

Моделирование процесса формирования компетентности обучающихся с учетом междисциплинарных связей

М.В. Досымова¹, Е.А. Жданова¹, Н.М. Оскорбин²

¹Рубцовский институт (филиал) Алтайского государственного университета (Рубцовск, Россия)

²Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Modeling of Students' Competence Formation Process with Consideration of Cross-Disciplinary Relationships

M.V. Dossymova¹, E.A. Zhdanova¹, N.M. Oskorbin²

¹Rubtsovsk Branch of Altai State University (Rubtsovsk, Russia)

²Altai State University (Barnaul, Russia)

Современные особенности образовательной системы России предполагают необходимость анализа состояния и прогнозирования уровня обученности студентов высших и средних образовательных учреждений. Это обусловлено многими причинами, в частности, стремлением контролирующих органов в качестве результата образовательного процесса рассматривать уровень компетентности студентов и выпускников вузов и ссузов. В образовательных стандартах третьего поколения ключевыми показателями измерения результатов обучения являются сформированные у выпускников компетенции.

Проанализирована линейная модель обучения, приведено расширение модели с учетом междисциплинарных связей и их влияния на итоговый уровень обученности.

Рассмотрена возможность применения данной модели для построения процесса формирования компетентности обучающихся в соответствии с требованиями новых Федеральных государственных образовательных стандартов.

В заключительной части статьи показан способ интеграции рассмотренной модели обучения в информационную систему «Содействие трудоустройству выпускников» Рубцовского института (филиала) Алтайского государственного университета.

Ключевые слова: линейная модель обучения, компетентностная модель выпускника, динамика уровня знаний, компетенции.

DOI 10.14258/izvasu(2017)1-13

Моделированию уровня обученности посвящено большое число исследований [1-5]: в частности, в [1, с. 291] представлена детерминированная математическая модель процесса роста объема знаний учащихся; в работе [2, с. 60] представлена математиче-

Modern features of Russian education system imply the necessity of analysis and forecasting of students' training level. This is due to many reasons, for example, regulatory authorities evaluation of education process in universities and colleges with the level of students' competences. The main metrics of training results evaluation are graduates' competences governed by the Third Generation of State Education Standards (Russia).

Authors present the linear model of education process; upgrade this model with consideration of cross-disciplinary relationships and their effect to the level of training.

Potentials of the linear model of education process with cross-disciplinary relationships for modeling of students' competence formation process in accordance with new State Educational Standards are also considered.

A way to integrate the proposed model into the information system of graduates' employment in Rubtsovsk Branch of Altai State University is shown at the end of this paper.

Key words: linear model of education process, graduate's competence model, skills dynamics, competences.

ская модель самоуправления обучающимся процессом обучения. В публикациях [3, с. 187; 4, с. 30] предложены способы совершенствования процесса обучения с использованием математического моделирования.

В данной работе предложена линейная модель обучения с учетом влияния междисциплинарных связей на итоговый уровень обученности учащихся.

Целью исследования является развитие линейной модели обучения [6, с. 152; 7, с. 281] с учетом междисциплинарных связей и адаптация ее к компетентностной модели, используемой в настоящее время в образовательном процессе.

Для описания динамики уровня знаний одного учащегося с учетом факторов обучения и тренировки по двум предметам можно составить следующую систему:

$$\begin{cases} x_1(t+1) = \alpha x_1(t) + \beta V_1(t) + \gamma Z_1(t) + \delta_1 x_2(t) \\ x_2(t+1) = \alpha x_2(t) + \beta V_2(t) + \gamma Z_2(t) + \delta_2 x_1(t) \end{cases} \quad (1)$$

где $x_i(t+1)$ — уровень знаний по предмету i , по которому осуществляется обучение в момент времени $(t+1)$;

$x_i(t)$ — уровень знаний по предмету (комплексу предметов), по которым осуществляется подготовка в момент времени t ;

$V_i(t)$ — фактор тренировки (контрольные работы, курсовые работы, практики и т.п.) учащегося по i -тому предмету (комплексу предметов);

$Z_i(t)$ — фактор обучения (базовые знания) учащегося по i -тому предмету (комплексу предметов);

α, β, γ — индивидуальные коэффициенты потенциала обучающегося;

δ_1, δ_2 — коэффициенты взаимовлияния уровней знаний между двумя предметами.

