

УДК 519.6

UDC 519.6

МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ**THE METHOD OF CONSTANTLY OPERATING MODELS IDENTIFICATION FOR QUALITY CONTROL OF STUDENTS KNOWLEDGE**

Фарафонов Алексей Сергеевич
ассистент

Farafonov Aleksey Sergeevich
assistant

Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия

Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

На основе теории самоорганизации была разработана оригинальная методика идентификации целевых функций качества знаний студентов (КЗС) в условиях неопределенности влияющих факторов. Предложенная система внешних критериев отбора моделей и управляющих параметров позволяет использовать полученные модели для эффективного управления КЗС

Based on the theory of self-organization, we have developed an original method for identification of target functions students' knowledge quality (SKQ) in the face of influencing factors uncertainty. The proposed system of external criteria for the models selection and control parameters allows to use the model for the effective management of the SKQ

Ключевые слова: КАЧЕСТВО ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ, МЕТОД ГРУППОВОГО УЧЕТА АРГУМЕНТОВ, ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Keywords: QUALITY OF STUDENT KNOWLEDGE, GROUP METHOD OF DATA HANDLING, CONSTANTLY OPERATING MATHEMATICAL MODEL

Проблемы развития системы образования, как формирующей компоненты современного государства становятся все более актуальными в период формирования нового информационного общества. Ускорение темпов развития науки, развитие науки по экспоненциальным законам переводит категорию информации в разряд необходимейших атрибутов человеческого общества, формируя, таким образом, информационное общество, т.е. общество, основанное на знаниях. Особое внимание уделяется качеству знаний выпускников ВУЗа. Таким образом, естественно рассматривать в качестве управляемого процесса КЗС (или группы студентов (КЗГ)). Одним из аспектов или рамок концепции качества является управленческий аспект. Только с позиций управления возникает собственно задача качества образования, философия качества и всевозможные пути его измерения. Современное управление есть коллективная деятельность. Это означает, что управление

многофункционально, и чтобы быть эффективным, оно должно стать технологичным, системным [1].

Образование в рамках управления может быть последовательно представлено в нескольких системных характеристиках [2]:

- Ø как модель назначения
- Ø как система процессов
- Ø как структурно-функциональная модель
- Ø как морфологическая система

Высокие требования, предъявляемые сейчас к качеству высшего образования, заставляют исследовать этот процесс с учетом внешних и внутренних факторов социально-экономической системы вуза. Рассматривая ВУЗ как социально-экономическую систему можно выделить следующие подсистемы получения знаний (для объекта "Студент"):

- Ø федерального компонента;
- Ø регионального компонента;
- Ø семьи;
- Ø улицы;
- Ø школы;
- Ø вуза;
- Ø факультета;
- Ø преподаватели;
- Ø курса;
- Ø группы курса;
- Ø студентов.

Для объекта "Группа" последний уровень понятно будет отсутствовать (рис. 1).



Рис. 1. - Структурная схема получения знаний студентов ВУЗа

Внешние подсистемы федерального и регионального компонентов обеспечивают основные правила функционирования ВУЗов, влияя в первую очередь на администрацию. В то же время экономический компонент этих двух подсистем через подсистемы семьи и улицы активно воздействует непосредственно как на самих учащихся, так и на подсистему преподавателей. Та и другая подсистемы могут влиять как положительно, так и отрицательно на развитие студента. Например, подсистема семьи воспитывает и дает возможность получать соответствующие умения на примере благополучия и квалификации родителей, а "улица" дает знания оздоровительного плана через занятия различными видами спорта. В то же время неблагополучные семьи и антисоциальные элементы подсистемы "улицы" могут формировать у студента неверные знания или препятствовать процессу получения знаний в ВУЗе.

Система школы в свою очередь включает остаточные знания, которые обеспечивают необходимый уровень компетенций, обеспечивающих понимание предлагаемых знаний. Система знаний формируется постепенно — от элементарных понятий к сложным, от простых связей к разветвленным формулам. Формирование знаний проходит все необходимые этапы системогенеза: запоминание блоков, связывание блоков, складывание схемы [2]. Это действие происходит постепенно, равномерно и непрерывно, начиная с рождения ребенка.

Если отдельные этапы развития личности мы фиксируем появлением у ребенка новых функциональных возможностей (например, умением ползать, ходить, элементарно считать и т.д.), то студенческий этап, как и школьный этап формирования знаний, требует уже оценки мыследеятельности [2] студента.

