальных сред.

Анализ опыта применения ЭОР [8], размещенных в Российских Федеральных централизованных хранилищах информационных образовательных ресурсов, выявил их эпизодическое, бессистемное использование в классно-урочной форме при имеющихся оснащенных кабинетах компьютерной техники; отсутствие широкой практики использования ЭОР и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) для работы с детьми, имеющими пробелы в знаниях из-за вынужденных пропусков занятий; отсутствие широкой практики использования ЭОР и ДОТ для организации внеурочной учебной, познавательной и исследовательской деятельности обучающихся.

Анализ сайтов общеобразовательных школ РФ показал, что, в основном, сайт школы является информационным ресурсом, отражающим структуру образовательного учреждения и ряд организационных разделов. Вместе с тем, в регионах РФ на базе общеобразовательных школ создаются «Ресурсные центры дистанционной поддержки образовательного процесса». При этом сайты школ расширяют функционал и преобразуются в образовательные порталы, функционирующие на базе программных средств, называемых системами дистанционного обучения (СДО), а образовательный контент портала создается педагогическим коллективом школы с использованием инструментальных сервисов СДО, собственных учебно-методических разработок и распределенного информационного ресурса Интернет.

Закон «Об образовании в РФ» редакции 2012 года обязывает организацию, которая осуществляет образовательную деятельность полностью или частично с использованием ДОТ, сформировать информационную образовательную среду, обеспечивающую обучающимся доступ к необходимым для освоения соответствующей образовательной программы образовательным ресурсам вне зависимости от их места нахождения. Вышесказанное обуславливает необходимость создания ИСДО общеобразовательной школы [6], под которой (вслед за И.В. Роберт) будем понимать совокупность условий, обеспечивающих:

- осуществление информационного взаимодействия в условиях ДОТ между участниками образовательного процесса и интерактивным информационным ресурсом, реализующим дидактические возможности информационных и коммуникационных технологий;

- автоматизация процессов контроля и организационного управления учебной деятельностью с помощью средств ИКТ.

Назначение ИСДО состоит: а) в инициации и развитии деятельности педагогического коллектива школы по созданию и модификации электронных учебных материалов, отображающих закономерности предметных областей, соответствующих учебным дисциплинам образовательной программы, и требованиям, предъявляемым к ЭОР; б) в осуществлении информационного взаимодействия между всеми участниками образовательного процесса, реализуемого с помощью интерактивных средств ИКТ; в) в инициации и развитии деятельности педагогического коллектива школы и учащихся по использованию ЭОР ИСДО в учебном процессе школы; г) в осуществлении организационного управления учебной деятельностью, в том числе мониторинга продвижения учащихся по образовательным траекториям, контроля результатов усвоения учебного материала, формирования статистики, ведения электронного документооборота, с использованием средств ИКТ и встроенных сервисов ИСДО; д) в обеспечении реализации вариативных форм и методов обучения; е) в инициации и развитии учебной, познавательной и исследовательской (подготовка и участие в конкурсах, аттестациях, учебных проектах) деятельности учащихся в урочное и внеурочное время, осуществляемой с использованием ДОТ.

Под электронными образовательными ресурсами информационной среды дистанционного обучения (ЭОР ИСДО) будем понимать совокупность информации образовательного назначения, представленной в формате, воспроизводимом на электронном носителе, отражающей некоторую предметную область, технология изучения которой обеспечивает условия для осуществления различных видов учебной деятельности; при этом технология изучения предметной области и управление информацией (выбор из хранилищ, доставка учащемуся, навигация по содержимому, интерактивный режим работы с содержимым) реализуются с помощью программного обеспечения – системы дистанционного обучения.

Анализ функциональных возможностей СДО [9] выявил универсальный, общий для современных СДО функционал, реализованный в наборе инструментальных сервисов:

- сервисы представления учащимся учебных материалов (например, сервисы СДО Sakai: «Учебная программа», «Уроки», «Обмен файлами», «Ресурсы»),

- сервисы управления учебным процессом (например, сервисы СДО Sakai: «Журнал успеваемости», «Задания», «Тесты», «Экзамены», «Расписание», «Объявления»),

- сервисы осуществления информационного взаимодействия между участниками учебного процесса (например, сервисы СДО Sakai: «Чат», «Форум», «Вики» (текстографический ресурс общего пользования), «Голосование», «Календарь»);

- сервисы для настройки параметров функционирования ИСДО (например, сервисы СДО Sakai: «Настройки», «Мой профиль», «Мой сайт», «Запись на курсы»).

Таким образом, вне зависимости от СДО, на базе которого реализуется ИСДО в конкретном образовательном учреждении, участники учебного процесса, осуществляемого в ИСДО, могут использовать вышеперечисленные инструментальные сервисы для создания и использования образовательного контента.

В современных исследованиях не рассмотрены вопросы, связанные с обучением школьных учителей создавать и/или конструировать ЭОР ИСДО с использованием сервисов ИСДО [5; 7], с формированием у учителей компетенции в области использования инструментальных сервисов ИСДО, под которой будем понимать совокупность *знаний* о педагогико-эргономических характеристиках качества ЭОР, об инструментальных сервисах ИСДО, предназначенных для представления электронных учебных материалов, информационного взаимодействия между участниками учебного процесса в режимах реального времени и отложенной связи, управления учебным процессом, настройки параметров функционирования ИСДО; *умений* по использованию ЭОР ИСДО для организации учебной, познавательной и исследовательской деятельности учащихся в урочное и внеурочное время; *опыта* применения сервисов ИСДО в типовых педагогических ситуациях.

Поэтому актуальной является разработка теоретически обоснованной методики подготовки учителей к созданию ЭОР ИСДО и использованию образовательных ресурсов для организации учебной и исследовательской деятельности школьников в урочное и внеурочное время [10].

Перечислим основные задачи подготовки учителей в области создания и использования ЭОР ИСДО [5; 6; 10]: усвоение понятийного аппарата информатизации образования; формирование представлений о педагогических технологиях дистанционного обучения; о типах ЭОР, технологиях их создания, педагогико-эргономических характеристиках качества ЭОР; о функциональных обязанностях участников дистанционного образовательного процесса (педагогов-кураторов, сетевых педагогов, администраторов ИСДО); освоение

инструментальных сервисов ИСДО для создания ЭОР и организации учебной, познавательной и исследовательской деятельности учащихся в урочное и внеурочное время. В соответствии с задачами подготовки определено содержание подготовки, включающее следующие разделы: теоретические основы информатизации образования; технологии создания ЭОР и их использования для дистанционного обучения и аттестаций учащихся; организация учебного процесса в ИСДО образовательного учреждения; педагогические технологии дистанционного обучения; основы работы в СДО (на примере Sakai). Определены организационные формы подготовки учителей, включающие: **теоретический курс** объемом 24 часа; практические и лабораторные занятия объемом 48 часов, на которых осуществляется технологическая подготовка, обучаемые осваивают инструментальные сервисы ИСДО с целью создания ЭОР и реализации различных видов педагогической деятельности в урочное и внеурочное время. На **практических занятиях** в объеме 14 аудиторных часов проводятся **ролевые игры, моделирующие типовые педагогические ситуации учебного процесса**, организованного в ИСДО в урочное и внеурочное время. На **лабораторных занятиях** в объеме 34 часов обучаемые **создают электронные образовательные ресурсы** с использованием инструментальных сервисов ИСДО.

Создаваемые учителями ЭОР ИСДО должны соответствовать современным мировым тенденциям проектирования ЭОР, которые представлены ниже в данной статье.

В работах современных российских ученых В.А. Красильниковой, Л.П. Мартиросян, Ю.А. Прозоровой, И.В. Роберт отмечается, что разрабатываемые для общеобразовательных школ ЭОР должны охватывать программы всех учебных дисциплин общего среднего образования и обеспечивать поддержку всех этапов образовательного процесса: получение информации в предметной области; практическую учебную деятельность обучающихся с целью приобретения умений и навыков в соответствии с необходимым уровнем освоения; контроль (самоконтроль) уровня овладения учебным материалом; индивидуальную и групповую познавательную и исследовательскую деятельность обучающихся [1; 4; 5; 10]. По мнению ряда педагогов разрабатываемые ЭОР наряду с содержательным, контрольным и научным компонентами должны включать ориентировочный компонент, содержащий информацию о целях и задачах изучения дисциплины, позволяющий ознакомиться со структурой и содержанием учебного курса, выбрать приемлемую для обучающегося образовательную траекторию.

В качестве основной тенденции проектирования и создания ЭОР в мире П.Г. Гудков, А.В. Казанцев, А.В. Осин считают разработку ЭОР модульной структуры, состоящих из автономных тематических модулей, обеспечивающих получение информации, практическую работу обучающихся и контроль усвоения знаний, при этом каждый модуль должен иметь вариативы, обеспечивающие построение преподавателем авторского учебного курса и индивидуальной образовательной траектории обучающегося.

Ряд авторов В.А. Кастирова, Л.П. Мартиросян, А.В. Осин, И.В. Роберт, В.В. Теренин и др. отмечают, что при создании современных ЭОР широко используется технология мультимедиа, обеспечивающая представление учебных материалов в разнообразных форматах, включая статические и динамические, звуковые и визуальные компоненты, при этом условно-пассивные формы взаимодействия обучающихся с интерактивным ЭОР, при которых содержимое имеет неизменный вид в процессе использования, вытесняются деятельностными и исследовательскими формами, при которых реализуется конструктивное взаимодействие обучающегося с элементами содержимого ЭОР, а действия обучающегося с представленными или сгенерированными в процессе взаимодействия с ресурсом объектами или процессами могут вызывать изменение характеристик представляемых объектов и процессов.

Нами разработаны методические материалы по созданию ЭОР ИСДО для учителей общеобразовательных школ, содержащие а) описание структуры электронного образовательного ресурса учебной дисциплины, включающей два основных раздела – информационный, в который входят электронные учебно-методические материалы по учебной дисциплине, и организационный, в котором сосредоточены указания по срокам и формам коммуникации учащихся с учителем; б) электронный шаблон сайта дисциплины, обеспечивающий создание материалов для всех видов учебной деятельности; в) описание возможностей инструментальных сервисов ИСДО по созданию ЭОР, представленное в табличной форме, где соотнесены инструментальный сервис; виды и характеристики учебных материалов, при создании которых целесообразно использовать данный сервис; дидактические цели использования учебных материалов в учебном процессе; г) описание процесса создания ЭОР на примере учебного курса общеобразовательной школы.

Для определения уровня педагогико-эргономического **качества электронных образовательных ресурсов ИСДО**, созданных учителями на лабораторных занятиях, применялся метод экспертных оценок.

Опираясь на теоретические положения, разработанные С.Г. Данилюком, Л.П. Мартиросян, А.В. Осиним, А.А. Павловым, Ю.А. Прозоровой, И.В. Роберт, Ю.А. Романенко, А.Н. Сырбу, на «Технические условия» для сертификации электронных изданий образовательного назначения Системы добровольной сертификации аппаратно-программных и информационных комплексов образовательного назначения и нормативные документы Министерства образования и науки, нами были определены характеристики качества ЭОР (дидактические: соответствие нормативным документам, возрастным особенностям целевой аудитории, современному научному мировоззрению, системность и полнота, информационная безопасность, связь информации с практикой; содержательно-методические: комплексность методических материалов, методическая поддержка ресурса, реализация возможности вариативности обучения; технико-технологические: оснащенность средствами управления и настройки, устойчивость функциональных возможностей, соответствие технических параметров педагогическим задачам; дизайн-эргономические: удобство использования интерфейса и обратной связи, комфортность восприятия визуальной информации, восприятия звукового сопровождения; характеристики уровня реализации технологии мультимедиа с учетом условий интерактивного взаимодействия пользователей с ЭОР ИСДО: оснащенность текстом, статическими и динамическими изображениями, аудиоматериалом, оснащенность элементами управления и активными зонами, средствами организации диалога), которые оценивались квалифицированными экспертами.

В соответствии с разработанной нами методикой, формирование у учителей компетенции в области использования инструментальных сервисов ИСДО осуществляется в процессе ролевых игр, проводимых на практических занятиях. При разработке сценариев ролевых игр учитывались сформулированные А.А. Вербицким принципы организации ролевых игр: имитационного моделирования ситуации; проблемности содержания игры; ролевого взаимодействия в совместной деятельности; диалогического общения. Разработаны сценарии ролевых игр: «Использование дистанционных образовательных технологий для восполнения пробелов в знаниях учащихся, вызванных вынужденными пропусками занятий», «Организация городского конкурса по поиску информации в интернете», «Использование ресурсов ИСДО на уроках русского языка», сценарий контрольной ролевой игры и др., моделирующие учебный процесс, организованный в условиях функционирования ИСДО в урочное и внеурочное время.

Измерить и оценить уровень сформированности у учителей компетенции **в области использования инструментальных сервисов ИСДО** можно на основании теории педагогических измерений, в соответствии с которой нами были выделены когнитивно-операционная (знания, умения) и деятельностная (опыт) компоненты компетенции, разработаны шкалы оценивания уровней сформированности каждой из компонент.

Оценка уровня сформированности когнитивно-операционной компоненты осуществлялась по результатам диагностической работы, содержащей 35 заданий в тестовой форме, разработанных в соответствии с требованиями современной теории тестирования: надежности теста, валидности, содержательной полноты, вариативности форм заданий (одиночный выбор, множественный выбор, ввод ответа, установление соответствия).

Для определения **уровня сформированности** деятельностной компоненты компетенции была выполнена операционализация (В.С. Аванесов) понятия компетенция в области использования инструментальных сервисов ИСДО, в которой были выделены основные компоненты опыта и определен их операционный состав, представленный ниже:

- «интерактивное информационное взаимодействие в режимах реального времени и отложенной связи» идентифицируется со следующими операциями: 1) консультация или общение с родителями учащихся в заранее оговоренное время; 2) принятие решения во внеурочное время; 3) обсуждение вопросов во внеурочное время; 4) обмен документами между учителем и учащимся через персональную папку учащегося; 5) просмотр расписания событий урочной и внеурочной исследовательской деятельности; 6) совместная работа по обновлению и редактированию содержимое общего ресурса;

- «организация учебной, познавательной и исследовательской деятельности школьников в урочное и внеурочное время с использованием ЭОР ИСДО» идентифицируется с операциями: 1) планирование обучения/учения на основе учебной программы дисциплины или плана проекта; 2) проверка знаний и умений учащихся; 3) публикация оценок обучаемых, просмотр статистических данных; 4) подготовка учебных материалов различных форматов; 5) подготовка текстографических учебных материалов; 6) распространение среди учащихся учебных заданий и оценивание в режиме реального времени;

• «настройка параметров функционирования ИСДО» идентифицируется с операциями: 1) формирование списка открытых для общего доступа и личных сайтов; 2) формирование учебных групп и связей типа: «учитель – ученик», «учитель – учебная группа», «учитель – предмет», 3) просмотр индивидуального расписания; 4) просмотр всех событий расписания из объединенного календаря; 5) запись или отказ от участия в учебном курсе.

Уровень сформированности компетенции в области использования инструментальных сервисов ИСДО оценивался в процессе проведения контрольной ролевой игры, моделирующей типичные педагогические ситуации, возникающие при обучении в условиях ИСДО общеобразовательной школы. Для количественной оценки сформированной в результате обучения компетенции использовался показатель $K_{сервисов}$ «количество активаций сервисов ИСДО», характеризующий активность участника во время ролевой игры. Чтобы построить шкалу измерений уровней компетенции нами два раза была проведена контрольная ролевая игра с участием экспертов, по сценарию, предусматривающему одинаковое количество однотипных заданий (педагогических ситуаций) для каждого участника игры, имеющего статус «учителя». Экспертами являлись квалифицированные пользователи СДО «Sakai», дипломированные специалисты в области педагогических измерений. Выполнение каждой педагогической задачи с использованием сервисов ИСДО оценивалось некоторым установленным количеством баллов. Набранные экспертами баллы по каждой игре суммировались и подвергались статистической обработке средствами пакета MS Excel с помощью инструмента «Парный двухвыборочный t-тест для средних» для уровня значимости 0,05. Анализ результатов позволил, после усреднения средних выборочных значений сумм баллов, набранных экспертами в двух ролевых играх, построить порядковую шкалу для определения $K_{сервисов}$, которая использовалась для оценивания уровня сформированности компетенции у учителей, проходивших обучение в период с 2007 по 2011 учебные годы.

Интегральный показатель уровня сформированности у учителей компетенции **в области использования инструментальных сервисов ИСДО** учитывал результаты оценки когнитивно-операционной и деятельностной компонент этой компетенции в 35 балльной шкале.

Для проверки эффективности разработанной методики подготовки учителей **в области создания и использования инструментальных сервисов ИСДО** был проведен педагогический эксперимент на базе ГОУ

ВПО «Уральский государственный педагогический университет» в период 2007-2011 гг. в рамках регионального научно-исследовательского проекта Управления образования г. Екатеринбурга «Внедрение информационных технологий в общее образование через развитие условий доступности информационных образовательных ресурсов». Для объективности и достоверности результатов эксперимента на подготовительном этапе были сформированы типические по качественному составу (по преподаваемым учебным дисциплинам, возрасту, стажу работы в школе) выборки: 1-я группа 52 учителя, 2-я группа 52 учителя, 3-я группа 54 учителя, 4-я группа 51 учитель, проходившие обучение, соответственно, в 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011 учебных годах. Всего в педагогическом эксперименте по подготовке учителей участвовало 209 учителей, работающих в старших классах МОУ г. Екатеринбурга в предметных областях: алгебра, история, социально-экономическая география, русский язык и литература, химия, биология, физика.

Результаты оценки уровня сформированности компетенции в области использования инструментальных сервисов ИСДО у групп, прошедших обучение в период с 2007 по 2011 учебные года представлены в таблице 1.

Таблица 1

*Уровень сформированности компетенции
в области использования инструментальных сервисов ИСДО*

	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
Репродуктивный	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Адаптивный	35,4%	34,2%	33,7%	30,0%
Эвристический	56,9%	55,8%	47,8%	54,3%
Творческий	7,7%	10,0%	18,5%	15,7%

Среднее по выборке [7] значение уровня сформированности компетенции в области использования инструментальных сервисов ИСДО учителей составило для первой группы учителей 26,5; для второй группы 27,2; для третьей группы 28,2; для четвертой группы 28,6 при максимальном значении 35 баллов.

