

МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ, НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 519.711.2

Е.Н. Царева, М.Н. Рыжкова
Муромский институт ФГОУ ВПО «Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых», г. Муром

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБУЧАЕМОГО ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Предложено формальное описание учащегося, используемое в целях формирования индивидуальной траектории обучения. Модель учитывает не только знания, умения и навыки учащегося, но и его индивидуальные особенности и предпочтения. Кроме того, выявлены взаимосвязи этих характеристик. Подобное описание учащегося позволяет индивидуально сформировать не только учебный материал, но и дать рекомендации для освоения материала, что важно как для дистанционного образования, так и для самообразования учащихся.

Ключевые слова: обучение, модель обучаемого, индивидуальная траектория.

Введение

Развитие дистанционного образования в России сформировало ряд требований к модернизации учебного процесса. Важным достижением оказалась возможность индивидуализации процесса образования как следствие внедрения информационных технологий в процесс дистанционного обучения. Для этого стало необходимым определять личные знания, умения и навыки учащегося, а также его личностные характеристики и предпочтения.

Образовательный процесс – это сложная система, которая состоит из большого количества элементов и связей, подчиняющихся определенным правилам.

На процесс обучения могут влиять различные факторы:

- 1) когнитивные – факторы, определяющие склонности и способности обучающегося;
- 2) временные – факторы, определяющие время усвоения предоставленной информации;
- 3) факторы внешней среды, влияющие на процесс обучения;
- 4) психологические – факторы, определяющие психологическое состояние обучающегося.

Процесс обучения затрагивает такие виды деятельности, как теоретическое обучение, обучение решению качественных и количественных задач, обучение способам выполнения практических работ. Для построения индивидуальной траектории обучения необходимо учитывать начальный уровень знаний учащегося по предмету или разделу курса, а также его предпочтения в обучении. В

статье предложен способ описания знаний, умений и навыков обучающегося, а также описание его личностных характеристик, что составило математическую модель обучающегося.

1. Факторы, влияющие на процесс обучения

В зависимости от начальных знаний, определяемых с помощью входного контроля, могут быть выделены несколько уровней образовательных траекторий (табл. 1).

Для того чтобы процесс обучения дал хорошие результаты, нужно учесть факторы, влияющие на процесс обучения, предпочтения студентов и параметры взаимного влияния этих факторов. Полученная математическая модель позволит оптимизировать процесс обучения индивидуально для каждого студента.

Для определения влияния факторов на процесс обучения были выбраны самые значимые факторы:

1. Черты характера / особенности памяти, поведение.
2. Самоорганизация (способность к самостоятельным занятиям).
3. Наличие свободного времени.
4. Желание / нежелание учиться.
5. Наличие других каких-либо интересов, не связанных с учебной деятельностью.
6. Факультативная деятельность.
7. Общение с другими студентами и преподавателями.
8. Поддержка / отсутствие поддержки со стороны окружающих, родителей.
9. Состояние здоровья.

10. Материальное положение.

2. Анализ взаимовлияния характеристик обучаемого

Каждый из указанных факторов является не только важным сам по себе, но влияет на остальные факторы. В табл. 2 представлены взаимодействия перечисленных факторов (весов). Знаком «-» отмечены веса факторов, которые взаимоисключают друг друга. Знаком «+» отмечены веса факторов, которые взаимодополняют друг друга. Знаком «0» отмечены веса факторов, не взаимодействующих друг с другом. Здесь ω_n – вес фактора. Данные о взаимодействии факторов были получены с помощью проведенного корреляционного анализа.

Весовые коэффициенты факторов были определены экспертным методом. Для этого были опрошены студенты Муромского института Владимирского государственного университета, а также слушатели подготовительных курсов. Обучаемым было предложено расположить факторы, влияющие на процесс обучения, в соответствии с их важностью. Полученные результаты позволили ранжировать факторы по значимости и определить их весовые коэффициенты (табл. 3).

Предположим, что взаимодействие выбранных факторов зависит от коэффициента r , так называемого коэффициента корреляции, при этом $r = (-1, 0, +1)$.