Таким образом, возникает объективная необходимость отслеживания уровня развития качества знаний студентов в период их обучения в вузе. В настоящее время педагогический мониторинг можно осуществлять на базе результатов сдачи единого государственного экзамена или баллов в аттестате. Администрация ВУЗа во главе с ректором формирует системы факультетов и преподавателей. Система преподавателей непосредственно влияет с точки зрения получения знаний на систему группы. В связи с тем, что в нашей стране принята система обучения на базе группы, то следует считать, что преподаватель дает равнозначные и равнообъемные знания всем студентам в группе. Однако в силу разных причин (социальных, экономических и физиологических) качество знаний студентов в результате воздействия системы преподавателей дифференцируется по результатам усвоения знаний на неудовлетворительное - "2", удовлетворительное - "3", хорошее - "4" и отличное - "5", которое формирует соответствующие подгруппы студентов (рис. 1).

Современная практика управления имеет множество образцов технологий управления: проектирование, программирование, планирование, информирование, технологии принятия решения, PR-технологии, маркетинг, клиентинг т.д.. Важно видеть разницу в подходах и основаниях.

В условиях становления и развития информационного общества, модернизации системы образования очевидна необходимость информационно-аналитического обеспечения учебного процесса и управления качеством обучения на базе современных информационных технологий, системного подхода к качеству знаний. В настоящей работе предлагается новый информационный подход к управлению качеством знаний студентов ВУЗов на базе идентификации моделей качества знаний студентов (групп) и создания ПДММ КЗС.

Обобщая вышесказанное можно выделить основные положения предлагаемой системы управления качеством знаний студента.

1. Объект управления – студент, группа.
2. Процесс управления – качество знаний студента, группы.
3. Предлагается информационный подход к управлению качеством знаний студентов ВУЗов на базе структурной идентификации моделей качества знаний студентов (групп) и ПДММ КЗС.

В условиях неопределенности влияния внешних факторов $\Omega = \{w_1, w_2, \dots, w_{m_1}\}$, куда входят переменные федерального, регионального компонентов, а также семьи, улицы и школы и внутренних факторов $\Psi = \{y_1, y_2, \dots, y_{m_2}\}$, включающих переменные систем вуза, факультета, преподавателей, курса, группы и студентов для идентификации моделей КЗС предлагается использовать метод группового учета аргументов (МГУА) (Group Method of Data Handling, GMDH) [3], который базируется на двух основных методологических положениях.

Первый принцип МГУА требует для обеспечения свободы выбора модели не ограничивать входной поток информации, что также снимает вопрос о субъективности исследований по идентификации модели изучаемого процесса.

Второй принцип МГУА – это использование при идентификации моделей внешних критериев [4], обеспечивающих выбор оптимальной модели. На этом этапе важно определить вид и очередность применения того или иного критерия.

Идентификация моделей КЗС - это задача восстановления зависимости вида

$$y = j(x) + h, \quad h: R^m \rightarrow R^n, \quad (1)$$

где $h = (h_1, \dots, h_n)$ - ошибка наблюдения.

Решение задачи восстановления зависимости (1) с позиций метода МГУА обычно формулируют следующим образом [5, 6]. Пусть выполнены следующие предположения:

1. существует единственная зависимость $j: R^m \rightarrow R^n$ между входной $X = \Omega \cup \Psi$ и выходной Y величинами;
2. задан класс Θ – класс структур отображений;
3. задана $(n \times m)$ матрица X значений входной величины (выборка);
4. $Y = (y_0^1 + h_1, \dots, y_0^n + h_n)$,

где y_0^1, \dots, y_0^n - истинные значения выходной величины в n точках,

$h = (h_1, \dots, h_n)$ - ошибка наблюдений, причем величины $h_i, i = 1, \dots, n$ предполагаются случайными, независимыми, одинаково распределенными с нулевым математическим ожиданием и конечной дисперсией.

Тогда требуется решить задачу нахождения такой структуры $q^* \in \Theta$, что

$$S(q^*) = \inf_{q \in \Theta} S(q)$$

или (если $q^* \notin \Theta$) такой структуры $q^{**} \in \Theta$, что

$$S(q^{**}) = \inf_{q \in \Theta} S(q) + e, e > 0.$$

В качестве целевой функции Y мы будем рассматривать качество знаний, полученных студентом за период t

$$Y = KZ^t = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^k O_{i,j}^1}{100} + \frac{O^2}{100} + \frac{O^3}{100} \right), \quad (2)$$