Результаты интегральной оценки уровня качества созданных учителями ЭОР у групп, прошедших обучение в период с 2007 по 2011 учебные года представлены в таблице 2.

Среднее по выборке значение уровня качества ЭОР, созданных учителями с использованием инструментальных сервисов ИСДО,

составило для первой группы учителей 46,1; для второй группы 47,7; для третьей группы 49,9; для четвертой группы 50,2 при максимальном значении 63 балла.

Таблица 2

Уровень качества созданных учителями ЭОР

	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
Низкий	23,1%	21,2%	11,1%	3,8%
Базовый	57,7%	48,1%	38,9%	38,5%
Повышенный	15,4%	23,1%	42,6%	46,2%
Высокий	3,8%	7,7%	7,4%	11,5%

Основные результаты исследования

1. Определена структура и содержание подготовки учителей к созданию и **использованию учебном процессе общеобразовательной школы электронных образовательных ресурсов информационной среды дистанционного обучения** в соответствии с разработанными научно-методическими подходами, основанными на применении активно-деятельностных форм обучения посредством:

– ролевых игр, моделирующих типовые педагогические ситуации, присущие учебному процессу с использованием ЭОР ИСДО; обеспечивающих формирование опыта учителей по интерактивному информационному взаимодействию в режимах реального времени и отложенной связи с использованием инструментальных сервисов ИСДО;

– создания учителями образовательных ресурсов с учетом возможностей инструментальных сервисов ИСДО и дидактических, содержательно-методических, дизайн-эргономических, технико-технологических требований к ЭОР ИСДО и требований к уровню реализации технологии мультимедиа с учетом условий интерактивного взаимодействия пользователей с ЭОР ИСДО.

2. Разработана методика измерения и оценки уровня сформированности компетенции **в области использования инструментальных сервисов ИСДО**, основанная на теории педагогических измерений, в соответствии с которой были выделены когнитивно-операционная (знания, умения) и деятельностная (опыт) компоненты компетенции, разработаны шкалы оценивания уровней сформированности каждой из компонент и интегрального показателя уровня сформированности компетенции.

3. Проведен педагогический эксперимент, подтвердивший эффективность разработанной методики подготовки учителей к созданию и использованию учебном процессе **общеобразовательной школы электронных образовательных ресурсов информационной среды дистанционного обучения.**

Литература

1. *Касторнова В.А.* О взаимосвязи понятий пространства и среды в системе образования // Ученые записки ИИО РАО. 2012. Вып. 41. С. 5-17.
2. *Касторнова В.А.* Основные формы представления информационных образовательных ресурсов // Ученые записки ИИО РАО. 2012. Вып. 44. С. 3-20.
3. *Мартиросян Л.П.* Учебно-методическое обеспечение математического образования // Ученые записки ИИО РАО. 2012. Вып. 40. С. 18-31.
4. Оценка уровня информатизации общеобразовательных учреждений России (информационно-аналитические материалы) / под общ. ред. *А.Н. Тихонова*. М.: Государственный НИИ информационных технологий и телекоммуникаций «Информика», 2009. 64 с.
5. *Прозорова Ю.А.* Принципы функционирования информационно-коммуникационной предметной среды, реализованной на базе авторских сетевых информационных ресурсов // Ученые записки ИИО РАО. 2012. Вып. 40. С. 5-15.
6. *Роберт И.В.* Развитие дидактики в условиях информатизации образования // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Информатизация образования: история, состояние, перспективы»/ под общ. ред. М.П. Лапчика. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2012. С. 3-13.
7. *Роберт И.В.* Теория и методика информатизации образовании (психолого-педагогический и технологический аспекты). М.: ИИО РАО, 2008. 274 с.
8. *Сердюков В.И., Куракин А.С.* Вероятностный подход к оценке результатов мониторинга знаний студентов // Педагогическая информатика. 2011. №6. С. 38-44.
9. *Хоа Там Тханг* Сравнительный анализ систем дистанционного обучения // Качество. Инновации. Образование. 2009. №2. С. 9-13.
10. *Lapenok M., Shamalo T.* Teachers training for using of distance learning system at schools – Proceedings of the ninth IEEE international conference on advanced learning technologies, Riga, Latvia, 2009, p. 602-603.

PREPARATION OF TEACHERS FOR CREATION AND USE OF EDUCATIONAL RESOURCES OF THE INFORMATION ENVIRONMENT OF DISTANCE LEARNING

Lapenok Marina Vadimovna,

*Candidate of Technics, Assistant professor, Competitor
of The Federal State Scientific Institution «Institute of Informatization of Education»
of Russian academy of education,
lapyonok@uspu.ru*

Annotation

In article the analysis of experience of development and use of electronic educational resources and distance educational technologies in establishments of the general education in the Russian Federation is given; relevance of preparation of teachers in the field of creation and use of electronic educational resources of the informational environment of distance learning of educational institution is proved; world tendencies of projection of electronic educational resources, approaches to an assessment of pedagogical-ergonomic quality of electronic educational resources of the informational environment of distance learning of educational institution are considered; the formation technique at teachers of competence in area of use of instrumental means of the informational environment of distance learning of educational institution is offered; results of pedagogical experiment on check of effectiveness of the developed technique of preparation of teachers are described.

Keywords:

information and communication technologies; information environment of distance learning; training of teachers; electronic educational resources.

Literature

1. *Kastornova V.A.* O vzaimosvyazi ponyatij prostranstva i sredy' v sisteme obrazovaniya // Ucheny'e zapiski IIO RAO. 2012. Vy'p. 41. S. 5-17.
2. *Kastornova V.A.* Osnovny'e formy' predstavleniya informacionny'x obrazovatel'ny'x resursov // Ucheny'e zapiski IIO RAO. 2012. Vy'p. 44. S. 3-20.
3. *Martirosyan L.P.* Uchebno-metodicheskoe obespechenie matematicheskogo obrazovaniya // Ucheny'e zapiski IIO RAO. 2012. Vy'p. 40. S. 18-31.

4. Ocenka urovnya informatizacii obshheobrazovatel'ny'x uchrezhdenij Rossii (informacionno-analiticheskie materialy') / pod obshh. red. *A.N. Tixonova*. M.: Gosudarstvenny'j NII informacionny'x texnologij i telekommunikacij «Informika», 2009. 64 s.

5. *Prozorova Yu.A.* Principy' funkcionirovaniya informacionno-kommunikacionnoj predmetnoj sredy', realizovannoj na baze avtorskix setevy'x informacionny'x resursov // Ucheny'e zapiski IIO RAO. 2012. Vy'p. 40. S. 5-15.

6. *Robert I.V.* Razvitie didaktiki v usloviyax informatizacii obrazovaniya // Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Informatizaciya obrazovaniya: istoriya, sostoyanie, perspektivy'»/ pod obshh. red. M.P. Lapchika. Omsk: Izd-vo OmGPU, 2012. S. 3-13.

7. *Robert I.V.* Teoriya i metodika informatizacii obrazovaniia (psixologo-pedagogicheskij i texnologicheskij aspekty'). M.: IIO RAO, 2008. 274 s.

8. *Serdyukov V.I., Kurakin A.S.* Veroyatnostny'j podxod k ocenke rezul'tatov monitoringa znanij studentov // Pedagogicheskaya informatika. 2011. №6. S. 38-44.

9. *Xoa Tat Txang* Sravnitel'ny'j analiz sistem distancionnogo obucheniya // Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie. 2009. №2. S. 9-13.

10. *Lapenok M., Shamalo T.* Teachers training for using of distance learning system at schools – Proceedings of the ninth IEEE international conference on advanced learning technologies, Riga, Latvia, 2009, p. 602-603.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ (ОБРАЗОВАНИЕ)

ДЕКОМПОЗИЦИЯ МОДЕЛИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ, ОСНОВАННОЙ НА АДАПТИВНЫХ СЕМАНТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ

Шихнабиева Тамара Шихгасановна,

*доктор педагогических наук, доцент, заведующий лабораторией
учебно-методического обеспечения подготовки кадров информатизации образования
Федерального государственного научного учреждения
«Институт информатизации образования» Российской академии образования,
shetoma@mail.ru*

Аннотация

Работа посвящена вопросам разработки модели образовательного контента для системы обучения и контроля знаний в виде многоуровневой иерархической семантической сети.

Ключевые слова:

система обучения и контроля знаний; образовательный контент; модели представления знаний; инженерия знаний; объектно-ориентированный подход; многоуровневая иерархическая семантическая сеть; поле знаний; концептуальный анализ.

Как правило, в системах обучения и контроля знаний в качестве модели образовательного контента используется не одно, а несколько представлений. Исполняемые утверждения представляются либо в виде продукционных правил, либо в виде модулей (процедур), вызываемых по образцу. Для представления модели предметной области используется объектный подход или сетевые модели (семантические сети и фреймы).

Рассмотрим и охарактеризуем существующие модели образовательного контента для систем обучения и контроля знаний. Для представления знаний в автоматизированных системах обучения существуют различные способы. Наличие различных способов вызвано в первую очередь стремлением с наибольшей эффективностью представить различные типы предметных областей. Обычно способ представления знаний характеризуется моделью представления знаний. Часто вопрос выбора модели представления знания сводят к обсуждению баланса между декларативным (ДП) и процедурным представлением

(ПП). Различие между ДП и ПП можно выразить как различие между «ЗНАТЬ, ЧТО» и «ЗНАТЬ, КАК» [4]. ПП основано на предпосылке, что интеллектуальная деятельность есть знание проблемной среды, вложенное в программы, т.е. знание о том, как можно использовать те или иные сущности. ДП основано на предпосылке, что знание неких сущностей («ЗНАТЬ, ЧТО») не имеет глубоких связей с процедурами, используемыми для обработки этих сущностей. При использовании ДП считается, что интеллектуальность базируется на некотором универсальном множестве процедур, обрабатывающих факты любого типа, и на множестве специфических фактов, описывающих частную область знаний. Основное достоинство ДП по сравнению с ПП заключается в том, что в ДП нет необходимости указывать способ использования конкретных фрагментов знания. Простые утверждения могут использоваться несколькими способами, и может оказаться неудобным фиксировать эти способы заранее. Указанное свойство обеспечивает гибкость и экономичность ДП, так как позволяет по-разному использовать одни и те же факты. В ДП знание рассматривается как множество независимых или слабо зависимых фактов, что позволяет осуществлять модификацию знаний и обучение простым добавлением или устранением утверждений. Для ПП проблема модификации значительно сложнее, так как здесь необходимо учитывать, каким образом используется данное утверждение. Однако известно, что существует значительное количество сущностей, которые удобно представить в виде процедур и весьма трудно - в чисто декларативном представлении. Желание использовать достоинства ДП и ПП привело к разработке формализмов, использующих смешанное представление, т.е. декларативное представление с присоединенными процедурами (например, фрейм-представление или сети с присоединенными процедурами) или процедурное представление в виде модулей с декларативными образцами [4]. В наиболее совершенном виде эта проблема реализована в объектно-ориентированном подходе [3].

Модели представления знаний обычно делят на *логические* (формальные), *эвристические* (формализованные) и смешанные (рис. 1). В основе *логических моделей* представления знаний лежит понятие формальной системы (теории). Примерами формальных теорий могут служить исчисление предикатов и любая конкретная система продукций. В логических моделях, как правило, используется исчисление предикатов первого порядка, дополненное рядом эвристических стратегий. Эти методы являются системами

дедуктивного типа, т.е. в них используется модель получения вывода из заданной системы посылок с помощью фиксированной системы правил вывода. Дальнейшим развитием предикатных систем являются системы *индуктивного типа*, в которых правила вывода порождаются системой на основе обработки конечного числа обучающих примеров [2]. В логических моделях представления знаний отношения, существующие между отдельными единицами знаний, выражаются только с помощью тех небогатых средств, которые предоставляются синтаксическими правилами используемой формальной системы.

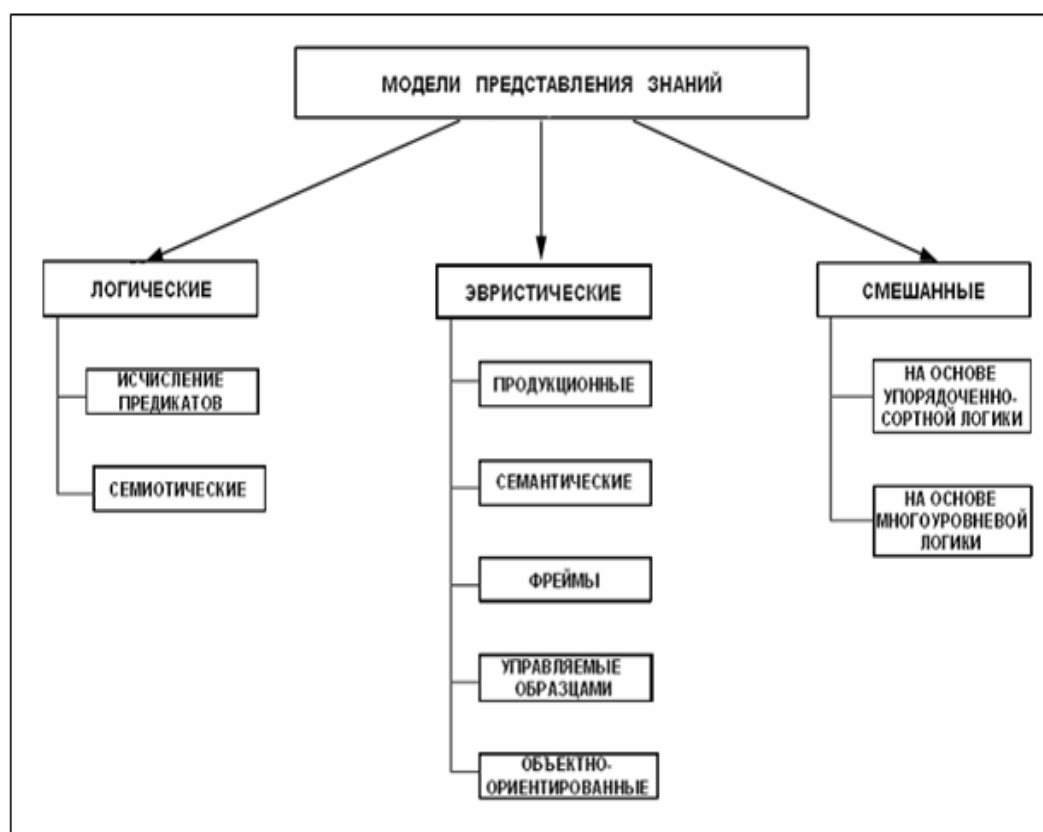


Рис. 1. Наиболее распространенные модели представления знаний

В отличие от формальных моделей *эвристические модели* имеют разнообразный набор средств, передающих специфические особенности той или иной проблемной области. Именно поэтому эвристические модели превосходят логические как по возможности адекватно представить проблемную среду, так и по эффективности используемых

правил вывода. К эвристическим моделям, используемым в экспертных системах, можно отнести *сетевые, фреймовые, производственные и объектно-ориентированные* модели. Следует отметить, что производственные модели, используемые для представления знаний в экспертных системах, отличаются от формальных производственных систем тем, что они используют более сложные конструкции правил, а также содержат эвристическую информацию о специфике проблемной среды, выражаемую часто в виде семантических структур.

Главное преимущество использования объектно-ориентированного программирования при разработке систем обработки данных заключается в поддержке методов, облегчающих повторное использование кода. Однако, как отмечают многие исследователи, эффект от внедрения объектно-ориентированной технологии программирования начинает проявляться лишь через 5-8 лет. Это обусловлено необходимостью накопления опыта разработок и формирования устойчивой и достаточно гибкой иерархии классов. Очевидно, что подобные издержки неприемлемы для инструментальных средств инженерии знаний, где одним из определяющих требований является необходимость создания «быстрого прототипа». Поэтому объектно-ориентированный инструментальный для создания систем, основанных на знаниях, должен включать и библиотеку стандартных, но достаточно легко модифицируемых объектов.

Применение объектно-ориентированного подхода в системах инженерии знаний выводит на первый план другую его особенность, а именно возможность естественной декомпозиции задачи на совокупность подзадач, представляемых, достаточно, автономными агентами, работающими со знаниями. В настоящее время это единственная практическая возможность работы в условиях экспоненциального роста сложности (количества взаимосвязей), характерного для систем, использующих знания.

Так, практически все инструментальные средства для создания динамических экспертных систем поддерживают объектно-ориентированный подход к проектированию систем, объединенных с правилами.

В качестве модели образовательного контента для системы обучения и контроля знаний мы выбрали многоуровневую иерархическую семантическую сеть, в основе которой лежит идея о том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними. Как известно

этот термин обозначает фактически целый класс подходов, для которых общим является использование графических схем с узлами, соединенными дугами. Узлы представляют понятия, а дуги выражают отношения между ними.

Семантические сети обеспечивают легкий доступ к знаниям: начиная движение от некоторого понятия по дугам отношений, можно достичь других понятий предметной области и подразумевают смысловую обработку информации компьютером, которая необходима при обработке ответов обучаемых.

Отличительной особенностью систем обучения, использующих в качестве модели представления знаний семантические сети, является глубокая структуризация изучаемых понятий предметной области и их представление в виде иерархической модели, наличие таких интеллектуальных качеств как идентификация знаний обучаемого, его личностных характеристик и способностей, адаптация процесса обучения к индивидуальным особенностям обучаемого, что позволяет индивидуализировать и повысить качество обучения.

Предлагаемый нами подход основан на структуре человеческих знаний, принципах разработки систем искусственного интеллекта и информационных семантических систем каковым является процесс обучения. Он объединяет процедурный и декларативный подход к представлению знаний, базируется на теории семантических сетей и продукционных правил.

Преимуществом семантических сетей как модели представления знаний и непосредственно самого процесса обучения является наглядность описания предметной области, гибкость, адаптивность к цели обучаемого. Однако, свойство наглядности с увеличением размеров и усложнением связей базы знаний предметной области теряется. Кроме того, возникают значительные сложности по обработке различного рода исключений. Для преодоления указанных проблем используют метод иерархического описания сетей (выделение на них локальных подсетей, расположенных на разных уровнях).

Нами разработана иерархическая многоуровневая семантическая модель предметной области «Информатика», где понятия в зависимости от их сложности распределены по уровням (рис. 2), на основе которой разработана система автоматизированного обучения и контроля знаний.

