МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОВСЕДНЕВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА

Павлов А.А.

Под качеством повседневной деятельности вуза будем понимать обобщенный показатель, выражающий степень соответствия текущего уровня параметров повседневной деятельности требуемому уровню.

Так как требования к текущему уровню этих параметров могут изменяться под воздействием внешних и внутренних факторов, то модель, устанавливающая между ними зависимости, должна быть динамичной.

Поэтому при разработке модели учитывались критерии автоинформативности, для которых характерно предположение о том, что большая часть информации об объекте находится в неявном виде в массиве исходных данных [1]. К этим моделям относятся модели факторного анализа [1; 5].

Используя в ходе факторного анализа метод главных компонент возможно при заданной m-мерной корреляционной матрице найти новую ортогональную m-мерную систему координат и именно так, чтобы максимум полной дисперсии лежал в направлении первой главной оси, а максимум оставшейся дисперсии – в направлении 2-й главной оси и т. д. Метод главных компонент является важнейшим методом выделения факторов.

Метод главных компонент заключается в нахождении последовательности ортогональных осей координат, вдоль которых каждый раз в убывающем порядке определяется максимум полной дисперсии [1]. Проекции частных показателей качества повседневной деятельности на главные компоненты можно определить точно.

Для корректного функционирования модели необходимо привести все анализируемые показатели $\tilde{x}^{(j)}\,(j=1,2,\dots m)$ к общему знаменателю, то есть применить к каждому из них такое преобразование, в результате которого область его возможных значений определится отрезком [0, 1]. При этом нулевое значение преобразованного частного показателя будет означать самое низкое качество по данному свойству, а единичное – самое высокое.

Значения частных показателей качества повседневной деятельности вуза измеряются в различных шкалах. При этом в качестве меры взаимосвязи между исходными переменными можно использовать коэффициент корреляции:

$$r_{ik}=\frac{\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\overline{x_i})(x_{kj}-\overline{x_k})}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\overline{x_i})^2\sum_{j=1}^{n}(x_{kj}-\overline{x_k})^2}},\quad \overline{x_i}=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}x_{ij}, \qquad (1)$$

где: r_{ik} – коэффициент корреляции между *i*-той и *k*-той переменной; x_{ij} – элемент матрицы исходных данных (*j*-е значение *i*-той переменной).

Критерием качества прогнозирования может служить минимизация ошибки:

$$\Delta\mathbf{X}=\mathbf{X}_{np}-\mathbf{X}_0, \qquad (2)$$

где: $\mathbf{X}_{np}$ – вектор прогнозируемых оценок, а $\mathbf{X}_0$ – вектор истинных оценок параметров повседневной деятельности.

Состояние повседневной деятельности вуза характеризуется m частными показателями $x^{(m)}$, которые зависят от параметра *t*. Значения показателей известны для дискретных значений параметра *t*, а в качестве единицы измерения принят шаг его прироста равный единице. Таким образом, мы имеем *m* временных рядов.

$$x^{(1)}=\begin{vmatrix} x^{(11)}=x^{(1)}(t_1)\\ x^{(12)}=x^{(1)}(t_2)\\ \dots\\ x^{(1p)}=x^{(1)}(t_p)\end{vmatrix}\; x^{(2)}=\begin{vmatrix} x^{(21)}=x^{(2)}(t_1)\\ x^{(22)}=x^{(2)}(t_2)\\ \dots\\ x^{(2p)}=x^{(2)}(t_p)\end{vmatrix}\dots x^{(m)}=\begin{vmatrix} x^{(m1)}=x^{(m)}(t_1)\\ x^{(m2)}=x^{(m)}(t_2)\\ \dots\\ x^{(mp)}=x^{(m)}(t_p)\end{vmatrix}, \qquad (3)$$

где: $T1<t<T2,\ \ \Delta t=1$.

Задача прогноза состоит в определении состояния системы на некоторый конечный отрезок изменения переменной t в будущем. В предлагаемой методике в качестве горизонта прогнозирования выбраны два таких отрезка времени. Для оперативного прогноза – одна неделя, для обзорного прогноза – четыре недели. Значения оценок показателей имеют случайный характер, а векторы $x^{(m)}$ можно рассматривать как случайные.