где KZ^t - качество знаний студента, полученных за период времени t (полсеместра, семестр, учебный год и т.д.), n – количество предметов, k – количество модулей читаемой дисциплины, $O_{i,j}^1$ – оценка в баллах, полученная по i -му предмету и j модулю, O^2 - оценка в баллах, полученная за зачет по i -му предмету, O^3 - оценка в баллах, полученная за экзамен по i -му предмету. Так как предлагаемая методика использует информацию балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов, то и нормируем полученные баллы по отдельным предметам на максимальное количество баллов, которые можно получить при оценке качества знаний по отдельным этапам оценки знаний студента по изучаемой дисциплине, т.е. на 100 баллов [7]. Очевидно, что функция (2) динамическая и ее изменения зависят от многих факторов, поэтому предлагается искать ее структуру в следующем классе отображений

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial t} = & a_1 \frac{\partial \omega_1^{t-z}}{\partial t} + a_2 \frac{\partial \omega_2^{t-z}}{\partial t} + \dots + a_{m_1} \frac{\partial \omega_{m_1}^{t-z}}{\partial t} + a_{m_1+1} \frac{\partial \psi_{m_1+1}^{t-z}}{\partial t} + a_{m_1+2} \frac{\partial \psi_{m_1+2}^{t-z}}{\partial t} + \dots \\ & + a_{m_1+m_2} \frac{\partial \psi_{m_1+m_2}^{t-z}}{\partial t} + a_0 \end{aligned} \quad (3)$$

где Y – идентифицируемая функция (КЗС); w_1, w_2, \dots – внешние параметры, $u_{m_1+1}, u_{m_1+2}, \dots$ – внутренние параметры экономико-социальной системы ВУЗа; t – время; z – запаздывание, $z = 0, 1, 2$; m_1 и m_2 – соответственно количество внешних и внутренних переменных, взятых для проведения эксперимента по идентификации модели КЗС.

Автор МГУА академик Ивахненко А.Г так формулировал идентификацию моделей сложных систем: *"...принцип структурной идентификации сложных систем на основе теории самоорганизации можно сформулировать следующим образом: при постепенном увеличении сложности моделей (увеличении числа независимых параметров) значения внутренних критериев монотонно падают, а все внешние критерии проходят через свои минимумы, что и дает возможность определить модель оптимальной структуры, единственную для каждого внешнего критерия."* [8]. Из этого определения становится ясным, что для успешного проведения эксперимента по идентификации модели КЗС требуется подобрать внешние критерии отбора моделей и определить порядок их применения.

Подбор внешних критериев отбора моделей и очередность их применения, как правило, определяются в ходе эксперимента, однако в общем виде в предлагаемой методике используются следующие внешние критерии [9,10] с учетом, что мощность выборки $Q = A + B + C$, т.е. делится на три части, причем $D = A + B$.

1. Критерий минимума смещения [4]

$$n_{см}^2 = \|q_A - q_B\|^2, \quad \|\bullet\| \text{ в пространстве } R^e \quad (4)$$

Критерий позволяет идентифицировать модели характерные для изучаемого процесса на всем временном интервале его наблюдения, т.к. требует максимального совпадения значений выходной величины двух моделей, полученных на двух различных частях выборки данных.

2. Критерий сходимости пошагового интегрирования конечно-разностных моделей [11]

$$I^2 = \|j - q\|^2. \quad (5)$$

Критерий сходимости – это погрешность прогноза на выборке D.

3. Критерий точности эпигнозного прогноза [10].

$$P^2 = \|q_{DC} - j_c\|^2. \quad (6)$$

где θ_{DC} - модельное значение выходной величины, φ_c - фактическое значение выходной величины на выборке C. Критерий точности эпигнозного прогноза определяет погрешность прогноза на выборке C, которая не используется для построения моделей.

Критерии n_{cm} и I используются для предварительного отбора моделей. Оптимальная модель изучаемого процесса выбирается по критерию P , т.к. полученная модель КЗС будет использоваться для управления КЗС, что подразумевает прогноз КЗС в зависимости от изменяющихся условий, а это хорошо поддерживается структурой критерия P .

Следует также отметить, что управление КЗС требует наличие в (3) управляющих параметров $N \in \Psi$. В ходе проведения эксперимента по идентификации модели КЗС требуется защита этих параметров, что необходимо предусмотреть в алгоритме идентификации моделей КЗС. В качестве управляющих параметров можно использовать такие показатели учебного процесса как "Количество пропущенных занятий по дисциплине", "Ранг преподавателя" и др. Как правило, общее количество управляющих параметров не превышает трех.

В заключении следует отметить, что параметр T_0 – время перехода от модели КЗГ на модель КЗС определяется количеством дисциплин в семестре, количеством модулей дисциплин и в целом составляет один учебный год.