Так, на самом верхнем уровне расположены классы понятий (рис. 2), далее на уровень ниже размещены обобщенные понятия и на самом нижнем уровне – конкретные (элементарные) понятия. Число уровней иерархической модели знаний предметной области зависит от степени детализации понятий.

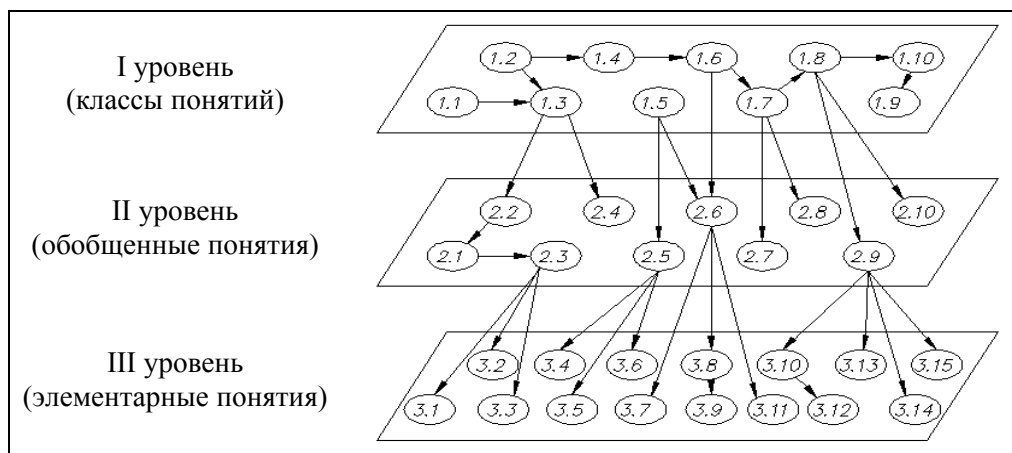


Рис. 2. Общая многоуровневая модель представления знаний

Такой подход к организации знаний при разработке интеллектуальных обучающих систем информатике позволяет значительно сократить время обучения, уменьшить объем памяти, занимаемой базой знаний и данных. Модель в виде иерархической семантической сети, являясь логической структурой изучаемой предметной области, показывает также последовательность изложения учебного материала.

При построении подобной модели образовательного контента необходимо проводить структуризацию понятий предметной области, разрабатывать её поле знаний. При разработке поля знаний предметной области возникает множество вопросов и среди них главные [1]:

- Что делать в данный момент?
- Как реализовать то, что собираешься делать?
- Почему именно это надо делать?

При проведении концептуального анализа необходимо придерживаться следующей последовательности:

4. Определение входных и выходных данных.
5. Составление словаря терминов.

6. Выявление объектов, понятий и их атрибутов.
7. Выявление связей между понятиями.
8. Выделение метапонятий и детализация понятий.
9. Построение пирамиды знаний.
10. Определение отношений между понятиями.
11. Определение стратегии принятия решений.

Предлагаемая нами методология структурирования опирается на современные представления о структуре человеческой памяти и формах репрезентации информации в ней.

Модель представления знаний в виде семантической сети структурно представляет собой граф. Как известно, «граф является очень характерным математическим объектом адаптации» (Л.А. Растрингин). Поэтому в качестве модели логической структуры учебного материала мы выбрали адаптивные семантические модели.

В виде простой семантической модели представлен также процесс обучения, в котором учитываются индивидуальные особенности учащихся.

Стандартная задача обучения состоит обычно в том, чтобы обучаемый наилучшим образом запомнил определенные порции информации (лексические единицы). Эффективность такого обучения можно оценивать по результатам периодического контроля обучаемого. Очевидно, что эффективность зависит от алгоритма обучения и самого ученика. Процесс обучения естественно сделать адаптивным, т.е. приспособливающимся к индивидуальным особенностям обучаемого. Это можно осуществить путем соответствующего выбора порции информации для обучения, т. е. решая задачу адаптации.

Преимущества предлагаемой нами модели процесса обучения особенно значимы при контроле знаний обучаемых [5].

Литература

1. *Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000. 384 с.
2. Интеллектуальные системы. 2004. Т. 8. Вып. 1-4. 594 с.
3. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования // *Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиспдес.* СПб.: Питер, 2003. 368 с.
4. *Растрингин Л.А.* Обучение как управление // *Техническая кибернетика.* Известия РАН. 1993. №2. С. 153-162.
5. *Шихнабиева Т.Ш.* О методологии структуризации знаний в области информатики на основе адаптивных семантических образовательных моделей // *Педагогическая информатика.* 2007. №2. С. 86-93.

**DECOMPOSITION OF MODEL
OF THE EDUCATIONAL CONTENT
FOR THE AUTOMATED SYSTEM OF TUTORING
AND MONITORING OF THE KNOWLEDGE,
BASED ON ADAPTIVE SEMANTIC MODELS**

Shixnabieva Tamara Shixgasanovna,

Doctor of Pedagogics, Assistant professor,

the Head of The Laboratory of the learning-methodical maintenance

of the professional training of informatization of education

of The Federal State Scientific Institution «Institute of Informatization of Education»

of Russian academy of education,

shetoma@mail.ru

Annotation

Work is devoted to questions of development of model of an educational content for system of training and control of knowledge in the form of a multilevel hierarchical semantic network.

Keywords:

system of training and control of knowledge; educational content; models of representation of knowledge; engineering of knowledge; object-oriented approach; multilevel hierarchical semantic network; field of knowledge; conceptual analysis.

Literature

1. *Gavrilova T.A., Xoroshevskij V.F. Bazy' znaniy intellektual'ny'x sistem.* SPb.: Piter, 2000. 384 s.
2. *Intellektual'ny'e sistemy'. 2004. T. 8. Vy'p. 1-4. 594 s.*
3. *Priemy' ob"ektno-orientirovannogo proektirovaniya. Patterny' proektirovaniya // E'. Gamma, R. Xelm, R. Dzhonson, Dzh. Vlisspdes.* SPb.: Piter, 2003. 368 s.
4. *Rastrigin L.A. Obuchenie kak upravlenie // Texnicheskaya kibernetika. Izvestiya RAN. 1993. №2. S. 153-162.*
5. *Shixnabieva T.Sh. O metodologii strukturizacii znaniy v oblasti informatiki na osnove adaptivny'x semanticheskix obrazovatel'ny'x modelej // Pedagogicheskaya informatika. 2007. №2. S. 86-93.*

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Данилюк Сергей Григорьевич,

доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник

Федерального государственного научного учреждения

«Институт информатизации образования» Российской академии образования,

sgdaniluk@bk.ru

Михеев Евгений Александрович,

кандидат технических наук, научный сотрудник

Института инженерной физики, г. Серпухов

Аннотация

В статье рассмотрен подход к оценке эффективности внедрения системы менеджмента качества. Рассмотренный подход основан на оценке уровня вероятности выпуска бездефектной продукции. Достоинством подхода является то, что он учитывает варианты стратегий менеджмента качества в условиях случайных факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции.

Ключевые слова:

технологический процесс; этапы технологического цикла; система менеджмента качества; вероятность выпуска бездефектной продукции; вероятностно-игровой подход.

В настоящее время существует большое количество различных методик оценки частных критериев эффективности, в том числе вероятностных, процесса внедрения систем менеджмента качества (СМК) и его этапов. Однако единый подход в данном вопросе отсутствует. Поэтому возникает необходимость разработки модели указанного процесса, позволяющей оценивать вероятность выпуска бездефектной продукции и учитывающей на каждом этапе технологического процесса как использование различных вариантов стратегий менеджмента качества, так и влияние различных дестабилизирующих факторов.

Вероятность выпуска бездефектной продукции, а следовательно и эффективного внедрения системы менеджмента качества, целесообразно рассчитывать путем перемножения вероятностей P_1, \dots, P_n успешного (бездефектного) осуществления отдельных этапов (процессов) технологического цикла. Поскольку они (процессы) выполняются последовательно, то соответственно могут считаться

статистически независимыми событиями. При таком подходе этапы технологического цикла (процессы СМК) следует разбить на подэтапы, которые представляют собой также статистически независимые события и выбрать их рациональное количество, чтобы модель с одной стороны адекватно отражала реальный ход событий, а с другой стороны не представляла трудностей с точки зрения применения соответствующего математического аппарата.

При формировании указанной модели необходимо определить пооперационный состав процессов (этапов), другими словами их деление на подэтапы (операции), которые в свою очередь могут быть также детализированы. Такой подход позволяет разложить на элементарные операции, для которых справедлив предложенный вероятностно-игровой подход, технологический процесс любой сложности.

Предполагается, что, определив наиболее существенные для рассмотрения элементы операций, мы полностью определяем возможные типовые технологические ситуации и соответственно далее речь может идти об определении своего рода стратегий, подразумевающих применение конкретных вариантов предупреждающих или корректирующих действий, предусмотренных СМК в условиях той или иной технологической ситуации, с последующим объединением их в специальные группы, определяющие стратегии менеджмента качества на конкретном этапе или подэтапе. При условии, что учтены наиболее существенные элементы операций и взаимосвязи между ними, а также предупреждающими и корректирующими действиями, эти стратегии следует формировать так, чтобы они составляли полную группу событий. Учитывая выбранный вероятностный подход к оценке эффективности применения стратегий менеджмента качества, вероятность бездефектного выполнения каждой операции рассматриваемого этапа (процесса) технологического цикла с использованием при этом одной из соответствующих данной операции стратегий менеджмента качества может быть рассчитан при помощи формулы полной вероятности. При этом условные вероятности бездефектного выполнения конкретной операции с использованием конкретной стратегии менеджмента качества можно вычислять, применяя метод экспертного оценивания.

Сущность экспертного оценивания заключается в рациональной организации проведения высококвалифицированными специалистами анализа проблемы с количественным оцениванием суждений и

обработкой их результатов. При этом можно выделить следующие основные этапы экспертного оценивания:

- подбор экспертов и организация опроса,
- выбор шкалы измерений,
- выбор метода обработки оценок отдельных экспертов,
- проверка согласованности оценок,
- обработка экспертных оценок.

Также расчет указанных условных вероятностей может осуществляться на основании статистических данных, в частности о проценте допущенного на операции брака, получаемых в результате мониторинга процессов СМК с целью их измерения.

Таким образом, можно приступить к непосредственному построению вероятностной модели этапов процесса внедрения системы менеджмента качества. Описанная выше возможность разложения технологического процесса любой сложности на последовательности этапов и подэтапов с любой глубиной иерархии позволяет без ограничения общности рассмотреть простейшую модель технологического процесса, состоящего из нескольких последовательно организованных относительно независимых этапов.

Пусть в общем случае рассматриваемый технологический процесс состоит из статистически независимых этапов, вероятности успешного завершения которых (события A_i) обозначим $P_i = P(A_i)$, ($i = \overline{1, n}$). Тогда вероятность бездефектного выполнения всего процесса равна:

$$P = \prod_{i=1}^n P_i = \prod_{i=1}^n P(A_i) \quad (1)$$

Теперь предположим, что на i -м этапе могут использоваться k_i различных стратегий менеджмента качества, которые разбиты на m_i функциональных групп по l_{ij} ($i = \overline{1, m_i}$) конкретных вариантов предупреждающих или корректирующих действий в каждой. События, описывающие использование упомянутых стратегий менеджмента качества, как было указано выше, образуют полную группу взаимно непересекающихся событий, поскольку использование одной из стратегий менеджмента качества исключает использование другой, и какая-либо стратегий будет использоваться обязательно. При таком подходе, самым тривиальным будет случай, когда предупреждающие

или корректирующие действия вообще не применяются. В результате можно записать вероятность успешного (бездефектного) выполнения i -го этапа по формуле полной вероятности:

$$P(A_i) = \sum_{j=1}^{k_i} P(A_i|B_{ij})P(B_{ij}) = \sum_{j=1}^{k_i} r_{ij}q_{ij} \quad (2)$$

где $r_{ij} = P(A_i|B_{ij})$ – условная вероятность успешного завершения i -го этапа при условии выбора для его обеспечения j -й стратегии менеджмента качества, а $q_{ij} = P(B_{ij})$ – безусловная вероятность выбора из возможных вариантов j -й стратегии менеджмента качества для обеспечения i -го этапа, то есть частота с которой она выбирается.

Отметим, что множества вариантов предупреждающих или корректирующих действий, обеспечивающих бездефектное выполнение этапов, могут как не пересекаться для различных рассматриваемых этапов, так и совпадать. Последний вариант представляется нам более вероятным. В общем случае множества рассматриваемых вариантов предупреждающих или корректирующих действий могут иметь не пустое пересечение.

Подставляя формулу (2) в формулу (1) получаем:

$$P = \prod_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} P(A_i|B_{ij})P(B_{ij}) = \prod_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} r_{ij}q_{ij} \quad (3)$$

Теперь рассмотрим процедуры оценки условных вероятностей r_{ij} и безусловных вероятностей q_{ij} из формулы (2).

Безусловные вероятности q_{ij} применения на i -м этапе j -й стратегии менеджмента качества при вычислении вероятности бездефектного выполнения i -го этапа, как правило, оцениваются методом экспертных оценок [2]. Отступать от этого правила нецелесообразно, тем более, что при рациональном планировании внедрения системы менеджмента качества величины этих безусловных вероятностей использования стратегии менеджмента качества, т. е. конкретных комплексов предупреждающих или корректирующих действий, являются параметрами и вычисляются однозначно, исходя из максимума критерия бездефектности, а их оптимальные значения носят характер рекомендуемых в среднем частот применения конкретных стратегий менеджмента качества.

Условные вероятности r_{ij} бездефектного выполнения i -го этапа с применением для его реализации j -й стратегии менеджмента качества (комплекса предупреждающих или корректирующих действий) зависит от конкретного состава этой стратегии (комплекса), содержания входящих в нее предупреждающих или корректирующих действий и порядка их применения, а также от влияния различных факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. Оценкам именно этих условных вероятностей посвящены известные методики и модели [2]. Однако эти методики основаны, в основном на экспертных оценках и имеют значительную погрешность в силу их существенной субъективности.

Предлагается следующая методика оценки этих условных вероятностей.

Пусть в результате анализа брака в соответствии с принципами ИСО-9000 на i -м этапе технологического цикла имеются $\Pi_{i1}, \dots, \Pi_{is}$ ($s = n_i$) взаимоисключающих причин (дестабилизирующих технологический процесс воздействий) возникновения дефектов, по причине которых на этом этапе из общего числа n производимых изделий бракуются $n_B(\Pi_{it})$ изделий. Определим множество причин брака, устраняемых i -м этапе технологического цикла стратегией менеджмента качества B_{ij} , как подмножество $\{\Pi_{it_1}, \dots, \Pi_{it_{s_j}}\}$, где $t_1, \dots, t_{s_j} \in \{1, \dots, s\}$. Как правило, можно считать, что $s_j = l_{ij}$, так как для нейтрализации каждой причины возникновения дефектов в стратегии менеджмента качества B_{ij} используется отдельное предупреждающее или корректирующее действие. Эти множества для разных j могут пересекаться, но

$$\bigcup_{j=1}^{k_i} \{\Pi_{k_1}, \dots, \Pi_{k_{s_j}}\} = \{\Pi_1, \dots, \Pi_s\}.$$

Тогда количество бракуемых на i -м этапе технологического цикла изделий после применения на i -м этапе j -й стратегии менеджмента качества снизится на

$$n_B(B_{ij}) = \sum_{k=1}^{s_i} n_B(\Pi_{it_k}) \quad (4)$$

и составит $n_{iБ} - n_{Б}(B_{ij})$, где $n_{iБ}$ – количество бракуемых на i -м этапе технологического цикла изделий до применения на i -м этапе j -й стратегии менеджмента качества. Тогда условную вероятность $P(A_i|B_{ij})$ бездефектного завершения i -го этапа, при условии выбора для его обеспечения j -й стратегии менеджмента качества можно оценить величиной $1 - (n_{iБ} - n_{Б}(B_{ij})) / n$ против $1 - n_{iБ} / n$ до применения на этом этапе технологического цикла какой-нибудь стратегии менеджмента качества. Следует отметить, до i -го этапа технологического цикла доходит лишь часть изделий, за исключением забракованных системой менеджмента качества на предыдущих этапах. Поэтому более точной оценкой условной вероятности бездефектного завершения i -го этапа, при условии выбора для его обеспечения j -й стратегии менеджмента качества будет величина

$$r_{ij} \approx 1 - \frac{(n_{iБ} - n_{Б}(B_{ij}))}{n - \sum_{k=1}^{i-1} n_{kБ}} . \quad (5)$$

Однако, такое уточнение на практике большого смысла не имеет по причине невысокого общего процента брака при современном уровне производства электронной аппаратуры, а усложнение в модель вносит существенное, нарушая, в первую очередь, условие статистической независимости этапов технологического процесса. Другими словами для дальнейшего практического использования целесообразно принять оценку

$$r_{ij} \approx 1 - \frac{(n_{iБ} - n_{Б}(B_{ij}))}{n} . \quad (6)$$

В статистической отчетности системы менеджмента качества, как правило, присутствует информация о вероятности появления брака (дефектов изделий) на i -м этапе технологического цикла

$$P_{iБ} = n_{iБ} / n$$

до применения стратегий менеджмента качества и получаемые на основе факторного анализа процентные соотношения причин возникновения дефектов на i -м этапе технологического цикла, то есть условных вероятностей

$$P_{iБ}(П_{it_k}) = n_{Б}(П_{it_k}) / n_{iБ}$$

того, что дефект (брак) появился по причине Π_{it_k} . Тогда

$$r_{ij} \approx 1 - P_{iБ} \cdot \left(1 - \sum_{k=1}^{s_i} P_{iБ}(\Pi_{it_k}) \right). \quad (7)$$

Данное соотношение справедливо, если применяемая на i -м этапе технологического цикла стратегия менеджмента качества B_{ij} устраняет причины возникновения дефектов $\left\{ \Pi_{it_1}, \dots, \Pi_{it_{s_j}} \right\}$ с вероятностью 1, то есть полностью. На практике такое встречается редко. Поэтому, если ввести в качестве показателя эффективности (вероятности) v_{ijt_k} устранения на i -м этапе технологического цикла стратегией менеджмента качества B_{ij} причины возникновения дефектов Π_{it_k} , то формула (7) примет вид

$$r_{ij} \approx 1 - P_{iБ} \cdot \left(1 - \sum_{k=1}^{s_i} P_{iБ}(\Pi_{it_k}) v_{ijt_k} \right). \quad (8)$$

Данные о величинах v_{ijt_k} опять же содержатся в статистической отчетности системы менеджмента качества и могут уточняться по мере функционирования системы менеджмента качества и накопления статистических данных. На этапе первичного внедрения системы менеджмента качества их можно получить на основе экспертных оценок с других аналогичных предприятий или (что наиболее правильно) считать равными 1.