То есть если $r = -1$, то факторы взаимоисключают друг друга; если $r = 0$, то факторы не взаимодействуют между собой; если $r = +1$, то факторы взаимодополняют друг друга. Таким образом, если:

1) факторы взаимоисключают друг друга:

$$W = f_i \omega_i + f_j \omega_j (1 - r); \quad (1)$$

2) факторы взаимодополняют друг друга:

$$W = f_i \omega_i + f_j \omega_j (1 + r); \quad (2)$$

3) факторы не взаимодействуют:

$$W = f_i \omega_i + f_j \omega_j, \quad (3)$$

где W – влияние факторов и их параметров на процесс обучения; ω_n – вес фактора, влияющего на процесс обучения; f_n – параметры влияния факторов на процесс обучения.

Значения самих факторов f_n определяются для каждого обучаемого индивидуально перед началом формирования траектории обучения. Часть из значений определяется различными тестами (например, особенности характера и способности к самоорганизации), а остальные – опросом обу-

Таблица 1

Уровень обучения в зависимости от результатов входного контроля по каждому виду деятельности

Уровень знаний, определенный входным тестированием	Уровень обучения
От 0 до 0,3	1-й уровень обучения
От 0,31 до 0,6	2-й уровень обучения
От 0,61 до 0,8	3-й уровень обучения
От 0,81 до 1	4-й уровень обучения

Таблица 2

Таблица определения взаимодействия весов друг с другом

Факторы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ω_1	0	+	-	+	+	+	-	+	0
2	-	ω_2	+	+	-	+	-	+	+	0
3	0	-	ω_3	+	+	-	+	+	-	+
4	+	+	+	ω_4	+	0	+	+	+	-
5	+	+	+	+	ω_5	-	-	+	+	+
6	+	-	-	+	-	ω_6	-	+	-	+
7	+	+	0	+	+	-	ω_7	-	+	-
8	-	+	+	+	+	+	+	ω_8	+	0
9	+	0	+	-	+	-	-	+	ω_9	0
10	0	+	0	0	0	+	+	-	0	ω_{10}

чаемых. Каждому варианту ответа присваивается собственное значение. Все собственные значения равноценные и означают конкретную рекомендацию в ходе формирования индивидуальной траектории обучения (табл. 4).

3. Математическая модель обучаемого

Для того чтобы корректно сформировать индивидуальную траекторию обучения, необходимо учесть влияние каждого фактора на процесс обучения.

В зависимости от полученного весового коэффициента для каждого фактора можно сформировать определенные рекомендации к обучению.

Математически алгоритм нахождения весового коэффициента можно представить в следующем виде.

Обозначим $W = 0$ и

$$a = \omega_1 \times f_1; b = \omega_2 \times f_2; c = \omega_3 \times f_3; d = \omega_4 \times f_4; \\ e = \omega_5 \times f_5; g = \omega_6 \times f_6; h = \omega_7 \times f_7; k = \omega_8 \times f_8; \\ l = \omega_9 \times f_9; m = \omega_{10} \times f_{10};$$

тогда

$$W = a + b + c + d + e + g + h + k + l + m.$$

Были взяты только те факторы, которые взаимодополняют друг друга (в табл. 2 отмечены знаком «+»), и, исходя из этого, был составлен следующий алгоритм зависимостей факторов:

Взаимодействие факторов 1–4:

$$x = a + 2 \times d;$$

$$y = d + 2 \times a;$$

выбирается $\min(x, y)$: если $x < y$, то

$$W = W + 2 \times d; \text{ иначе } W = W + 2 \times a.$$

Взаимодействие факторов 1–5:

$$x = a + 2 \times e;$$

$$y = e + 2 \times a;$$

выбирается $\min(x, y)$: если $x < y$, то $W = W + 2 \times e$; иначе $W = W + 2 \times a$.

Аналогично вычисляются и остальные весовые коэффициенты.

Был получен конечный результат W_n – влияние факторов и их параметров на процесс обучения.