Если, например, $\delta_1 > 0, \delta_2 = 0$, то знания по предмету 2 положительно влияют на уровень знаний по предмету 1. Но уровень знаний по предмету 1 не влияет на динамику обученности по предмету 2. Далее, мы считаем, что $\delta_1 \geq 0, \delta_2 \geq 0$. При исследовании динамики обучения полагаем известными все параметры рассматриваемой системы уравнений.

Интересным является вопрос о величине параметров взаимовлияния. Можно предположить, что при больших положительных значениях этих параметров (δ_1, δ_2) решение системы уравнений будет неустойчивым, т.е. при любых начальных условиях уровни обученности будут стремиться к бесконечности. Это обстоятельство противоречит закономерностям процесса обучения, поэтому при идентификации параметров исходной системы уравнений необходимо учитывать это свойство, т.е. обеспечивать условие устойчивости решения.

Приведем общее решение системы уравнений (1) в момент времени k :

$$\begin{cases} x_1(k) = \alpha^k \cdot x_{01} + \beta \cdot \sum_{j=0}^{k-1} V_{1j} \cdot \alpha^{k-1-j} + \\ + \gamma \cdot \sum_{j=0}^{k-1} Z_{1j} \cdot \alpha^{k-1-j} + \delta_1 \cdot \sum_{j=0}^{k-1} x_{2j} \cdot \alpha^{k-1-j} \\ x_2(k) = \alpha^k \cdot x_{02} + \beta \cdot \sum_{j=0}^{k-1} V_{2j} \cdot \alpha^{k-1-j} + \\ + \gamma \cdot \sum_{j=0}^{k-1} Z_{2j} \cdot \alpha^{k-1-j} + \delta_2 \cdot \sum_{j=0}^{k-1} x_{1j} \cdot \alpha^{k-1-j} \end{cases}, \quad (2)$$

$k = 1, 2, 3, \dots$

Для одного обучающегося в случае n предметов (с учетом их взаимовлияния друг на друга) мы получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} x_1(t+1) = \alpha \cdot x_1(t) + \beta \cdot V_1(t) + \gamma \cdot Z_1(t) + \\ + \delta_{12} \cdot x_2(t) + \dots + \delta_{1n} \cdot x_n(t) \\ x_2(t+1) = \alpha \cdot x_2(t) + \beta \cdot V_2(t) + \gamma \cdot Z_2(t) + \\ + \delta_{21} \cdot x_1(t) + \dots + \delta_{2n} \cdot x_n(t) \\ \dots \\ x_n(t+1) = \alpha \cdot x_n(t) + \beta \cdot V_n(t) + \gamma \cdot Z_n(t) + \\ + \delta_{n1} \cdot x_1(t) + \dots + \delta_{n,n-1} \cdot x_{n-1}(t) \end{cases}, \quad (3)$$

где $x_i(t+1)$ — уровень знаний по i -тому предмету (комплексу предметов), по которому осуществляется подготовка в момент времени $(t+1)$;

$x_i(t)$ — уровень знаний по i -тому предмету (комплексу предметов), по которым осуществляется подготовка в момент времени t ;

$V_i(t)$ — фактор тренировки по i -тому предмету (комплексу предметов) (контрольные работы, курсовые работы, практики и т.п.) учащегося;

$Z_i(t)$ — фактор обучения (базовые знания) учащегося по i -тому предмету (комплексу предметов); α, β, γ — индивидуальные коэффициенты потенциала обучающегося;

$\Delta = \begin{pmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \dots & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \dots & \delta_{2n} \\ \delta_{31} & \delta_{31} & \dots & \delta_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{n1} & \delta_{n2} & \dots & \delta_{nn} \end{pmatrix}$ — матрица

коэффициентов взаимовлияния уровней знаний между предметами (комплексами предметов), $\delta_{ij} (i \neq j) \geq 0, \delta_{ij} (i = j) = 0$.