Итак, формулы (2) – (3) получены нами без учета влияния различных факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. Рассмотрим введенные ранее варианты наборов различных факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, определенные как причины возникновения дефектов, и их проявления на i -м этапе рассматриваемого процесса, обозначив через Π_{it} , $t = 1, n_t$ с общим числом n_i .

Введем условные вероятности $d_{ijt} = P(A_i | B_{ij} | \Pi_{it})$ бездефектного завершения исследуемого i -го этапа рассматриваемого технологического процесса при использовании j -й стратегии

менеджмента качества в случае действия t -го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. После введения вышеупомянутых величин, условную вероятность бездефектного завершения i -го этапа технологического процесса с применением j -й стратегии менеджмента качества по формуле полной вероятности запишем в виде:

$$r_{ij} = P(A_i | B_{ij}) = \sum_{t=1}^{n_i} P(A_i | B_{ij} | \Pi_{it}) = \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt} P(\Pi_{it}) = \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt} w_{it}, \quad (9)$$

где $w_{it} = P(\Pi_{it})$ – безусловные вероятности действия на i -м этапе рассматриваемого технологического процесса t -го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции.

В этом случае формула (2) примет вид:

$$P = \prod_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} P(A_i | B_{ij} | \Pi_{it}) P(B_{ij}) P(\Pi_{it}) = \prod_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt} q_{ij} w_{it}, \quad (10)$$

а формула (3) в итоге преобразуется в:

$$P = \prod_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} P(A_i | B_{ij} | \Pi_{it}) P(B_{ij}) P(\Pi_{it}) = \prod_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{n_i} d_{ijt} q_{ij} w_{it}. \quad (11)$$

Вероятность $w_{it} = P(\Pi_{it})$ действия на i -м этапе рассматриваемого технологического цикла t -го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, в общем случае целесообразно определять на основе экспертного опроса опытных сотрудников службы качества и технологов с учетом реальной статистики системы менеджмента качества на конкретных производствах за исследуемые несколько лет.

Условные вероятности d_{ijt} бездефектного завершения исследуемого i -го этапа рассматриваемого технологического процесса при использовании j -й стратегии менеджмента качества в случае действия t -го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, определим аналогично условным вероятностям r_{ij} , воспользовавшись формулой (8), домножив в ней каждый показатель эффективности (вероятности) v_{ijt_k} устранения на i -м этапе технологического цикла стратегией менеджмента качества B_{ij} причины возникновения дефектов Π_{it_k} на индикатор устранения этой

стратегией менеджмента качества комплекса дестабилизирующих технологический процесс факторов Π_{it} , порождающего соответствующую причину возникновения дефектов

$$I_j(\Pi_{it}, \Pi_{it_k}) = \begin{cases} 1, & \text{при } \Pi_{it} = \Pi_{it_k}, \\ 0, & \text{при } \Pi_{it} \neq \Pi_{it_k}. \end{cases} \quad (12)$$

где $\Pi_{it_k} \in \{\Pi_{it_1}, \dots, \Pi_{it_{s_j}}\}$.

Тогда будет справедлива формула

$$d_{ijt} \approx 1 - P_{iБ} \cdot \left(1 - \sum_{k=1}^{s_i} P_{iБ}(\Pi_{it_k}) v_{it_k} \cdot I_j(\Pi_{it}, \Pi_{it_k}) \right) \quad (13)$$

Другими словами, если комплекс факторов Π_{it} , дестабилизирующих на i -м этапе технологический процесс и порождающий соответствующую причину возникновения дефектов, устраняется стратегией менеджмента качества B_{ij} , то

$$d_{ijt} \approx 1 - \frac{n_{iБ} - n_{Б}(\Pi_{it})}{n},$$

иначе условная вероятность d_{ijt} остается неизменной и равной $1 - n_{iБ}/n$.

Следует отметить, что формула (9) определяет вероятность бездефектного завершения i -го этапа рассматриваемого технологического процесса при условии применения j -й стратегии менеджмента качества как ее безусловное математическое ожидание, то есть ее значение, усредненное по различным вариантам набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. Иными словами, если использовать терминологию теории исследования операций [2] формулы (10) и (11) представляют собой выражения для вычисления критерия бездефектности этапа технологического процесса и, соответственно его этапа, с учетом влияния неуправляемых (в смысле теории игр) факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции. Таким образом, в формулах (2) и (3) такое противодействие дестабилизирующих факторов переводится из разряда антагонистических в разряд случайных и вероятность бездефектного завершения i -го этапа рассматриваемого технологического процесса, при условии

применения j -й стратегии менеджмента качества, $P(A_i|B_{ij})$ фактически определяется по всевозможным вариантам набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции.

Такой «осредненный» подход к оценкам $P(A_i|B_{ij})$ хотя и несколько ее загрубляет, однако оказывается на практике существенно проще в вычислительном смысле. Он позволяет учесть различные варианты проявления и влияния факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, в совокупности, что с учетом сложности оценки безусловных вероятностей $P(\Pi_{it})$ проявления t -го варианта набора факторов, дестабилизирующих процесс производства продукции, позволяет сузить в среднем ущерб от воздействия дестабилизирующих факторов, за счет интегрального их учета в (2) и (8).

Отметим, что после вычисления вероятностей, их можно просто затабулировать и использовать эти таблицы длительное время, поскольку указанные дестабилизирующие факторы и их влияние на качество продукции относительно стабильны.

Вывод. Предложенная вероятностно-игровая модель процесса внедрения системы менеджмента качества на технологическом предприятии позволяет оценить вероятность выпуска бездефектной продукции и оптимально планировать применение различных стратегий менеджмента качества, т. е. комплексов предупреждающих или корректирующих действий.

Литература

1. *Вентцель Е.С.* Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд.. М.: Наука, 1988. 208 с.
2. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей: учебник для вузов. 6-е изд. М.: Высшая школа, 1999. 576 с.
3. *Горелик В.А.* Теория игр и исследование операций: учебное пособие. М.: МИНХ и ГП, 1978. 98 с.

JUSTIFICATION OF THE TECHNIQUE OF THE ASSESSMENT OF THE SYSTEM OF EFFECTIVENESS OF MANAGEMENT OF QUALITY

Danilyuk Sergej Grigor`evich,

Doctor of Technics, Professor,

Leading scientific researcher of The Federal State Scientific Institution

«Institute of Informatization of Education» of Russian academy of education,

sgdaniluk@bk.ru

Mixeev Evgenij Aleksandrovich,

Candidate of Technics, Scientific researcher

of The Institute of engineering physics, Serpukhov

Annotation

In article the approach to an assessment of efficiency of introduction of quality management system is considered. The considered approach is based on an assessment of level of probability of release of faultless products. The advantage of approach is that it considers options of strategy of quality management in the conditions of the random factors destabilizing process of production.

Keywords:

engineering procedure; stages of a production cycle; quality management system; probability of release of faultless product; probabilistic and game approach.

Literature

1. *Ventcel' E.S.* Issledovanie operacij: zadachi, principy', metodologiya. 2-e izd.. M.: Nauka, 1988. 208 s.
2. *Ventcel' E.S.* Teoriya veroyatnostej: uchebnik dlya vuzov. 6-e izd. M.: Vy'sshaya shkola, 1999. 576 s.
3. *Gorelik V.A.* Teoriya igr i issledovanie operacij: uchebnoe posobie. M.: MINX i GP, 1978. 98 s.

МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ ПОСТРОЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДОВЕРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТА

Павлов Александр Алексеевич,

доктор технических наук, главный научный сотрудник

Федерального государственного научного учреждения

«Институт информатизации образования» Российской академии образования,

pavlov_iif@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена оценке профессиональных компетенций специалиста, основанной на контроле уровня усвоения специалистом тем профильных дисциплин.

Ключевые слова:

автоматизированная система управления (АСУ); база данных (БД); профессиональные компетенции специалиста (ПКС); содержание и объем профильных дисциплин (СОПД).

Оценка ПКС основана на контроле уровня усвоения специалистом тем профильных дисциплин. Оценка ПКС проводится с целью организации управления его внутрифирменной переподготовки [4; 6]. В АСУ внутрифирменной переподготовки специалиста для оценки ПКС используют стандартизованный контроль. Сущность контроля состоит в том, что специалисту предлагается выборка специальных заданий и по ответам судят о его компетенции. Для получения количественных оценок ПКС наиболее часто используют метод ранжирования. Примером такого ранжирования является шкала оценки ПКС нефтяной промышленности в областях: бурение, геология и геофизика, разработка пластов, крупные проекты и инжиниринг. Шкала оценки ПКС нефтяной промышленности представлена в таблице 1.

Стандартизованные методы контроля уровня усвоения темы профильной дисциплины с разработанной шкалой имеют следующие положительные свойства, определяющие целесообразность их применения [5]:

- кратковременность проверки;
- стандартность проведения проверки и анализа результатов;
- возможность представления результатов проверки в числовой форме;
- возможность математической обработки результатов.

Таблица 1

Шкала оценки ПКС нефтяной промышленности

Уровень оценки	Название уровня оценки	Условие выставления уровня оценки специалисту по компетенции
1	Начальный уровень	Демонстрирует редко, меньше, чем в половине соответствующих ситуаций.
2	Базовый уровень	Демонстрирует часто, в большей части соответствующих ситуаций.
3	Уровень развития	Демонстрирует всегда, во всех соответствующих ситуациях. Специалист способен быть наставником по этой компетенции для других.
4	Уровень опыта	Имеет успешный опыт решения сложных и нестандартных задач по этой компетенции. Признан как эксперт по этой теме в масштабе фирмы.
5	Экспертный уровень	Признан как эксперт по этой компетенции – всероссийского, либо международного уровня

Для оценки ПКС стандартизованными методами необходимо проводить периодический, а не одноразовый контроль.

Стандартизованный контроль для оценки ПКС в АСУ внутрифирменной переподготовкой специалиста выполняется с помощью тестов [5]. В общем случае, когда проверку результатов теста осуществляет человек, тест – это набор вопросов и правильных ответов к ним (эталон). Если же определение правильности ответа возлагается на компьютерную программу, необходимо включить в тест набор параметров, управляющих алгоритмами контроля выполнения теста.

Алгоритмы контроля для оценки ПКС классифицируют следующим образом [2]: эвристические, статистические, на основе нечеткой логики, комбинированные.

Алгоритмы контроля в большинстве случаев эвристические и сводятся либо к подсчету соотношения правильных ответов к общему числу вопросов (бинарный алгоритм), либо к накоплению суммы баллов за выполненные задания с последующим проецированием ее на

оценочную шкалу, заданную организатором тестирования (алгебраический алгоритм). Статистическая обработка результатов оценки знаний специалиста используется для определения ее погрешности. При управлении переподготовкой специалиста результаты такой обработки необходимо учитывать в алгоритмах оценки ПКС.

Указанные алгоритмы контроля для оценки ПКС, а также их комбинации, реализованные в таких системах, как ITEMAN, RASCAL, RSP, The Examiner testing system, FastTEST professional, C-Quest, CONTEST, Oracle iLearning, ГРАММАТЕЙ-КЛАСС, ПОЛСТАР, «Контроль знаний», «Экзаменатор», «Аттестация», обладают рядом недостатков, к которым относятся [5]:

- не обеспечивается достоверность контроля уровней усвоения профильных дисциплин для оценки ПКС в условиях ограничения числа контрольных заданий;

- недостоверность контроля уровней усвоения уровней профильных дисциплин для оценки ПКС, требует экспертного времени их переоценки, что повышает время и стоимость переподготовки специалиста;

- отсутствуют алгоритмы сравнения исходных уровней усвоения тем профильных дисциплин и их требуемых значений для оценки ПКС и определения СОПД.

Возможность более точной оценки ПКС позволяет АСУ внутрифирменной переподготовкой специалиста, построенной на основе нечеткой логики. Примером реализации такой оценки ПКС является предложенный Войтом В.В. «метод диагностики знаний, умений, навыков и компетентности специалиста» на базе классификации с помощью нечеткой карты Кохонена [2].

Несмотря на возможность снижения погрешности контроля уровней усвоения тем профильных дисциплин, задача обеспечения достоверности такого контроля и определения СОПД остается не исследованной, требующей разработки новых методов и алгоритмов ее решения. В тоже время, анализ структуры АСУ внутрифирменной переподготовкой специалиста показал, что выбор СОПД для переподготовки специалиста осуществляется на основе оценки ПКС. В современных АСУ внутрифирменной переподготовкой специалиста для оценки ПКС широко применяются методы тестирования. В основе метода тестирования лежит определенная математическая модель испытаний. Наиболее простой и широко используемой является модель

педагогического тестирования. В рамках этой модели тест представляет собой набор из n заданий (длина теста) одинаковой сложности, предъявляемых специалисту. Результат выполнения каждого задания оценивается по шкале, в частности, пятибалльной. Появление того или иного результата испытания предполагается случайным, с определенной вероятностью, независимой от номера и числа заданий. Вероятность выполнения задания, при неограниченной длине теста, характеризует истинный уровень усвоения темы специалистом. Истинный уровень усвоения темы специалистом непосредственно связан с понятием «истинный балл», которое рассматривается в классической тестовой теории.

На практике в качестве оценки истинного балла принимается среднее арифметическое значение m . Поскольку тест имеет ограниченную длину, то в результате тестирования получается только выборочная оценка истинного уровня усвоения темы специалистом \tilde{m} [1]:

$$\tilde{m} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

где n – число выполненных заданий; i – номер задания; x_i – балл за задание i .

Как известно, эта оценка является случайной и в связи с этим возникает задача определения характеристик ее точности и достоверности относительно данного теста. Согласно математической статистике, оценка \tilde{m} является несмещенной, состоятельной и асимптотически нормальной. Используя асимптотическое свойство оценки \tilde{m} , нетрудно построить для нее доверительный интервал $[\tilde{m} - \delta, \tilde{m} + \delta]$, содержащий истинный балл m с заданной доверительной вероятностью P^D . Доверительная оценка ПКС выполняется при следующих допущениях [1]:

- распределение значений уровней усвоения темы профильной дисциплины подчиняется нормальному закону распределения;
- известна дисперсия значений уровней усвоения темы профильной дисциплины;

- оценка каждого уровня усвоения темы профильной дисциплины специалистом является независимой от указанных уровней других специалистов;

- уровень усвоения каждой темы профильной дисциплины влияет на уровень владения ПКС.

Основная идея предлагаемого метода оценки ПКС состоит в получении заданной доверительной вероятности P^D того, что контролируемый уровень усвоения темы профильной дисциплины примет значение близкое к его математическому ожиданию m . Доверительная вероятность P^D определяется в соответствии с функцией Лапласа по заданному доверительному коэффициенту z^D , учитывающего погрешность контроля δ , стандартное отклонение $s(x)$ и количество контрольных тестов n уровня усвоения x профильной дисциплины. Доверительный коэффициент z^D рассчитывается по формуле [3]:

$$z^D = \frac{\delta\sqrt{n}}{s(x)} \quad (2)$$

Соответствие доверительных коэффициентов z^D и доверительных вероятностей P^D определяется по таблице 2.

Стандартное отклонение уровней усвоения темы профильной дисциплины может быть получено на основе выражения:

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{m} - x_i)^2}{(n-1)}} \quad (3)$$

Чем больше доверительный коэффициент z^D (меньше стандартное отклонение s), тем с большей вероятностью можно утверждать, что интервал $\pm \delta$ будет содержать рассматриваемое значение уровня усвоения темы профильной дисциплины. Значение доверительной вероятности, которую требуется обеспечить, выбирается равным $P^D = 0.95$.

Так, например, уровни усвоения темы профильной дисциплины для двух специалистов 4, 4, 4, 5 и 3, 5, 4, 5. Соответственно имеем одинаковое математическое ожидание равное 4.25 для обоих

специалистов, но при разных стандартных отклонениях в первом $s_1(x)=0.5$ и втором $s_2(x)=0.96$ случаях. Тогда при заданной погрешности контроля $\delta=0.5$ в первом случае имеем доверительный коэффициент $z_1^D=2.0$, а во втором $z_2^D=1.04$, то есть для первого специалиста доверительная оценка равна $P_1^D=0.95$ и соответствует заданной, а для второго $P_2^D=0.7$ и не соответствует заданной. Для получения заданной доверительной вероятности увеличим количество контрольных заданий второму специалисту. Например, при 4 дополнительных заданиях, в совокупности с которыми второй специалист имеет уровни усвоения темы профильной дисциплины 5, 4, 4, 4, 3, 5, 4, 5, при которых стандартное отклонение уменьшится до $s_2(x)=0.7$, а доверительный коэффициент увеличивается до $z_2^D=2.0$, что соответствует заданной доверительной вероятности $P_2^D=0.95$.

Таблица 2

Соответствие доверительных коэффициентов z^D
и доверительных вероятностей P^D

Доверительный коэффициент z^D	Доверительная вероятность P^D
0.00	0.00000
0.01	0.00798
.	.
.	.
.	.
1.38	0.83241
.	.
.	.
.	.
1.96	0.95000
.	.
.	.
.	.
2.4	0.98360

Приведенный пример показывает, что доверительная оценка уровня усвоения темы профильной дисциплины для первого специалиста соответствует заданной. Во втором случае потребовалось 4 дополнительных задания для получения заданной доверительной оценки $P_2^D=0.95$. Учитывая возможности доверительной оценки уровней усвоения тем профильных дисциплин, предлагается алгоритм определения СОПД для формирования ПКС:

- ввод лимита на время и стоимость переподготовки специалиста;
- определение исходного уровня ПКС путем подачи стандартного набора контрольных заданий по каждой профильной дисциплине;
- при недостаточном исходном уровне ПКС определяется уровень теоретической подготовки специалиста по темам профильных дисциплин, формирующих данные компетенции;
- если теоретическая подготовка отвечает требуемому уровню, то определяется СОПД для формирования практических навыков специалиста в конкретных производственных условиях;
- если теоретическая подготовка не отвечает требуемому уровню, то специалисту представляются контрольные задания, позволяющие определить конкретные темы профильных дисциплин, по которым специалист имеет недостаточную подготовку с заданной доверительной вероятностью;
- лимит времени и стоимости переподготовки специалиста уменьшается на стоимость и время переподготовки по выбранной теме профильной дисциплины;
- определение СОПД, связанных с темами профильных дисциплин, повторяется до тех пор, пока не будет израсходован лимит на стоимость и время переподготовки специалиста.