Далее для вычисления нагрузки студента необходимо определить максимально возможный коэффициент влияния $W_{n \max}$. Для этого необходимо в слагаемые W – влияние факторов и их параметров на процесс обучения – подставить значения весов факторов ω_n , которые получились в анализе факторов обучения методом экспертных оценок, и максимальное значение параметров влияния факторов $f_n = 1$.

Так, например, для самого значимого фактора – черты характера / особенности памяти, поведение – максимальное значение коэффициента влияния равно

$$a = 0,171 \times 4 = 0,684.$$

Для второго фактора – недостаток свободного времени – максимальное значение коэффициента влияния равно следующему значению:

$$b = 0,164 \times 4 = 0,656.$$

И так далее, необходимо рассчитать максимальное значение коэффициента влияния для каждого представленного фактора, влияющего на процесс обучения.

Таблица 3

Весовые коэффициенты факторов

Название фактора	Весовой коэффициент ω
Черты характера / особенности памяти, поведение	0,171314
Недостаток свободного времени	0,1643886
Состояние здоровья	0,1350465
Факультативная деятельность	0,1219245
Общение с другими студентами и преподавателями	0,1146346
Поддержка / отсутствие поддержки со стороны окружающих, родителей	0,0920357
Наличие других каких-либо интересов, не связанных с учебной деятельностью	0,0708948
Желание / нежелание учиться	0,0550392
Самоорганизация (способность к самостоятельным занятиям)	0,0386368
Материальное положение	0,0360853

Максимальные значения приведены в табл. 5.

Уравнение нормировки выглядит следующим образом:

$$A_i = \frac{W_i}{W_{i \max}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где W_i – влияние i -го фактора и его параметров на процесс обучения; $W_{i \max}$ – максимальное влияние

факторов и их параметров на процесс обучения; A_i – нормированный весовой коэффициент нагрузки для обучающегося. Вся нагрузка определяется множеством нормированных весовых коэффициентов для каждого фактора:

$$A = (A_1, A_2, \dots, A_{10}).$$

Таблица 4

Распределение значений факторов обучения по важности

Фактор	Варианты выбора	Значение
Черты характера / особенности памяти, поведение	Тестирование по Айзенку	1
		2
		3
		4
Недостаток свободного времени	а) 10 ч; б) 8 ч; в) 6 ч; г) 4 ч	1
		2
		3
		4
Состояние здоровья	а) Хорошее; б) удовлетворительное; в) имею ограниченные возможности	1
		2
		3
Факультативная деятельность	а) Посещаю, они связаны с определенной дисциплиной; б) посещаю, это дополнительная информация по общему курсу; в) не занимаюсь	1
		2
		3
Общение с другими студентами и преподавателями	а) Да, если данная тема мне не понятна; б) да, хочу узнать дополнительную информацию; в) нет, стараюсь самостоятельно ответить на возникшие вопросы	1
		2
		3
Поддержка / отсутствие поддержки со стороны окружающих, родителей	а) Поддерживают; б) не поддерживают; в) относятся к моему обучению безразлично	1
		2
		3
Наличие других каких-либо интересов, не связанных с учебной деятельностью	а) Имею, они связаны с моей учебной деятельностью; б) имею, они не связаны с моей учебной деятельностью; в) не имею, занимаюсь только учебой	1
		2
		3
Желание/нежелание учиться	а) Да; б) нет	1
		2
Самоорганизация (способность к самостоятельным занятиям)	Тестирование по Р.Б. Кеттелла	0,05; 0,15; 0,25; 0,35; 0,45; 0,55; 0,65; 0,75; 0,85; 0,95; 1,05; 1,15; 1,25; 1,35; 1,45; 1,55
Материальное положение	а) Богатый; б) среднеобеспеченный; в) малообеспеченный	1
		2
		3

Таблица 5

Максимальные значения весовых коэффициентов факторов

Фактор	Максимальное значение $W_{\max}$
Черты характера / особенности памяти, поведение	0,684
Недостаток свободного времени	0,656
Состояние здоровья	0,405
Факультативная деятельность	0,366
Общение с другими студентами и преподавателями	0,345
Поддержка / отсутствие поддержки со стороны окружающих, родителей	0,276
Наличие других каких-либо интересов, не связанных с учебной деятельностью	0,213
Желание / нежелание учиться	0,11
Самоорганизация (способность к самостоятельным занятиям)	0,108
Материальное положение	0,06

Нормирование учебного процесса является заключительной стадией в процессе проектирования обучающего модуля и играет очень важную роль в моделировании, проектировании и оптимизации учебного процесса.