Решение системы уравнений (3) в момент времени k примет вид:

$$x_i(k) = \alpha^k \cdot x_{0i} + \beta \cdot \sum_{j=0}^{k-1} V_{ij} \cdot \alpha^{k-1-j} + \gamma \cdot \sum_{j=0}^{k-1} Z_{ij} \cdot \alpha^{k-1-j} + \\ + \Delta \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^{k-1} x_{ij} \cdot \alpha^{k-1-j}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n; k = 1, 2, 3, \dots \quad (4)$$

Дополнительно стоит рассмотреть случай, когда индивидуальные коэффициенты потенциала обучающегося отличаются по различным дисциплинам (например, учащийся хорошо успевает по естественнонаучным дисциплинам, но плохо успевает по гуманитарным предметам). В этом случае рассматриваемая нами модель обучения (3) может быть изменена следующим образом:

$$\begin{cases} x_1(t+1) = \alpha_1 \cdot x_1(t) + \beta_1 \cdot V_1(t) + \\ + \gamma_1 \cdot Z_1(t) + \delta_{12} \cdot x_2(t) + \dots + \delta_{1n} \cdot x_n(t) \\ x_2(t+1) = \alpha_2 \cdot x_2(t) + \beta_2 \cdot V_2(t) + \\ + \gamma_2 \cdot Z_2(t) + \delta_{21} \cdot x_1(t) + \dots + \delta_{2n} \cdot x_n(t) \\ \dots \\ x_n(t+1) = \alpha_n \cdot x_n(t) + \beta_n \cdot V_n(t) + \\ + \gamma_n \cdot Z_n(t) + \delta_{n1} \cdot x_1(t) + \dots + \delta_{n,n-1} \cdot x_{n-1}(t) \end{cases}, \quad (5)$$

где $x_i(t+1)$ — уровень знаний по i -тому предмету (комплексу предметов), по которому осуществляется подготовка в момент времени $(t+1)$;

$x_i(t)$ — уровень знаний по i -тому предмету (комплексу предметов), по которым осуществляется подготовка в момент времени t ;

$V_i(t)$ — фактор тренировки по i -тому предмету (комплексу предметов) (контрольные работы, курсовые работы, практики и т.п.) учащегося;

$Z_i(t)$ — фактор обучения (базовые знания) учащегося по предмету i (комплексу предметов);

$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ — индивидуальные коэффициенты потенциала обучающегося по i -тому предмету (комплексу предметов).

Решение системы уравнений (5) в момент времени k примет вид:

$$\begin{aligned} x_i(k) &= \alpha_i^k \cdot x_{0i} + \beta_i \cdot \sum_{j=0}^{k-1} V_{ij} \cdot \alpha_i^{k-1-j} + \\ &+ \gamma_i \cdot \sum_{j=0}^{k-1} Z_{ij} \cdot \alpha_i^{k-1-j} + \\ &+ \Delta \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^{k-1} x_{ij} \cdot \alpha_i^{k-1-j}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n; \quad k = 1, 2, 3, \dots \end{aligned} \quad (6)$$

Данную модель можно применить для оценивания уровня компетентности студентов образовательных учреждений следующим образом.

Уровень обученности $x(k)$ привязываем к i -той компетенции ФГОС ВО или СПО. Каждая компетенция формируется определенным набором дисциплин, предполагающих обязательное прохождение промежуточной аттестации и текущего контроля, при которой мы измеряем уровень обученности студента в момент времени t .

Тогда для модели (5) получим: $x_i(k)$ — уровень компетентности студента по i -той компетенции в момент времени k ; x_{0i} — уровень компетентности сту-

дента, определенный по результатам входного контроля на первой дисциплине в учебном плане, формирующей выбранную для эксперимента i -тую компетенцию; $V_i(k)$ — фактор тренировки (семинары, практические задания, ИДЗ, курсовые работы, междисциплинарные программные комплексы и т.п.); $Z_i(k)$ — фактор обучения (лекции, чтение литературы по предмету и т.п.).