Непосредственное применение метода доверительной оценки ПКС невозможно без установления закономерности влияния уровней усвоения профильных дисциплин на ПКС приводит к следующим причинам существующих недостатков:

- отсутствие модели доверительной оценки ПКС;
- отсутствие алгоритмов определения СОПД для формирования ПКС на основе их доверительной оценки;
- отсутствие алгоритмов формирования БД тестовых задания на основе доверительной оценки ПКС;

• отсутствие структуры АСУ внутрифирменной переподготовкой специалиста, включающей блоки доверительной оценки ПКС.

Проведенный анализ позволяет обоснованно выбрать метод доверительных границ для оценки ПКС и последующей алгоритмизации определения СОПД для переподготовки специалиста.

Литература

1. *Берестнева О.Г.* Системные исследования и информационные технологии оценки компетентности студентов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Томск, 2007. 42 с.

2. *Брандт З.* Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров. М: Мир, 2003. 688 с.

3. *Крехов Е.В.* Алгоритмическое обеспечение принятия решения по формированию профессиональных компетенций специалиста // Сборник статей «Проблемы обеспечения эффективности и устойчивости функционирования сложных технических систем». Серпухов, 2010. Ч.4. С. 126-130.

4. *Роберт И.В.* Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). 3-е изд. М.: ИИО РАО, 2010. 356 с.

5. *Свиридов А.П.* Основы статистической теории обучения и контроля знаний: метод. пособие. М.: Высшая школа, 1981. 262 с.

6. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования / составители *И.В. Роберт, Т.А. Лавина*. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 69 с.

METHODICAL APPARATUS OF CREATION OF THE SUBSYSTEM OF THE AUTOMATED CONFIDENTIAL ASSESSMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCES OF THE SPECIALIST

Pavlov Aleksandr Alekseevich,

*Doctor of Technics, Professor, Chief scientific researcher
of The Federal State Scientific Institution*

*«Institute of Informatization of Education» of Russian academy of education,
pavlov_iif@mail.ru*

Annotation

Article is devoted to an assessment of professional competences of the specialist based on control of level of mastering by the specialist of subjects of profile disciplines.

Keywords:

automated control system; database; professional competences of the specialist; contents and volume of profile disciplines

Literature

1. *Berestneva O.G.* Sistemny'e issledovaniya i informacionny'e tekhnologii ocenki kompetentnosti studentov: avtoref. dis. ... d-ra texn. nauk. Tomsk, 2007. 42 c.

2. *Brandt Z.* Analiz danny'x. Statisticheskie i vy'chislitel'ny'e metody dlya nauchny'x rabotnikov i inzhenerov. M: Mir, 2003. 688 s.

3. *Krexov E.V.* Algoritmicheskoe obespechenie prinyatiya resheniya po formirovaniyu professional'ny'x kompetencij specialista // Sbornik statej «Problemy' obespecheniya e'ffektivnosti i ustojchivosti funkcionirovaniya slozhny'x texnicheskix sistem». Serpuxov, 2010. Ch.4. S. 126-130.

4. *Robert I.V.* Teoriya i metodika informatizacii obrazovaniya (psixologo-pedagogicheskij i texnologicheskij aspekty'). 3-e izd. M.: IIO RAO, 2010. 356 s.

5. *Sviridov A.P.* Osnovy' statisticheskoy teorii obucheniya i kontrolya znaniy: metod. posobie. M.: Vy'sshaya shkola, 1981. 262 s.

6. Tolkovy'j slovar' terminov ponyatijnogo apparata informatizacii obrazovaniya / sostaviteli *I.V. Robert, T.A. Lavina*. M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2012. 69 s.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ WEB-СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ

Каменев Владимир Васильевич,

*кандидат технических наук, начальник отдела информационно-технических средств обучения Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета,
fasca22@gmail.com*

Полежаев Виктор Дмитриевич,

*доктор педагогических наук, ведущий научный сотрудник
Федерального государственного научного учреждения
«Институт информатизации образования» Российской академии образования,
polej@mail.ru*

Полежаева Людмила Николаевна,

*кандидат технических наук, доцент Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета,
lnpole@mail.ru*

Аннотация

В публикации рассматриваются проблемы применения информационных технологий в образовательном процессе технического вуза и, в частности, использование их возможностей в диагностической деятельности по контролю знаний обучающихся – апробация и внедрение автоматизированной web-системы тестирования студентов Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета.

Ключевые слова:

тестирование; валидность; надежность; результат испытания; обработка результатов; учебно-методический комплекс; автоматизация; информатизация образования; Интернет; система интернет-тестирования; информационные и коммуникационные технологии (ИКТ); информационное взаимодействие; информационно-коммуникационная среда; информационный ресурс.

Тестирование имеет богатый опыт применения в системе образования. Тем не менее, с развитием социально-экономических отношений, модернизацией системы образования исследования по данной проблеме получают мощный импульс. Сегодня наблюдается широкое проникновение педагогического тестирования во все сферы и уровни образования. Применение информационных технологий в процессе обучения обуславливает поиск их новых возможностей в диагностической деятельности [9]. Одним из важных направлений в этом аспекте является широкая апробация и внедрение систем компьютерного тестирования.

Тестирование используется в учебном процессе, выявляя предварительные, текущие и итоговые результаты обучения [1]. В отличие от других методов, педагогическое тестирование обладает своей, специфической процедурой. С его помощью можно объективно, причем количественно измерить имеющиеся у испытуемых свойства и потенциальные возможности (знания, умения и навыки, предпосылки к тем или иным видам деятельности, способности к успешному обучению в вузе и т.д.). При организации педагогического тестирования всем учащимся одновременно предъявляются одинаковые по количеству и сложности вопросы и задания.

Знания и умения учащихся проверяются по результатам выполнения определенного количества заданий в тесте. Преимуществом педагогического тестирования является быстрое подведение итогов испытания. С помощью заранее установленных правил подсчитываются тестовые баллы, вычисляются коэффициенты усвоения, затем они переводятся в оценочные баллы. Особое внимание уделяется обеспечению качества педагогического теста, среди которых можно выделить валидность и надежность.

Суть определения педагогического тестирования в качестве отдельных методов оценивания заключается в том, что в его основе лежит специально разработанная, прошедшая испытание, проанализированная статистическими методами система заданий, с помощью которой можно объективно и надежно оценить уровень подготовленности обучаемых. Для этой цели созданы специальные методы и средства, которые разными авторами названы тестами достижений, тестами учебной успешности и т.п., в большинстве случаев использующиеся как синонимы. Основной задачей таких тестов является диагностика и оценка результатов обучения по конкретной теме, по отдельным разделам предметов, по целому курсу. Они составляют большую часть педагогических тестов и широко используются в образовательном процессе. Эти тесты создаются на основе содержания учебных предметов, находят свое применение в организации предварительной, текущей, тематической, рубежной и итоговой диагностик.

Другая группа тестов, используемых в педагогической диагностике для изучения индивидуальных особенностей, это тесты обучаемости, тесты специальных способностей (склонности и

способности испытуемых к тем или иным видам деятельности, видам обучения). Их задачей является не проверка конкретных знаний, умений и навыков, хотя они могут быть разработаны в рамках учебного материала, а индивидуально-психологические особенности, качества обучаемых, способствующие успешному усвоению тех или иных предметов. Для овладения знаниями и умениями необходимы соответствующие способности, а само формирование способностей предполагает овладение соответствующими знаниями и умениями [5].

В оценке результатов обучения особое значение имеют тесты обучаемости. Они часто занимают промежуточное положение между тестами успешности и способностей. В процессе обучения, в рамках изучения определенного предмета, диагностируются те или иные склонности обучаемых, на основе которых преподаватель может предсказать возможные уровни достижений. Решая цели изучения способностей обучаемых в успешном овладении знаниями, умениями и навыками, тесты обучаемости тесно соприкасаются с тестами достижений. Во многих случаях, как отмечает А. Анастаси [2], они становятся их частью. А при завершении обучения, когда есть необходимость подводить итоги образовательного процесса, тесты обучаемости довольно часто становятся частью тестов способностей.

Реализация компетентностного подхода в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) предусматривает, с одной стороны, широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных технологий проведения занятий способствующих формированию профессиональных навыков обучающихся, а с другой – значительное увеличение объемов самостоятельной работы студентов.

В связи с требованиями новых ФГОС ВПО большое значение приобретает создание электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК), в состав которых должны войти тесты нового поколения (компетентностные тесты, тесты практических умений и навыков и др.), причем их использование не должно ограничиваться лишь контрольно-оценочной функцией [4]. Повышение обучающего потенциала тестовых технологий, создание специальных тематических и других обучающих тестовых систем благотворно скажется на более продуктивной организации самостоятельной работы обучающихся.

При создании ЭУМК логично использовать разнообразные системы дистанционного обучения, которые предоставляют возможность автоматизации и оптимизации различных процессов в обучении, включая и проведение педагогического контроля [8].

К основным направлениям разработки тестов нового поколения можно отнести:

- разработку тестов на основе теории педагогических измерений;
- стандартизацию и сертификацию тестов;
- создание банков тестовых заданий различного назначения, включая обучающие тесты;
- интеграцию тестовых и новых компетентностно-ориентированных педагогических технологий (кейс-стади, портфолио и др.);
- интеграцию тестовых технологий и ИКТ;
- создание тестов индивидуального назначения в рамках адаптационного тестирования

Таким образом, перед отечественным образованием жизнь ставит много новых нетрадиционных проблем, а успешно решать их можно лишь коллективными усилиями, опираясь на традиционные и инновационные технологии [6]. На сегодняшний день компьютерное тестирование обладает рядом преимуществ перед традиционным бланковым тестированием. Оно отличается высокой оперативностью, производительностью процесса тестирования и объективностью результатов контроля знаний. Преподаватель может оценить уровень знаний существенно большего числа студентов за меньшее время по сравнению с очным опросом, что позволяет проанализировать качество подготовки тестируемых по большому кругу различных тем предмета. При этом облегчается адаптация содержания и сложности тестовых вопросов уровню знаний обучаемых, более активно используются возможности самоконтроля обучающихся.

В отличие от бланковых систем тестирования, компьютерные тесты позволяют использовать сложные методы контроля оценки знаний учащихся, снизить финансовые и временные затраты на проведение тестирования, применить в тестах мультимедийные задания, а также повысить открытость процесса тестирования [7]. Но, наряду с достоинствами, у компьютерных тестов есть и свои недостатки: повышается вероятность случайного выбора ответа, понижаются требования к оформлению выполненного задания, иногда

теряются логика рассуждения и умения обосновывать ответ, у преподавателя отсутствует информация о процессе выполнения отдельных заданий учащимися. Эти проблемы надо учитывать при конструировании тестов.

Создание модели системы тестирования на базе web-технологий является крайне перспективной и актуальной научной задачей. Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ) активно занимается интеграцией тестовых технологий и ИКТ. В 2012 году отделом информационно-технических средств обучения (ИТСО) была разработана и запущена в эксплуатацию система компьютерного интернет-тестирования студентов SCIENTIA (адрес в Интернете – <http://scientia-test.ru/>).

SCIENTIA – это универсальный инструмент автоматизации процесса контроля знаний студентов, который можно использовать для решения широкого спектра задач:

- проверка и контроль знаний студентов университета при промежуточной рубежной аттестации;
- самоконтроль студентов (наличие «репетиционного» теста в системе позволяет студенту подготовиться к аттестации дистанционно);
- создание тестовых материалов преподавателями (как с использованием web-интерфейса, так и с внесением данных с использованием заданной формы);
- создание единой базы тестов по широкому спектру учебных предметов МАДИ;
- подготовка к аккредитации МАДИ в 2013 году.

Перед формированием модели web-сервиса тестирования был очерчен набор функций и требований к нему. Перечислим основные функции, требования, характеристики системы тестирования:

- основная функция – обеспечение эффективного тестирования знаний;
- точная и способная к адаптации оценка результатов тестирования;
- удобство и легкость создания и модификации тестов;
- универсальность учебных предметов, области знаний;
- возможность одновременного тестирования неограниченного количества пользователей;
- отсутствие жесткой привязки к конкретному аппаратному и программному обеспечению;

- легкая наращиваемость, масштабируемость системы;
- высокая информационная безопасность и защищенность;
- неограниченное количество тестов, тем, вопросов и вариантов ответов на них;
- контроль времени тестирования.

Система SCIENTIA, действующая на основе интернет-сайта для проведения тестирований (рис. 1), уже показала свою эффективность в ряде успешных испытаний в учебном процессе (в частности, на кафедрах «Дорожно-строительные материалы», «Техносферная безопасность» и др.), обеспечив:

- эффективную автоматизацию проведения и оценки результатов тестирования за счет широких функциональных возможностей;
- удобство работы благодаря современному пользовательскому интерфейсу;
- ликвидацию физических и временных затрат за счет автоматизированной обработки результатов;
- автономное создание тестов преподавателями и, при необходимости, автономную работу с программой студентами (при самоконтроле).

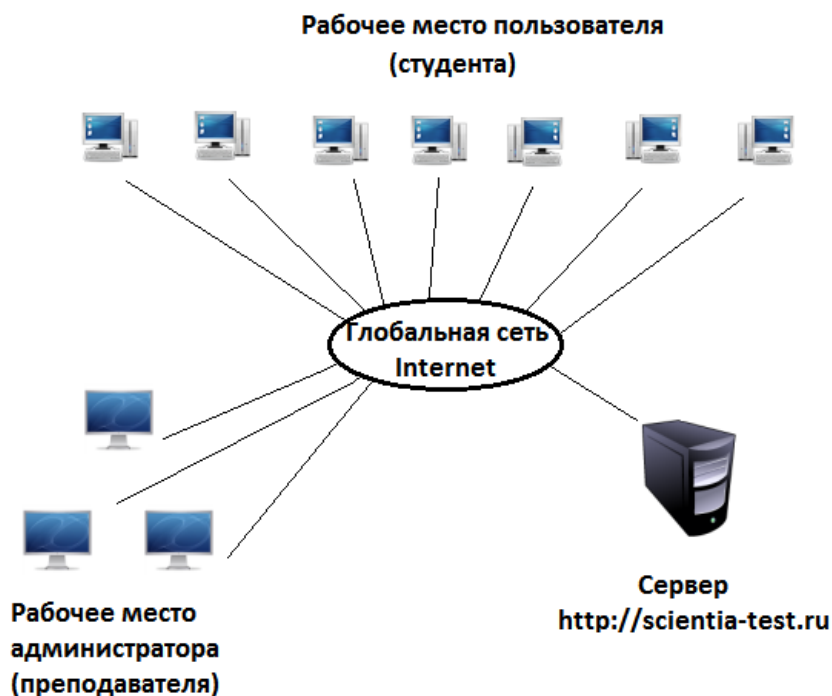


Рис. 1. Схема работы системы SCIENTIA

Доступ к данной программе может получить каждый преподаватель МАДИ. При этом после получения учетной записи он сможет:

- иметь доступ к базе тестовых данных;
- создавать и редактировать тесты;
- управлять условиями проведения тестирования;
- управлять базой данных студентов.

Студенты при работе с системой (рис. 2) имеют возможность:

- выбрать тест и пройти тестирование;
- ознакомиться с результатами своих тестирований;
- пройти репетиционный тест.

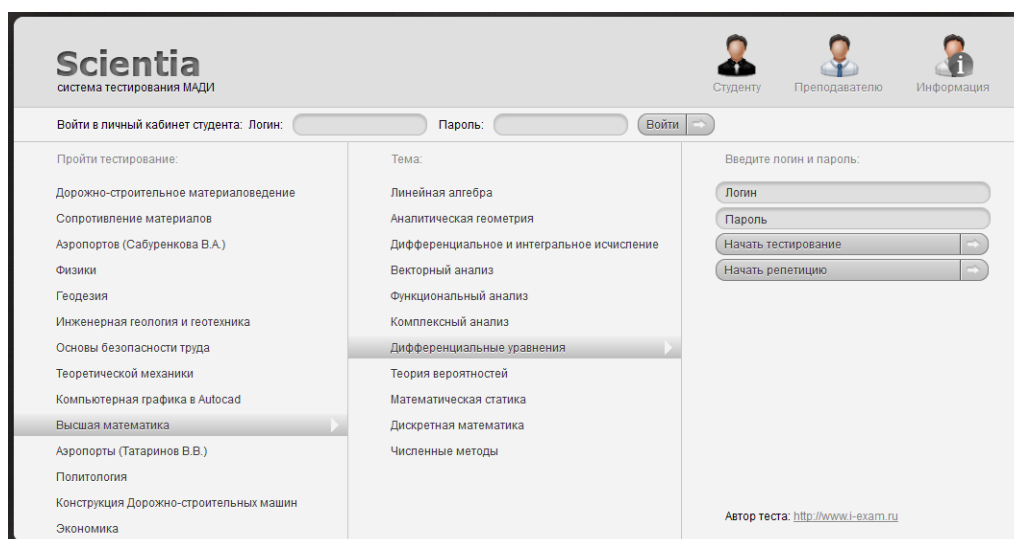


Рис. 2. Меню интерфейса для студента в системе SCIENTIA

Для проведения тестирования в данной системе не требуется установка никакого дополнительного программного обеспечения. Требуется лишь наличие подключения к сети интернет и браузера. Для работы программы подойдет любая операционная система, поддерживающая работу современных браузеров: Google Chrome, Opera и других. Рекомендованным браузером является Mozilla Firefox последней версии.

Отдел ИТСО, при разработке системы, позаботился о том, чтобы администраторам (преподавателям) было комфортно работать, поэтому все возможности администрирования системы предоставлены через современный пользовательский интерфейс единого web-приложения,

который включает в себя следующие разделы: Предметы, Тесты, Группы, Студенты, Тестирование, Преподаватели (рис. 3). Во многих других продуктах аналогичные возможности разбросаны по разным windows-интерфейсам, что создает определенные неудобства и вызывает необходимость установки дополнительных операционных систем или программ, а также частого переключения между этими программами [3].