Для реализации методики идентификации моделей КЗС предлагается использовать комбинаторный алгоритм МГУА [12].

Таким образом, на основе теории самоорганизации была разработана оригинальная методика идентификации целевых функций КЗС в условиях неопределенности влияющих факторов. Предложенная система внешних критериев отбора моделей и управляющих параметров позволяет использовать полученные модели для эффективного управления КЗС. Предложен дифференциальный класс отображений КЗС с учетом запаздывания по времени и учетом управляющих параметров (3), позволяющий получать целевые прогностические функции с малой погрешностью прогноза, что делает возможным их применение для эффективного управления КЗС.

Литература

1. Управление качеством знаний учащихся средних общеобразовательных учреждений: монография / Е.Л. Кондратьева, К.И.Кремер, Э.М.Львович и др. Воронеж: Научная книга, 2007. 171 с.
2. Крупник С.А. Образование как сфера деятельности и мышления // Педагогика. 2000. №4. С. 2-15.
3. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. Киев: Техніка, 1975. 312 с.
4. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование случайных процессов по алгоритмам МГУА с использованием критериев несмещенности и баланса переменных // Автоматика. 1974. № 4. С. 52 - 59.
5. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. Киев: Наук. думка, 1982. 296 с.
6. Юрачковский, Ю.П. Структурное моделирование по выборкам наблюдений // Автоматика. 1983. №1. С. 30 - 38.
7. Положение о рейтинговой системе в Липецком государственном техническом университете. Липецк: ЛГТУ, 2009. - 3 с.
8. Ивахненко А.Г. Непрерывность и дискретность. Киев: Наук. думка, 1990. 224 с.
9. Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. М.: Радио и связь, 1987. 120 с.
10. Стародубцев В.С., Безрукова Т.Л. Структурное моделирование экономических систем: монография. Воронеж: Изд-во Истоки, 2004. 115 с.
11. Ивахненко А.Г. Переборные методы самоорганизации моделей и кластеризаций (обзор основных новых идей) // Автоматика. 1989. № 4. С. 82 - 93.
12. Ивахненко М. А., Кваско М.З. Комбинаторный алгоритм МГУА // Автоматика, 1972. № 5. С.48-58.

References

1. Upravleniye kachestvom znaniy uchashchikhsya srednikh obshcheobrazovatel'nykh uchrezhdeniy: monografiya / Ye.L. Kondrat'yeva, K.I.Kremer, E.M.L'vovich i dr. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2007. 171 s.
2. Krupnik S.A. Obrazovaniye kak sfera deyatel'nosti i myshleniya // Pedagogika. 2000. №4. S. 2-15.
3. Ivakhnenko A.G. Dolgospochnoye ppognozipovaniye i uppravleniye slozhnymi sistemami. Kiyev: Tekhnika, 1975. 312 s.
4. Ivakhnenko A.G. Dolgospochnoye ppognozipovaniye sluchaynykh ppotsessov po algopitmam MGUA s ispol'zovaniyem kpitepiyev nesmeshchennosti i balansa pepemennykh // Avtomatika. 1974. № 4. S. 52 - 59.
5. Ivakhnenko A.G. Induktivnyy metod samoorganizatsii modeley slozhnykh sistem. Kiyev: Nauk. dumka, 1982. 296 s.
6. Yurachkovskiy, YU.P. Strukturnoye modelirovaniye po vyborkam nablyudeniya // Avtomatika. 1983. №1. S. 30 - 38.
7. Polozheniye o reytingovoy sisteme v Lipetskom gosudarstvennom tekhnicheskoy universitete. Lipetsk: LGTU, 2009. - 3 s.
8. Ivakhnenko A.G. Hepepyvnost' i diskpetnost'. Kiyev: Nauk. dumka, 1990. 224 s.
9. Ivakhnenko A.G., Yurachkovskiy YU.P. Modelirovaniye slozhnykh sistem po eksperimental'nykh dannym. M.: Radio i svyaz', 1987. 120 s.
10. Starodubtsev V.S., Bezrukova T.L. Strukturnoye modelirovaniye ekonomicheskikh sistem: monografiya. Voronezh: Izd-vo Istoki, 2004. 115 s.
11. Ivakhnenko A.G. Hepebopnyye metody samoorganizatsii modeley i klastepizatsiy (obzop osnovnykh novykh idey) // Avtomatika. 1989. № 4. S. 82 - 93. 12. Ivakhnenko M. A., Kvasko M.Z. Kombinatopnyy algopitm MGUA // Avtomatika, 1972. № 5. S.48-58.