Рассмотрим также некоторую систему функций:

$$F_g = F_g(x_1, x_2, ...x_m),\ g = 1,2,...G,\ G \le m, \tag{4}$$

которые будем называть динамическими факторами. С их помощью можно получить некоторые однозначные оценки заданных временных рядов. В данной работе принимается допущение о том, что динамические факторы определяются линейными функциями. В этом случае и оценки заданных временных рядов, то есть их представления через факторы, записываются в виде линейных функций.

Для получения прогнозируемых оценок проводится анализ динамики введенных факторов. Для оценки динамических свойств последних применяются известные авторегрессионые схемы анализа временных рядов, согласно которым значения функции определяются несколькими значениями этой же функции в предыдущие моменты времени (L – максимальная длина запаздывания).

Используемая модель состоит из трех разных, одновременно существующих, групп уравнений. В первую группу составляют уравнения факторов:

$$F_g(t) = \sum_{i=1}^{m} a_{g-1}^{(i)} x_{g-1}^{(i)}(t),\quad g = 1,2,...G, \tag{5}$$

где:

$$x_g^{(i)}(t) = \left\{x_{g-1}^{(i)}(t) - x'^{(i)}(t)\right\},\quad g = 1,2,...G-1. \tag{6}$$

Вторую группу составляют динамические уравнения факторов, каждое из которых есть оценка g-го фактора по авторегрессионой схеме:

$$F'_g(t) = c_{g0} + \sum_{k=1}^{L} c_{kg} F_g(t-k)\,. \qquad (7)$$

Третью группу составляют уравнения регрессии, которые выражают исходные числовые ряды через динамические факторы:

$$x'^{(i)}(t) = d_{01}^{(i)} + d_{02}^{(i)} + \ldots + d_{0G}^{(i)} + \sum_{g=1}^{G} d_g^{(i)} F_g(t),\ i = 1,2,\ldots m\,. \qquad (8)$$

При этом после нахождения первого фактора и построения с его помощью исходных временных рядов для нахождения последующих факторов используются уже остаточные ряды.

Для получения прогнозных значений было принято допущение о том, что функциональные связи, которые существовали в определенный отрезок времени с момента наблюдений, будут сохраняться и в будущем. Таким образом, получаем формулу, по которой определяем оценки параметров повседневной деятельности вуза в прогнозируемом периоде:

$$x''^{(i)}(t) = d_{01}^{(i)} + d_{02}^{(i)} + \ldots + d_{0G}^{(i)} + \sum_{g=1}^{G} d_g^{(i)} F'_g(t),\ i = 1,2,\ldots m, \quad t = T2+1, T2+2, \ldots$$

Литература

1. *Дюк В.А.* Компьютерная психодиагностика. СПб.: Братство, 1994. 364 с.

2. *Иберла К.* Факторный анализ: пер. с нем. М.: Статистика, 1980. 398 с.

3. *Кендалл М., Стьюарт А.* Многомерный статистический анализ и временные ряды. М.: Наука, 1976. 736 с.

4. *Козлов О.А.* Принципы организации сбора и обработки информации в АСУ учебного заведения // Ученые записки ИИО РАО. 2008. № 26. С. 132-142.

5. *Мартиросян Л.П., Удовик Е.Э.* Структура и содержание подготовки специалистов для системы кооперации в области изучения информационных и коммуникационных технологий и их использования в образовательной и профессиональной деятельности: науч. отчет. М., 2011.

6. *Павлов А.А.* Научно-педагогические основы информатизации непрерывного образования в условиях глобальной коммуникации современного общества // Ученые записки ИИО РАО. 2010. №32. С. 157-173.

7. *Павлов А.А.* Подсистема автоматизированной доверительной оценки профессиональных компетенций специалиста // Материалы Международной научно-практической конференции «Информатизация образования – 2013». Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. С. 321-324.

8. *Роберт И.В.* Методология научной области «Информатизации образования» // Ученые записки ИИО РАО. 2011. № 37. С. 3-32.

9. Справочник по прикладной статистике. В 2-х кн. / пер. с англ. М.: Финансы и статистика, 1989.