При работе с системой SCIENTIA такой проблемы нет, в случае необходимости все функции web-интерфейса доступны из одного окна. С системой могут работать одновременно несколько администраторов (пользователей) благодаря мгновенной синхронизации данных. Если один администратор внесет какие-либо изменения в базу (например, создаст новый тест), то они сразу же отобразятся у других пользователей.

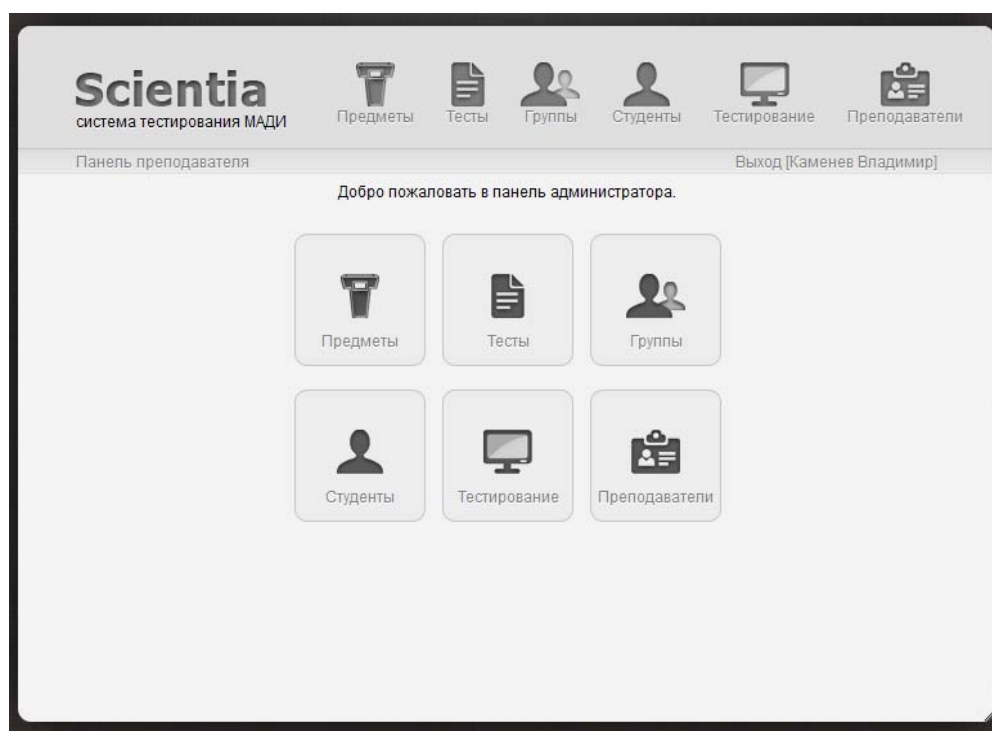


Рис. 3. Интерфейс системы SCIENTIA

Для работы с системой SCIENTIA не требуется установка специальной программы тестирования на каждый компьютер, как во многих других продуктах, а достаточно наличие одного из современных web-браузеров, как для прохождения тестов, так и для их создания. Информационная безопасность работы с системой

обеспечивается созданием учетных записей с ограниченным доступом и другими средствами защиты.

Система поддерживает несколько типов задания вопросов: выбор одного варианта ответа, выбор нескольких вариантов ответа, установка соответствия и расстановка в нужном порядке и т.д. При этом у каждого типа вопроса имеются свои индивидуальные настройки. При вводе материалов тестирования в систему преподаватель имеет возможность задать уровень сложности вопросов для адекватного оценивания ответов студентов. Создание тестов в системе SCIENTIA выполняется достаточно просто и быстро. В случае затруднений при работе с программой, не выходя из нее, можно обратиться к Инструкциям (справке) как для преподавателей, так и для студентов [10].

Конструктор тестов имеет встроенный текстовый редактор, который позволяет произвольным образом форматировать текст, осуществлять вставку графических объектов и таблиц, производить вставку данных различных форматов, например из документа OpenOffice. Кроме этого, вся система тестирования в целом поддерживает работу со стандартом кодирования символов Unicode.

Режим печати отчетов позволяет создавать документы с данными по нескольким результатам тестирования, например, можно распечатать результаты по какой-либо конкретной группе студентов для передачи их преподавателю. При необходимости, результаты тестирований можно разместить в сети Интернет, для этого в программу встроена возможность экспорта данных в формат html.

Тестирование носит критериально-ориентированный характер. Основная задача – это сравнение с требованиями ФГОС. В ходе работы был получен полнофункциональный web-сайт, полностью готовый к применению. Данный сайт, в первую очередь, рассчитан на использование студентами МАДИ.

Разработанная система удовлетворяет пока еще не всем требованиям, выдвинутым на этапе постановки задачи. В ходе работы был произведен анализ функционирования различных систем интернет-тестирования, рассмотрено множество их особенностей, достоинств и недостатков, которые были учтены при разработке данного программного продукта.

Отдел ИТСО МАДИ постоянно развивает, совершенствует и дополняет систему SCIENTIA, чтобы с ее помощью можно было эффективно определять соответствие требованиям ФГОС уровня

подготовленности студентов по предметам. Задача разработчиков – довести систему до такого состояния, чтобы она отвечала всем запросам пользователей и соответствовала степени развития информатизации образования.

Литература

1. *Аванесов В.С.* Форма тестовых заданий: учеб. пособие для учителей школ, лицеев, преподавателей вузов и колледжей. 2-е изд., перераб. и расширенное. М.: «Центр тестирования», 2005. 156 с.

2. *Анастаси А., Урбина С.* Психологическое тестирование. СПб.: Издательский дом «Литер», 2007. 688 с.

3. *Гагарина Л.Г., Кокорева Е.В., Виснадул Б.Д.* Технология разработки программного обеспечения: учеб. пособие. М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2008. 400 с.

4. *Ефремова Н.Ф.* Подходы к оцениванию компетенций в высшем образовании: учеб. пособие. М.: Исслед. центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. 214 с.

5. *Звонников В.И., Чельщикова М.Б.* Современные средства оценивания результатов обучения: учеб. пособие. 4-е изд., стер. М.: Академия, 2011. 222 с.

6. *Кадневский В.М.* Традиционные и инновационные средства оценивания и контроля в образовании: монография / *В.М. Кадневский, С.К. Калдыбаев, В.Д. Полежаев, М.В. Полежаева.* Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. 320 с.

7. *Полежаев В.Д., Полежаева М.В.* Применение информационных технологий для автоматизации обработки результатов тестирования // Материалы Международной научно-практической конференции «Информатизация образования–2011». Елец: ЕГУ им. И.А.Бунина, 2011. С. 244-247.

8. *Роберт И.В.* Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). 3-е изд. М.: ИИО РАО, 2010. 356 с.

9. *Роберт И.В.* Философско-методологические, социально-психологические и педагогико-технологические основания развития информатизации образования // Известия Российской академии образования. 2010. № 1. С. 16-30.

10. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования / составители *И.В. Роберт, Т.А. Лавина.* М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 69 с.

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES WHEN DEVELOPING WEB-SYSTEM OF TESTING OF STUDENTS

Kamenev Vladimir Vasil'evich,

*Candidate of Technics, the Head of Department of information technical means of training of The Moscow State Automobile and Road Technical University,
fasca22@gmail.com*

Polezhaev Viktor Dmitrievich,

*Doctor of Pedagogics, Leading scientific researcher
of The Federal State Scientific Institution
«Institute of Informatization of Education» of Russian academy of education,
polej@mail.ru*

Polezhaeva Lyudmila Nikolaevna,

*Candidate of Technics, Assistant professor
of The Moscow State Automobile and Road Technical University,
lnpole@mail.ru*

Annotation

In the publication the problems of application of information technologies in educational process of technical college and, in particular, use of their opportunities in diagnostic activities for control of knowledge being trained – approbation and introduction of the automated web system of testing of students of the of The Moscow State Automobile and Road Technical University are considered.

Keywords:

testing; validity; reliability; result of test; processing of results; educational and methodical complex; automation; education informatization; Internet; Internet testing system; information and communication technologies; information exchange; information and communication environment; information resource.

Literature

1. *Avanesov V.S.* Forma testovy'x zadaniy: ucheb. posobie dlya uchitelej shkol, liceev, prepodavatelej vuzov i kolledzhej. 2-e izd., pererab. i rasshirenoe. M.: «Centr testirovaniya», 2005. 156 s.

2. *Anastazi A., Urbina S.* Psixologicheskoe testirovanie. SPb.: Izdatel'skij dom «Liter», 2007. 688 s.
3. *Gagarina L.G., Kokoreva E.V., Visnadul B.D.* Texnologiya razrabotki programmogo obespecheniya: ucheb. posobie. M.: ID «FORUM»: INFRA-M, 2008. 400 s.
4. *Efremova N.F.* Podxody' k ocenivaniyu kompetencij v vy'sshem obrazovanii: ucheb. posobie. M.: Issled. centr problem kachestva podgotovki specialistov, 2010. 214 s.
5. *Zvonnikov V.I., Chely'shkova M.B.* Sovremenny'e sredstva ocenivaniya rezul'tatov obucheniya: ucheb. posobie. 4-e izd., ster. M.: Akademiya, 2011. 222 s.
6. *Kadnevskij V.M.* Tradicionny'e i innovacionny'e sredstva ocenivaniya i kontrolya v obrazovanii: monografiya / *V.M. Kadnevskij, S.K. Kaldy'baev, V.D. Polezhaev, M.V. Polezhaeva.* Omsk: Izd-vo OmGTU, 2012. 320 s.
7. *Polezhaev V.D., Polezhaeva M.V.* Primenenie informacionny'x texnologij dlya avtomatizacii obrabotki rezul'tatov testirovaniya // Materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Informatizaciya obrazovaniya–2011». Elec: EGU im. I.A.Bunina, 2011. S. 244-247.
8. *Robert I.V.* Teoriya i metodika informatizacii obrazovaniya (psixologo-pedagogicheskij i texnologicheskij aspekty'). 3-e izd. M.: IIO RAO, 2010. 356 s.
9. *Robert I.V.* Filosofsko-metodologicheskie, social'no-psixologicheskie i pedagogiko-texnologicheskie osnovaniya razvitiya informatizacii obrazovaniya // Izvestiya Rossijskoj akademii obrazovaniya. 2010. № 1. S. 16-30.
10. Tolkovy'j slovar' terminov ponyatijnogo apparata informatizacii obrazovaniya / sostaviteli *I.V. Robert, T.A. Lavina.* M.: BINOM. Laboratoriya znanij, 2012. 69 s.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ НА БАЗЕ ИКТ

МЕТОД И АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ АДЕКВАТНОСТИ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ

Надеждин Евгений Николаевич,

*доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией
проектирования автоматизированных систем
научно-педагогических исследований в области образования
Федерального государственного научного учреждения
«Институт информатизации образования» Российской академии образования,
en-hope@yandex.ru*

Смирнова Елена Евгеньевна,

*кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник
Федерального государственного научного учреждения
«Институт информатизации образования» Российской академии образования,
eesmirn@yandex.ru*

Аннотация

Рассмотрена проблема оценки адекватности математических моделей в задачах проектирования распределенных информационных систем. Сформулированы основные требования к методике оценки адекватности сетевых моделей информационно-вычислительного процесса с учетом специфики задач логического проектирования автоматизированных систем организационного управления вузом. Рассмотрены базовые алгоритмы определения условий выполнения Парето-оптимальности при выборе и настройке операционной модели исследуемого объекта в классе модифицированных временных сетей Петри.

Ключевые слова:

распределенный информационно-вычислительный процесс; сетевая модель; адекватность модели; алгоритмы оценки адекватности моделей; условия Парето-оптимальности модели.

Одним из ключевых направлений информатизации образования является автоматизация процессов управления деятельностью образовательного учреждения (ОУ) [7]. Архитектура и состав базовых компонентов (подсистем) автоматизированной системы управления (АСУ) определяются спецификой образовательной деятельности,

производственной необходимостью и экономической целесообразностью локальной и комплексной автоматизации процессов управления. Компоненты АСУ должны быть совместимы, сохранять функциональную автономию, обеспечивать локальный эффект и возможность получения существенного общесистемного эффекта при взаимодействии. Согласованная разработка различных компонентов и поэтапный ввод их в действие обеспечиваются на основе реализации нормативных требований по *информационной, программной и технической* совместимости.

К характерным особенностям АСУ с распределенной (сетевой) инфраструктурой можно отнести следующие положения:

1. *Наличие большого числа* взаимосвязанных между собой *систем* (подсистем) различного функционального назначения. Декомпозиция сложной системы осуществляется, преимущественно, на основе эвристических методов, а ее корректная формализация затруднительна.

2. *Многомерность* системы, которая обусловлена наличием большого числа связей между подсистемами.

3. *Многокритериальность*, которая обусловлена разнообразием целей отдельных подсистем, а также разнообразием требований, предъявляемых к конкретной системе со стороны других систем.

4. *Полирежимность*, которая обусловлена разнообразием структур подсистем и выполняемых ими функций, а также разнообразием вариантов объединения подсистем в единую систему.

5. *Разнотемповый* характер процессов, протекающих в подсистемах и контурах интегрированной системы управления.

При проектировании АСУ на передний план выдвигаются вопросы, связанные с обоснованием архитектуры, определяющих характеристик и рациональной организацией информационно-вычислительного процесса (ИВП) в контурах системы с учетом интеллектуальных, материальных, временных и других затрат на проектирование, использование и модернизацию.

Сложность формального описания ИВП в АСУ ОУ в значительной степени обусловлена иерархичностью управления, распределенностью информационных ресурсов, многофункциональностью и гетерогенностью составляющих автоматизированных информационных систем (АИС).

С точки зрения формализованного решения задач анализа и синтеза практический интерес представляют процессуальное и информационное описание сетевой инфраструктуры АИС. При процессуальном представлении сложной системы уделяется основное внимание отображению совокупности процессов, характеризуемой

последовательностью состояний во времени. Информационное описание преимущественно характеризует информационные процессы, протекающие в контурах АСУ.

Одним из важнейших требований, реализуемым на этапе проектирования и модернизации АСУ деятельностью образовательных учреждений, является *адекватность* формального представления информационно-вычислительного процесса.

Адекватность (от лат. *adaequatus* – *приравненный*) следует рассматривать как сложное многоаспектное понятие, которое включает:

- степень соответствия модели целям исследования (*адекватность по целям*);
- учет всех необходимых для проведения исследований переменных и связей между ними (*адекватность по полноте*);
- ограниченное количество информации, используемой в качестве исходных данных, при этом эта информация может быть получена с достаточной точностью (*адекватность по исходным данным*);
- использование таких переменных управления и таких диапазонов их изменения, при которых исследователь может эффективно управлять ходом эксперимента (*адекватность по управлению*);
- адекватность по точности и времени решения;
- адекватность по возможностям адаптации.

В общем случае под *адекватностью* понимают степень соответствия математической модели тому реальному явлению или объекту, для описания которого она строится [5]. Вместе с тем, создаваемая модель ориентирована, как правило, на исследование вполне определенного подмножества свойств этого объекта-прототипа. Адекватность модели традиционно определяют на основе количественной оценки соответствия ее свойств (характеристик, режимов работы, показателей) реальной системе (или объекту) [2; 8]. Содержание понятия адекватности модели существенно зависит от характера предметной области и степени изученности реальной системы. В зависимости от того, какие сведения преобладают в описании исследуемой системы, различают модели функционирующих и проектируемых систем.

В первом случае структура проектируемой системы обычно мало изучена и считается незаданной или частично заданной. В интересах анализа адекватности вводится допущение, что поведение системы при

заданных внешних воздействиях доступно для экспериментального исследования и результаты функционирования системы могут быть оценены через показатели.

Во *втором случае* считаются заданными архитектура и данные о функционировании ее отдельных элементов, однако информация о функционировании системы в целом отсутствует. В последующем будем рассматривать этот случай задачи проектирования.

Предположим, задана модель объекта – автоматизированной информационной системы, которая используется для определения оптимального набора параметров управления этим объектом. Предположим, что выходом объекта является скаляр y , который связан с входными воздействиями, вектором $Z = (z_1, \dots, z_r)$, и возмущающими воздействиями $F = (f_1, \dots, f_r)$ соотношением $y = g(Z, F)$, где $g(\cdot)$ – функция, определяемая структурой объекта, проектными параметрами и, как правило, априорно не известная вследствие сложности и малой изученности протекающих в объекте процессов.

Пусть модель представляет собой аппроксимацию истинной зависимости «вход-выход» по результатам наблюдений выхода y_i , ($i = 1, \dots, N$) объекта от входных воздействий z_i , полученных в ходе эксплуатации объекта: $\tilde{y} = \varphi(Z, x)$, где φ – заданный вид функции; $x = (x_1, \dots, x_n)$ – неизвестные параметры модели.

Отличие математической модели от описания реального объекта количественно можно охарактеризовать показателем, выраженным через сумму квадратов отклонений

$$R(g, \varphi, x) = \sum_{i=1}^N [y_i - \varphi(z_i, x)]^2 .$$

Построение математической модели (оператора) $\varphi(\cdot)$, наилучшим образом согласованной с полным описанием $y = g(Z, F)$ реального объекта и обеспечивающей минимум показателя $R(g, \varphi, x)$, в классическом варианте сводится к решению математической задачи оценки вектора параметров $\hat{x} = x^*$ методом наименьших квадратов [9]. При этом можно считать, что модель $\tilde{y} = \varphi(Z, x)$ с набором параметров $x^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$ будет *адекватной* в рамках принятых дисциплинирующих условий.

Отметим, что здесь в качестве базы для нахождения различий используются результаты натуральных испытаний реального объекта. Это характерно для режимов подконтрольной эксплуатации функционирующих, т.е. существующих, АИС, в ходе которой формируется моделирующая структура (модель), которая и согласуется с наблюдаемым поведением системы. Поэтому проверка адекватности модели реальному объекту осуществляется путем обоснованного введения значения допустимого отклонения $R_{доп}$ и сравнением вычисленного значения рассогласования $R(g, \varphi, x)$ с этим допустимым значением. При этом отклонение $R_{доп}$ можно интерпретировать как показатель, количественно характеризующий размеры области допуска.