После оценивания уровня компетентности по обучающимся в информационной системе «Содействие трудоустройству выпускников» формируется таблица результатов оценки уровня сформированности всех компетенций в рамках конкретного направления [8, с. 6].

Примерный вид результатов оценки уровня сформированности компетенций выпускников представлен в таблице, где $K_i, i = 1, \dots, n$ — список компетенций;

$G_k, k = 1, \dots, N$ — список тестируемых выпускников; $УК_k$ — интегральная оценка компетенции выпускника k ; w_i — «вес» компетенции i для работодателей.

Результаты оценки уровня сформированности компетенций

	K_1	...	K_n	$УК_k$
G_1	K_{11}	...	K_{1n}	$УК_1$
G_2	K_{21}	...	K_{2n}	$УК_2$
...
G_N	K_{N1}	...	K_{Nn}	$УК_N$
w_i	w_1	...	w_n	

Оценка по компетенции определяется результатом освоения дисциплины, составляющим тематическую область данной компетенции. Для анализа результатов тестирования по той или иной компетенции была выбрана однопараметрическая модель Г. Раша, которая трансформирует измерения, сделанные в дихотомических и порядковых шкалах в линейные измерения, в результате качественные данные анализируются с помощью количественных методов [9, с. 63; 10, с. 430].

Интегральная оценка компетентности k -го выпускника ($УК_k$) вычисляется по формуле

$$УК_k = \frac{\sum_{i=1}^T w_i \cdot x_{ik}}{\sum_{i=1}^T w_i} * 100. \quad (7)$$

Таким образом, математическое моделирование процесса формирования компетентности обучающихся позволит объективно оценивать эффективность обучения, выявлять степень взаимовлияния смежных дисциплин и прогнозировать на основе индивидуальных характеристик потенциала обучающихся уровень компетентности выпускников через определенные промежутки времени.

Библиографический список

1. Сабанаев И.А., Сабанаева З.Ф. Компьютерное моделирование процесса обучения и накопления знаний // Вестник Казанского технологич. ун-та. — 2012. — Т. 15, № 18.
2. Прошин Д.И., Руденко Н.Н. Математическое моделирование самоуправления обучающимися процессом обучения в образовательных системах // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1-1. — С. 60.
3. Илюхин Б.В., Лепустин А.В., Кацман Ю.Я. Математическое моделирование влияния контекстных факторов на уровень подготовленности абитуриентов учреждений высшего профессионального образования Российской Федерации // Доклады Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. — 2015. — № 2(36).
4. Найниш Л.А., Тишина Е.М. Повышение эффективности процесса обучения методами математического моделирования // Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. — 2008. — № 2.
5. Каратаева В.В., Хворова Л.А. Моделирование, диагностика и прогнозирование процесса обучения // Известия Алтайского гос. ун-та. — 1998. — № 4.
6. Досымова М.В. Анализ чувствительности и устойчивости линейной математической модели процесса обучения // Известия Алтайского гос. ун-та. — 2014. — № 1-1(81). DOI:10.14258/izvasu(2014)1.2-15
7. Оскорбин Н.М. Математическое моделирование социальных и экономических систем по произведениям А.С. Пушкина // Ломоносовские чтения на Алтае : сборник науч. ст. Междунар. школы-семинара, Барнаул, 20-23 ноября, 2012 г. : в 4 ч. — Барнаул, 2012. — Ч. II.
8. Досымова М.В., Жданова Е.А. Разработка информационной системы содействия трудоустройству выпускников вуза на примере Рубцовского института (филиала) Алтайского государственного университета // Интернет-журнал «Наукведение». Т. 7, № 6 (2015). [Электронный ресурс]. — URL: naukovedenie.ru/PDF/47TVN615.pdf (доступ свободный). DOI: 10.15862/47TVN615.
9. Карнаухов В.М. От модели игры к модели Раша // Информатизация образования и науки. — 2014. — № 4(24).
10. Сафаров Р.Х., Панищев О.Ю. Численное моделирование инвариантности оценки знания относительно трудности тестовых заданий в рамках модели Г. Раша // Образовательные технологии и общество. — 2015. — Т. 15, № 1.