В настоящей статье ограничимся случаем, когда физический прототип исследуемого объекта (АИС) существует и доступен для эксперимента. В инженерной практике выделяют *следующие критерии* адекватности модели исследуемому объекту:

а) **внутренняя достоверность модели**, которая состоит в проверке дисперсии откликов модели с учетом стохастичности генераторов случайных чисел;

б) **внешняя достоверность** – чаще всего представляет собой субъективное мнение исследователя или заказчика о близости модели либо прототипу, либо замыслу проектировщика;

в) **достоверность параметров и переменных** – выражается в проверке чувствительности выхода к изменению входа;

г) **достоверность событий** в модели и реальной системе – например, интервалы обслуживания заданий в системе обработки данных;

д) **достоверность гипотезы** – сводится к исследованию связей между элементами информационной системы и сравнению поведения отдельных ее компонентов с параметрами функционирования прототипов этих компонентов.

Информационно-вычислительный процесс в современных АСУ ОУ в силу своей специфики не может быть формально представлен в виде традиционных моделей типа «вход-выход». Как правило, для анализа процессов сбора и обработки информации в АИС привлекают комплекс математических моделей, в котором ведущую роль играют сетевые модели [4; 7]. Последние дают результат моделирования ИВП в виде совокупности показателей, зависящих от состава и содержания прикладных задач и привлекаемых для их реализации информационных и вычислительных ресурсов. В силу этого возникает **проблема**

$P=(P_1, P_2)$ разработки и обеспечения (на этапе проектирования) адекватности математических моделей.

Подпроблема P_1 разработки адекватной модели АСУ состоит в сложности построения корректного математического описания в рамках существующих математических схем. Основные трудности здесь обусловлены необходимостью идентификации выделенных характеристик АСУ и ее подсистем, взаимосвязей с внешней средой при компромиссном удовлетворении требований к сложности формализации, качеству отображения реальных характеристик и удобству интерпретации результатов моделирования. Решение проблемы адекватности усложняется из-за отсутствия полной и достоверной информации о функционировании прототипа АСУ на этапе ее проектирования. Решение может заключаться в выборе гибкой математической схемы для формального описания АСУ, допускающих несколько уровней представления протекающих процессов через построение унифицированной модели в дискретной настройкой или посредством применения комплекса частных моделей.

Подпроблема P_2 обеспечения адекватности модели АСУ состоит в практической невозможности в рамках одной математической модели формально отобразить основные режимы функционирования АСУ. Данная ситуация, в значительной мере обусловленная непрерывным развитием всех компонентов АИС, приводит к необходимости непрерывной адаптации и настройки разработанных моделей по мере получения новых данных о функционировании реальной системы.

В инженерной практике выделяют несколько подходов к созданию математических моделей АСУ.

1. Построение универсальных имитационных моделей для основных групп задач исследования (*анализ, синтез, логическое и физическое проектирование, исследование эффективности в условиях информационного противодействия*).

2. Разработка группы частных моделей, логически и информационно связанных между собой общим замыслом и отражающих отдельные свойства АСУ. Возможно также применение и аналитических моделей.

3. Разработка локальных моделей базовых компонентов АСУ. Результаты моделирования рассматриваются совместно в рамках аналитической модели. Возможно использование полунатурного моделирования.

4. Применение аналитических аппроксимирующих моделей для оценки потенциальных характеристик АСУ или проверки отдельных результатов использования имитационных моделей.

Выделим основные этапы разработки моделей [6,8]:

1. Изучение объекта исследования и предметной области. Декомпозиция объекта и предметной области.

2. Постановка задачи исследования, включая обоснование системы ограничений и допущений.

3. Построение содержательного описания АСУ с выявлением доминирующих причинно-следственных связей.

4. Выбор математической схемы с учетом особенностей конкретных задач исследования (задачи синтеза, задачи оценки эффективности, задачи синтеза и др.) и имеющейся априорной информации.

5. Обоснование исходных данных. Определение источников дополнительной информации об объекте-оригинале и оценка их достоверности.

6. Выбор методики оценки адекватности математической модели (в том числе критериев оценки адекватности).

7. Формализация модели с учетом специфики объекта и возможной корректировки (настройки) вариативных компонентов модели.

8. Отладка модели на основе решения тестовых и контрольных задач.

9. Решение исходной задачи на основе принятой математической модели.

10. Количественная оценка результатов моделирования, вычисление критериев оценки адекватности.

Выделим общие требования к методике оценки адекватности сетевых моделей АИС:

- унификация в рамках базовой математической схемы;
- возможность установления однозначных связей с классическими критериями проверки статистических гипотез;
- наличие встроенных механизмов учета мнения эксперта;
- итерационный характер процедур расчета адекватности;
- инвариантность вычислительной схемы относительно условий функционирования объекта-прототипа;
- универсальность, в смысле использования как в задачах количественной оценки адекватности, так и в задачах настройки (вариативных компонентов) математической модели.

Традиционно на различных стадиях проектирования АСУ для формального подтверждения (или обоснования) адекватности модели используют критерии математической статистики (Фишера, Стьюдента и др.) [1; 9]. Суть известных методов оценки значимости модели заключается в проверке выдвинутой гипотезы (в данном случае - об адекватности модели) на основе сравнения рассчитанных значений статистических критериев с табличными значениями. Однако, при проверке гипотез необходимо иметь в виду, что статистические критерии в принципе не могут доказать ни одной гипотезы - они могут лишь указать на отсутствие опровержения. Каким же образом можно оценить адекватность разработанной модели реально существующей системе? Представленные в специальной литературе методики оценки основаны на сравнении измерений y^* на реальной системе и результатов экспериментов \tilde{y} на модели. Наиболее распространенные способы оценки в качестве меры используют следующие показатели [3]:

1. Средние относительные отклонения откликов модели и системы:

$$S_1 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \left| \frac{(\tilde{y}_i - y_i^*)^2}{y_i^*} \right|.$$

2. Максимальная относительная ошибка (отклонение)

$$S_2 = \max \sum_{i=1}^N \left| \frac{(\tilde{y}_i - y_i^*)^2}{y_i^*} \right|.$$

3. Средняя квадратичная ошибка

$$S_3 = \frac{1}{N} \cdot \left[\sum_{i=1}^N \left[\frac{(\tilde{y}_i - y_i^*)}{y_i^*} \right]^2 \right]^{0,5}.$$

4. Дисперсии отклонений откликов модели от среднего значения откликов системы:

$$S_4 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (\tilde{y}_i - \overline{y_i^*})^2.$$

Указанные способы оценки достаточно близки между собой, по сути, поэтому ограничимся рассмотрением способа, основанного на вычислении критерия Фишера с учетом коэффициента детерминации [9].

В результате N_0 опытов на реальной системе получают множество значений (выборку) y^* . Выполнив N_M экспериментов на модели, также получают множество значений наблюдаемой переменной \tilde{y} . Затем вычисляются оценки математического ожидания и дисперсии откликов модели и реальной системы, коэффициент детерминации, после чего (для принятого уровня значимости $\alpha = 0,05$) выдвигается нулевая гипотеза H_0 о незначимости принятой математической модели. Основой для проверки гипотезы может служить F-статистика (критерий Фишера) F_m [1]. Ее значение, вычисленное по результатам испытаний, сравнивается с критическим значением $F_{кр}$, взятым из статистической таблицы [9]. Если выполняется неравенство $F_m > F_{кр}$, то нулевая гипотеза H_0 отклоняется, и используемая модель считается значимой (адекватной).

В качестве методической платформы для построения модели распределенного ИВП выберем модифицированную временную сеть (МВС) Петри, которую определим как набор вида [6]:

$$N = \langle P, T, F, M_0, E, Q, R \rangle .$$

Здесь $\langle P, T, F, M_0 \rangle$ – базовая временная сеть Петри, где P – непустое множество элементов сети - позиций; T – непустое множество элементов сети – переходов; $F : P \times T \cup T \times P$ – отношение инцидентности; $M_0 : P \rightarrow \{0,1,2,\dots\}$ – начальная разметка сети; $E : F \rightarrow \{0,1\}$ – функция, задающая всех дуг сети, причем вес дуги определяет ее тип; Q – множество описаний позиций сети;

Операционная модель в терминах МВС Петри, позволяет на основе анализа изменения маркировки вычислить группу системных показателей АСУ, в частности: информационную производительность, среднее время обработки одного запроса, вероятность безотказной работы, среднее количество одновременно решаемых задач и др. Эти данные могут быть интерпретированы в качестве частных показателей при оценке адекватности сетевой модели реальному ИВП.

Пусть в задаче моделирования и анализа ИВП выделена группа частных показателей эффективности W_1, W_2, \dots, W_p . Допустим также, что этих показателей всегда несколько и ни одному из них нельзя

отдать предпочтение. Такие задачи в системном анализе получили название многоцелевых, а поиск их решений называется **векторной оптимизацией** [3]. С учетом этого комплексная задача оценки адекватности и последующей настройки математической модели может быть интерпретирована как задача векторной оптимизации.

Математически **задача векторной оптимизации** может быть сформулирована следующим образом.

Пусть имеется p критериальных функций $W_1 = \varphi_1(x_1, \dots, x_n)$, $W_2 = \varphi_2(x_1, \dots, x_n)$, ..., $W_p = \varphi_p(x_1, \dots, x_n)$, связывающих частные показатели эффекта W_i , $i = \overline{1, p}$, с изменяемыми параметрами модели $x = (x_1, \dots, x_n)$, определенными на множестве D_x . Полагается также, что целевые функции АСУ достигаются при стремлении к увеличению всех компонентов W_1, W_2, \dots, W_p вектора эффективности $W = (W_1, \dots, W_p)$. Если же среди компонентов вектора показателей W оказываются такие W_i , которые требуется уменьшить, то путем замены этих параметров на обратные (или умножением их на «-1») цель задачи минимизации сводится к указанной выше.

Компоненты вектора показателей эффективности $W = (W_1, \dots, W_p)$ формально можно рассматривать как координаты некоторой точки C в многомерном пространстве. Сама точка C будет соответствовать конкретному проектному решению (варианту) модели АСУ.

Одним из фундаментальных понятий современной теории принятия решений при наличии векторного критерия является **оптимальность** решения **по Парето** [3]. Известное понятие представляет собой обобщение понятия точки максимума критериальной функции на случай нескольких целевых функций. Решение считают Парето-оптимальным, если значение любого частного критерия можно улучшить лишь за счет ухудшения значений некоторых других критериев.

Определение. Точка $x^0 \in D_x$ называется эффективной или оптимальной по Парето точкой, если не существует другой точки $x^* \in D_x$, для которой выполняются неравенства

$$W_i(x^*) \geq W_i(x^0), \quad i = 1, \dots, p, \quad (1)$$

причем хотя бы одно неравенство строгое. Выделение множества Парето позволяет избежать принятия невыгодных решений, когда

улучшение части критериев производится за счет ухудшения других частных критериев. Решением задачи векторной оптимизации является нахождение всех эффективных точек области D_x . Эффективные точки часто называются доминирующими, а множество всех эффективных точек $D^3 \subset D_x$ – областью доминирующих решений.

В пространстве параметров эффективности множество точек, соответствующих области Парето, образует область W_3 , которая называется оптимальной поверхностью, областью компромиссов или характеристикой возможностей, поскольку она отражает наилучшие сочетания параметров эффективности, которые можно обеспечить выбором того или иного варианта решения. Область Парето характеризуется важным свойством: *на ней ни одно решение не может быть улучшено по одному из показателей без ущерба для другого*. Выделение доминирующих решений значительно сокращает перечень возможных решений и тем самым облегчает выбор единственного решения, который проводится неформальными методами с привлечением задач верхнего иерархического уровня. Существуют предложения по формализации такого выбора путем введения некоторой аксиоматики компромисса, определяемой той ситуацией принятия решения, в которой находится лицо, принимающее решение.

Отметим, что в принципе выделения множества Парето отсутствуют элементы субъективизма и произвола. Вместе с тем множество Парето является областью определения любого разумного скалярного показателя. Множество Парето и множество компромиссов могут быть использованы при оценке качества рабочей модели ИВП и включаться в процедуру ее оптимизации.

Рассмотрим вычислительные схемы преобразования векторного показателя применительно к задаче оптимизации параметров изменяемых компонентов рабочей модели.

1. Алгоритм выделения главного показателя (метод рабочих характеристик)

Алгоритм состоит в том, что ищут оптимум одного из показателей эффективности, например W_1 , при всех остальных показателях переведенных в разряд ограничений типа равенств. Другими словами, решается задача нахождения $W_1^* = \max_{x \in D} W_1(x)$ при $W_k(x) = W_k^0 \quad \forall k \neq 1$. Найденное максимальное значение W_1^* будет очевидно зависеть от

фиксированных значений $W_2^0, W_3^0, \dots, W_p^0$. Эта зависимость назовем рабочей поверхностью: $W_1^* = S_p(W_2^0, W_3^0, \dots, W_p^0)$.

Для нахождения рабочей поверхности определение величины W_1^* производится многократно для всех полезных комбинаций показателей $W_2^0, W_3^0, \dots, W_p^0$. Рабочая поверхность, рассматриваемая как функция одного из своих фиксированных аргументов при фиксированных значениях других аргументов, называется *рабочей характеристикой*. Таким путем получают $(p-1)$ характеристику. Доказано, что рабочая поверхность содержит все точки, принадлежащие оптимальной поверхности, но может кроме этого содержать и ряд других точек, которые должны быть отсеяны из дальнейшего рассмотрения.

Необходимым и достаточным условием совпадения рабочей поверхности и оптимальной является строгая монотонность рабочей поверхности, т.е. монотонно убывающий характер всех соответствующих ей рабочих характеристик. Поэтому после определения рабочих характеристик необходимо исключить из них все возрастающие участки. Основная сложность рассмотренной схемы векторной оптимизации состоит в том, что оптимизацию приходится проводить с учетом не только исходных ограничений, но и дополнительных $(p-1)$ ограничений и для различных сочетаний зафиксированных значений показателей.

2. Алгоритм расчета взвешенной суммы частных показателей

Алгоритм состоит в определении максимума взвешенной суммы $W_B = W_1 + \beta_1 \cdot W_2 + \beta_2 \cdot W_3 + \dots + \beta_{p-1} \cdot W_p$ для различных значений положительных весовых коэффициентов $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{p-1}$, где $0 \leq \beta_i < 1$, $i = 1, 2, \dots, p-1$.

Величина $W_B^* = \max_{x \in D_x} [W_1 + \beta_1 \cdot W_2 + \dots + \beta_{p-1} \cdot W_p]$ и соответствующие ей значения показателей $W_{1B}, W_{2B}, \dots, W_{pB}$ зависят от значений выбранных весов $\beta_1, \dots, \beta_{p-1}$, т. е. $W_{iB} = \varphi_{iB}(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{p-1})$, $\forall i = 1, 2, \dots, p$. Данные соотношения можно рассматривать как параметрическую запись функции $W_{1B} = \varphi_B(W_{2B}, W_{3B}, \dots, W_{pB})$, которую называют *весовой поверхностью*. Весовая поверхность содержит только эффективные точки, но не все возможные эффективные точки в общем случае принадлежат весовой поверхности. Если весовая поверхность

оказывается определенной во всей интересующей нас значений показателей W_1, W_2, \dots, W_p , то она в этой области совпадает с искомой областью компромиссов.

Рассмотренные вычислительные схемы являются общими в том смысле, что они применимы при любом виде функций $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ и произвольной области D_x их определения. Однако трудоемкость этих методов весьма высока, в силу того, что приходится многократно решать оптимизационную задачу.

Объем вычислительных работ при проведении векторной оптимизации резко снижается в случае дискретного множества D_x (с большим шагом дискретизации) или при специальном виде функций $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ и ограничений (в частности, при линейных функциях и ограничениях).

3. Алгоритм функциональной аппроксимации

Рассмотрим задачу векторной оптимизации в случае, когда частные показатели эффективности являются линейными функциями на множестве D_x ,

$$W_i = b_{i0} + \sum_{j=1}^n b_{ij} \cdot x_j, \quad \forall i = 1, 2, \dots, p, \quad (2)$$

а множество D_x , в свою очередь, является выпуклым многогранником, т.е. определяется линейными ограничениями

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j + c_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, l; \quad x_j \geq 0; \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Эффективные точки в этом случае лежат на границе многогранника ограничений, что существенно облегчает их нахождение. При этом достаточно найти опорные точки, т.е. точки, лежащие в вершинах многогранника ограничений, а затем из этих точек выделить эффективные. Остальные эффективные точки, принадлежащие области Парето, являются линейными комбинациями полученных эффективных опорных точек.

Образ выпуклого многогранника ограничений D_x в пространстве параметров эффективности π при линейном отображении (2) является также выпуклым многогранником. Оптимальная поверхность в этом случае представляет собой ту часть границы этого многогранника, которая содержит эффективные опорные точки. Опорная точка будет

эффективной, если, во-первых, среди всех остальных опорных точек нет лучшей точки, т.е. такой, у которой все показатели эффективности не хуже и хотя бы один лучше, и, во-вторых, эффективная точка в пространстве π должна лежать на границе выпуклого многогранника S , т.е. не должна быть внутренней точкой этого многогранника.

Таким образом, процедура отсеивания неэффективных опорных точек разбивается на два этапа. Сначала отсеиваются те опорные точки, для которых из числа других опорных точек будут определены лучшие. Среди оставшихся опорных точек не все являются эффективными, так как некоторые из них могут оказаться внутренними. Для них найдутся лучшие точки из числа точек, принадлежащих границе выпуклого многогранника и являющихся некоторой линейной комбинацией оставшихся опорных точек. Поэтому на втором этапе отсеиваются внутренние опорные точки; оставшиеся опорные точки являются эффективными.

Опорные точки находят, например, при помощи симплекс-метода. Процедура отсеивания из всего найденного множества опорных точек неэффективных опорных точек может быть организована методом векторной оптимизации на дискретном множестве, который был рассмотрен выше. На следующем этапе из оставшихся опорных точек выявляют внутренние точки. Пусть число оставшихся опорных точек равно h . Для того чтобы определить, является ли i -я опорная точка внутренней, необходимо найти

$$v = \max_{\{\alpha_k\}} \min_j \left[\frac{\sum_{k=1}^h \alpha_k \cdot W_j^{(k)}}{W_j^{(i)}} \right] \quad \text{при} \quad \sum_{k=1}^h \alpha_k = 1, \quad (4)$$

где $W_j^{(i)} = b_{j0} + \sum_{s=1}^n b_{js} \cdot x_s^{(i)}$ – значение j -го параметра эффективности в i -й опорной точке. Если $v > 1$, то в пространстве π нашлась такая граничная точка (линейная комбинация опорных точек $\sum_{k=1}^h \alpha_k \cdot W^{(k)}$, которая по всем координатам ($j = 1, 2, \dots, p$) превосходит исследуемую i -ю опорную точку $W^{(i)} = (W_1^{(i)}, W_2^{(i)}, \dots, W_p^{(i)})$. В противном случае опорная точка в пространстве показателей эффективности лежит на границе выпуклого многогранника и является эффективной.

Таким образом, для определения адекватности сетевой модели ИВП по нескольким частным показателям предложено в качестве области допуска рассматривать как область компромиссов (по Парето). Тогда, добившись попадания в эту область выбранного критерия за счет настройки изменяемых параметров модели, можно обеспечить поддержание адекватности модели на различных этапах исследования.

Изложенный выше методический подход к решению проблемы оценки адекватности математических моделей ИВП предполагает постановку и численное решение задачи дискретной оптимизации векторного критерия. В качестве методов решения задачи на практике могут быть использованы хорошо зарекомендовавшие себя метод дискретного случайного поиска и метод вектора спада.

Литература

1. *Андронов А.М., Копытов Е.А., Гринглаз Л.Я.* Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов. СПб.: Питер, 2004. 461 с.
2. *Бутко Г.И.* Оценка характеристик систем управления летательными аппаратами. М.: Машиностроение, 1983. 272 с.
3. *Волкова В.Н., Денисов А.А.* Основы теории систем и системного анализа. учебник. Изд. 2-е. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 512 с.
4. *Мамиконов А.Г.* Оптимизация структур распределенных баз данных в АСУ / *А.Г. Мамиконов, В.В. Кульба, С.А. Косяченко, И.А. Ужастов.* М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. 240 с.
5. Математическое моделирование систем связи: учебное пособие / *К.К. Васильев, М. Н. Служивый.* Ульяновск: УлГТУ, 2008. 170 с.
6. *Надеждин Е.Н., Смирнова Е.Е.* Метод моделирования систем организационного управления на основе модифицированной временной сети Петри // Ученые записки ИИО РАО. 2010. Вып. 33. С. 207-220.
7. *Надеждин Е.Н.* Методические подходы к решению задач проектирования автоматизированной системы управления образовательным учреждением // Педагогическая информатика. 2011. №5. С. 51-64.
8. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем. М.: Высшая школа, 2009. 343 с.
9. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / *В.С. Мхитарян, Е.В. Астафьева, Ю.Н. Миронкина, Л.И. Трошин;* под ред. В.С. Мхитаряна. М.: Московская финансово-промышленная академия, 2011. 328 с.

METHOD AND ALGORITHMS OF THE RATING ADEQUACY OF THE NETWORK MODELS OF THE DISTRIBUTED INFORMATION PROCESS IN THE AUTOMATED MANAGEMENT SYSTEM OF THE HIGH SCHOOL

Nadezhdin Evgenij Nikolaevich,

*Doctor of Technics, Professor, the Head of The Laboratory of designing
of the automated systems of scientific and pedagogical researches
in the sphere of education of The Federal State Scientific Institution
«Institute of Informatization of Education» of Russian academy of education,
en-hope@yandex.ru*

Smirnova Elena Evgen'evna,

*Candidate of Pedagogy, Senior scientific researcher
of The Federal State Scientific Institution
«Institute of Informatization of Education» of Russian academy of education,
eesmirn@yandex.ru*

Annotation

The work considers the problem of the adequacy rating of the mathematical models in the problems of designing of the distributed information systems. The basic requirements to the technique of the adequacy rating of the network models of information process are formulated in view of the specificity of the problems of logic design of the Automated Control System of organizational management for the high school. The base algorithms of the definition of conditions of performance of the Pareto-optimality are considered at the choice and adjustment of the operational model of researched object in the class of expanded time Petri networks.

Keywords:

distributed information process, network model, model adequacy, algorithms of the adequacy rating of models, conditions of the Pareto-optimality of the model.

Literature

1. *Andronov A.M., Kopy'tov E.A., Gringlaz L.Ya.* Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: uchebnik dlya vuzov. SPb.: Piter, 2004. 461 s.
2. *Butko G.I.* Ocenka xarakteristik sistem upravleniya letatel'ny'mi apparatami. M.: Mashinostroenie, 1983. 272 s.

3. *Volkova V.N., Denisov A.A.* Osnovy' teorii sistem i sistemnogo analiza. uchebnyk. Izd. 2-e. SPb.: Izd-vo SPbGTU, 2001. 512 s.
4. *Mamikonov A.G.* Optimizaciya struktur raspredelenny'x baz danny'x v ASU / *A.G. Mamikonov, V.V. Kul'ba, S.A. Kosyachenko, I.A. Uzhastov.* M.: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1990. 240 s.
5. Matematicheskoe modelirovanie sistem svyazi: uchebnoe posobie / *K.K. Vasil'ev, M. N. Sluzhivy'j.* Ul'yanovsk: UIGTU, 2008. 170 s.
6. *Nadezhdin E.N., Smirnova E.E.* Metod modelirovaniya sistem organizacionnogo upravleniya na osnove modificirovannoj vremennoj seti Petri // *Ucheny'e zapiski IIO RAO.* 2010. Vy'p. 33. S. 207-220.
7. *Nadezhdin E.N.* Metodicheskie podxody' k resheniyu zadach proektirovaniya avtomatizirovannoj sistemy' upravleniya obrazovatel'ny'm uchrezhdeniem // *Pedagogicheskaya informatika.* 2011. №5. S. 51-64.
8. *Sovetov B.Ya., Yakovlev S.A.* Modelirovanie sistem. M.: Vy'sshaya shkola, 2009. 343 s.
9. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: ucheb. posobie. 2-e izd., pererab. i dop. / *V.S. Mxitaryan, E.V. Astaf'eva, Yu.N. Mironkina, L.I. Troshin;* pod red. V.S. Mxitaryana. M.: Moskovskaya finansovo-promy'shlennaya akademiya, 2011. 328 s.

СОДЕРЖАНИЕ

Развитие теоретической базы информатизации образования

Роберт И.В. Идеализированные модели педагогической продукции, функционирующей на базе информационных и коммуникационных технологий..... 5

Совершенствование педагогических технологий на базе средств информатизации и коммуникации

Ваграменко Я.А., Яламов Г.Ю. Формирование контента информационной системы для обеспечения научно-образовательной и воспитательной деятельности в молодежной среде.....20

Подготовка кадров информатизации образования

Лапенко М.В. Подготовка учителей к созданию и использованию образовательных ресурсов информационной среды дистанционного обучения.....31

Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (образование)

Шихнабиева Т.Ш. Декомпозиция модели образовательного контента для автоматизированной системы обучения и контроля знаний, основанной на адаптивных семантических моделях.....45

Данилюк С.Г., Михеев Е.А. Обоснование методики оценки эффективности системы менеджмента качества.....53

Павлов А.А. Методический аппарат построения подсистемы автоматизированной доверительной оценки профессиональных компетенций специалиста..... 64

Каменев В.В., Полежаев В.Д., Полежаева Л.Н. Применение информационных технологий при разработке web-системы тестирования студентов.....73

Оценка качества педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ

Надеждин Е.Н., Смирнова Е.Е. Метод и алгоритмы оценки адекватности сетевых моделей распределенного информационно-вычислительного процесса в автоматизированной системе управления вузом..... 85

CONTENTS

Development of the theoretical basis of informatization of education	
<hr/>	
<i>Robert I.V.</i> Idealised models of the pedagogical productions functioning on the basis of informational and communication technologies.....	5
<hr/>	
Perfection of pedagogical technologies on the basis of informatization and communication means	
<hr/>	
<i>Vagramenko Y.A., Yalamov G.Y.</i> Formation of the content of information system for research and educational and educative activity among the youth.....	20
<hr/>	
Professional training of informatization of education	
<hr/>	
<i>Lapenok M.V.</i> Preparation of teachers for creation and use of educational resources of the information environment of distance learning.....	31
<hr/>	
Automatization and control of technological processes and manufactures (education)	
<hr/>	
<i>Shixnabieva T.Sh.</i> Decomposition of model of the educational content for the automated system of tutoring and monitoring of the knowledge, based on adaptive semantic models.....	45
<i>Danilyuk S.G., Mixeev E.A.</i> Justification of the technique of the assessment of the system of effectiveness of management of quality.....	53
<i>Pavlov A.A.</i> Methodical apparatus of creation of the subsystem of the automated confidential assessment of professional competences of the specialist.....	64
<i>Kamenev V.V., Polezhaev V.D., Polezhaeva L.N.</i> Application of information technologies when developing web-system of testing of students.....	73
<hr/>	
Quality assessment of the pedagogical production functioning on the basis of ICT	
<hr/>	
<i>Nadezhdin E.N., Smirnova E.E.</i> Method and algorithms of the rating adequacy of the network models of the distributed information process in the automated management system of the high school.....	85
<hr/>	

Требования к оформлению материалов для публикации в сборнике «Ученые записки ИИО РАО»

Формат предоставляемых текстовых материалов – *.doc (Microsoft Office), *.odt (Open Office по ГОСТ Р ИСО/МЭК 26300-2010), *.rtf (Rich Text Format), шрифт – Times New Roman, 14 пт., междустрочный интервал – 1,5 пт., поля – верхнее и нижнее по 4,8 см, правое и левое по 3,4 см.

Объем статьи – не более 1 печатного листа (40 000 символов).

Статья должна обязательно содержать: заглавие статьи, фамилию, имя и отчество (полностью) автора (авторов), сведения о каждом авторе (ученую степень, звание, должность и место работы, адрес электронной почты), аннотацию и ключевые слова, а также библиографический список, оформленный по ГОСТ Р7.0.5-2008. Библиографический список должен быть отсортирован по алфавиту, в тексте статьи в квадратных скобках необходимо указать ссылки на используемые источники с указанием страниц.

Библиографический список русскоязычных источников, помимо оригинала, должен быть представлен и в транслитерации по ГОСТ 7.79-2000.

Фамилия, имя и отчество автора, название статьи, аннотация и ключевые слова на русском языке приводятся перед текстом статьи. Фамилия, имя и отчество автора, название статьи, аннотация, ключевые слова на английском языке и транслитерация библиографического списка с русского алфавита на английский приводятся в конце статьи.

Рисунки, таблицы, схемы и графики необходимо разместить в тексте с обязательной ссылкой на них, указанием номера и названия.

Размеры рисунков, таблиц, схем и графиков: ширина не более 140 мм, высота не более 190 мм.

Формулы набираются в формульном редакторе Microsoft Equation или Math.

Статья обязательно должна сопровождаться *Рецензией* и *Лицензионным договором*, в котором автор указывает полностью свои фамилию, имя, отчество, паспортные данные и название статьи. Отсканированная копия заполненного и подписанного лицензионного договора должна быть выслана вместе с рецензией и статьей. Форму лицензионного договора можно скачать на сайте www.iiorao.ru в разделе «Издательская деятельность».

Материалы для публикации в сборнике, рецензии и лицензионные договора просим присылать в электронном виде по адресу UZ-ИО@yandex.ru с пометкой «Ученые записки ИИО РАО».

Государственная академия наук
Российская академия образования
Институт информатизации образования

ПРИГЛАШАЕМ К ПУБЛИКАЦИИ!

Электронное периодическое издание «*Информационная среда образования и науки*» ФГНУ «Институт информатизации образования» РАО основано в 2011 г. (Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС-77-51455 от 19 октября 2012 г., ISSN 2223-4438, издание включено в Российский индекс научного цитирования).

Главный редактор издания – директор ФГНУ «Институт информатизации образования» РАО, академик РАО, доктор педагогических наук, профессор Роберт И.В.

В электронное периодическое издание «*Информационная среда образования и науки*» принимаются статьи, посвященные проблемам развития информационной среды образования и науки, а также использования информационных и коммуникационных технологий в общем, профессиональном и дополнительном образовании.

Объем статьи – не более 1 печатного листа (40 000 символов).

Формат предоставляемых текстовых материалов – *.doc (Microsoft Office), *.odt (Open Office по ГОСТ Р ИСО/МЭК 26300-2010), *.rtf (Rich Text Format), шрифт – Times New Roman, 14 пт., межстрочный интервал – 1,5 пт., все поля – 2 см. Рисунки, таблицы, схемы и графики размещаются в тексте с обязательной ссылкой на них, указанием номера и названия.

Статья должна обязательно содержать: заглавие статьи, фамилию, имя и отчество (полностью) автора (авторов), сведения о каждом авторе (ученую степень, звание, должность и место работы, адрес электронной почты), библиографический список, оформленный по ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографический список должен быть отсортирован по алфавиту, в тексте статьи в квадратных скобках необходимо указать ссылки на используемые источники с указанием страниц.

Статья обязательно должна сопровождаться *Рецензией и Договором о передаче авторских прав на произведение в электронной форме*, в котором автор указывает полностью свои фамилию, имя, отчество, паспортные данные и название статьи. Отсканированная копия заполненного и подписанного договора должна быть выслана вместе с рецензией и статьей. Форму договора можно скачать на сайте www.iiorao.ru в разделе «Издательская деятельность».

По вопросам публикации статей обращайтесь в редколлегию издания «*Информационная среда образования и науки*» (e-mail: UZ-IO@yandex.ru с пометкой в теме письма «Электронный журнал»).

Электронные версии статей выпусков электронного периодического издания размещены на сайте издания <http://ison.iiorao.ru>.

Государственная академия наук
Российская академия образования
Институт информатизации образования

119121, Москва, ул. Погодинская, 8
Тел. (095) 246-9790 E-mail: iio_rao@mail.ru

Федеральное государственное научное учреждение «Институт информатизации образования» Российской академии образования объявляет набор для обучения в аспирантуре и докторантуре (лицензия на право ведения образовательной деятельности № 2721 от 18.04.2012 г. выдана Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки) для подготовки к защите кандидатских и докторских диссертаций:

- по педагогическим наукам (13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания (информатика, информатизация образования); 13.00.08 – Теория и методика профессионального образования);
- по техническим наукам (05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (образование)).

Лицам, имеющим высшее образование и студентам выпускных курсов предоставляется возможность сдать кандидатские экзамены по иностранному языку и философии. Студентам предоставляется возможность пройти преддипломную практику в Институте информатизации образования Российской академии образования.

Аспирантам очной формы обучения предоставляется отсрочка от службы в рядах ВС РФ, а также общежитие.

Вступительные экзамены в аспирантуру (по специальности, философии и иностранному языку) проводятся с 01.03.2013 г., с 03.07.2013 г. и с 02.09.2013 г.

Лица, сдавшие кандидатские экзамены, могут быть частично освобождены от сдачи вступительных экзаменов.

Начало обучения с 01.10.2013 г.

Без отрыва от производства принимаются соискатели для подготовки и защиты кандидатских и докторских диссертаций.

Набор соискателей производится круглогодично.

Для поступления в аспирантуру необходимо представить:

- копию диплома государственного образца о высшем профессиональном образовании и приложение к нему;
- личный листок по учету кадров;
- список научных трудов (при наличии);
- реферат по теме избранной специальности;
- удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (при наличии);
- рекомендации с места работы или учебы.

Государственная академия наук
Российская академия образования
Институт информатизации образования

СЕРТИФИКАЦИЯ!

*Вниманию руководителей предприятий и организаций!
Система добровольной сертификации
«Аппаратно-программные и информационные комплексы
образовательного назначения»*

В ФГНУ «Институт информатизации образования» РАО впервые в России создана и функционирует Система добровольной сертификации аппаратно-программных и информационных комплексов образовательного назначения (АПИКОН). Система предназначена для организации и проведения добровольной сертификации продукции и обеспечивает независимую квалифицированную оценку ее соответствия требованиям действующих педагогико-эргономических стандартов и технических условий.

В Системе АПИКОН предусматривается сертификация **следующих образцов продукции:**

- электронные издания образовательного назначения;
- электронные средства учебного назначения;
- прикладные программные средства и системы автоматизации информационно-методического обеспечения образовательного процесса и управления образовательным учреждением;
- учебно-методические комплексы, включающие электронные издания образовательного назначения и электронные средства учебного назначения;
- информационная сеть образовательного учреждения;
- распределенный информационный ресурс образовательного назначения локальных и глобальных сетей;
- комплекты учебной вычислительной техники (КУВТ);
- учебное лабораторное оборудование, сопрягаемое с ПЭВМ;
- автоматизированные рабочие места пользователя (работника образовательного учреждения);
- видеомониторы для КУВТ.

Заявителям, продукция которых успешно прошла испытания, выдается **сертификат и разрешение на применение знака соответствия.**

Сертификат – одно из подтверждений качества продукции и эффективное средство содействия потребителю в ее выборе. Наличие сертификата повышает конкурентоспособность продукции на рынке и подтверждает возможность эффективного ее использования в образовательных учреждениях. Знак соответствия – обозначение, служащее для информирования потребителей о соответствии продукции установленным требованиям.

Процедура сертификации предполагает предоставление консультативных услуг в виде методических рекомендаций по доработке характеристик продукции заявителя до требуемого уровня.

119121, Москва, ул. Погодинская, 8, к. 723
Тел. (499) 246-9790, E-mail: iio_rao@mail.ru

Государственная академия наук
Российская академия образования
Институт информатизации образования

Ученые записки ИИО РАО
Выпуск 46

Подписано в печать с оригинал-макета 19.02.2013
Формат 70×100. Гарнитура «Таймс».
Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Цифровичок»
117149, г. Москва, ул. Азовская, д. 13
Тел.: +7 (495) 649-8330, +7 (495) 797-7576
www.cfr.ru, info@cfr.ru

State Academy of Sciences
Russian Academy of Education
Institute of Informatization of Education

Ucheniye zapiski IO RAO
Issue 46

The issue is signed in the print from an original-breadboard model 19.02.2013
Format 70x100. Garniture «Times».
Circulation – 1000 issues.

The issue is printed in the printing house «Cifrovichok»
121357, Moscow, Azovskaya st., 13
Phone numbers: +7 (495) 649-8330, +7 (495) 797-7576
www.cfr.ru, info@cfr.ru