Заключение

Для повышения эффективности обучения в современном образовании важно индивидуализировать учебный материал. Особенно это важно в процессе дополнительного образования, самообразования, а также в системе дистанционного обучения. Для построения индивидуальной траектории обучения необходимо пользоваться моделью обучаемого. Если при создании модели учесть наиболее важные характеристики обучаемого и их значимость в процессе обучения, а также их взаимосвязи, то можно получить параметры процесса обучения, которые будут определять индивидуальную траекторию обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананишев В.М. Моделирование в сфере образования // Системная психология и социология. – 2010. – Т. 1, № 2. – Режим доступа: http://www.systempsychology.ru/journal/2010_1_2/36-ananishnev-vm-modelirovanie-v-sfere-obrazovaniya.html (дата обращения: 1.10.2013).
2. Платонова А.С., Рыжкова М.Н. Совершенствование методологии и методики оценивания учебных достижений учащихся [Электронный ресурс] // Системный анализ в науке и образовании: электрон. науч. журнал. – 2010. – №3. – Режим доступа: <http://www.sanse.ru/archive/17> (дата обращения: 27.10.2013).
3. Рыжкова М.Н. Система адаптивного довузовского обучения // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – №2. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2009. – С. 32–37.
4. Рыжкова М.Н., Царева Е.Н. Модель обучаемого как основа для индивидуализации учебного процесса // Методы и устройства передачи и обработки информации. Научно-технический журнал. – 2012. – № 14. – С. 119–121.

5. Царева Е.Н. Моделирование системы оптимизации учебного процесса // Наука и образование в XXI веке: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. 30 сентября 2013 г. – Ч. 28. – Тамбов, 2013. – Режим доступа: http://www.ucom.ru/doc/conf/2013_09_30_28.pdf (дата обращения: 1.11.2013).

Tsareva E.N., Ryzhkova M.N.

Murom Institute, branch of Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs, Murom, Russia

SYSTEM FOR LEARNING PROCESS OPTIMIZATION

Keywords: optimization of the educational process, particularities, learning trajectory, model of system.

Development of distance education in Russia has formed a number of requirements for the modernization of the educational process. An important achievement has been revealed the ability to customize the process of education as a consequence of introduction of information technology into distance learning. Thus it became necessary to determine the student's personal knowledge and skills as well as his personal characteristics and preferences.

It is required to use the model of the student for the design of individual learning path. If we create a model taking into account most important characteristics of the student and their importance in the learning process, as well as their relationship, it is possible to obtain the parameters of the learning process, which will determine the individual learning path.

When forming an individual learning path, it is desirable to consider the student's current knowledge and skills; usually for this purpose entrance tests on the discipline are held in distance learning system. However, for successful mastering material it is also necessary to

take into account the student's personal particularities that are important for determination of training duration and intensity, as well as his preference in educational process.

In the course of the material analysis devoted to optimization of educational process we have allocated 10 factors that influence the learning process most of all: character features / memory particularities, behavior, self-organization, existence of free time, willingness to learn, the presence of any other interests unrelated to educational activities, optional activities, communication with other students and teachers, support of others, health and financial status.

Each of these factors is important itself and as well all they impact to one another. The paper considers the interrelated influence of the factors and also the weights of factors indicating the level of factor influence on the learning process. Factor values are determined for each student individually before the learning path designing. A part of the values is determined by various tests (for example, character particularities and ability to self-organization), and the rest by the survey of trainees.

The mathematical model of individual learning trajectory designing for each student takes into account the ratio of factors. Subject to the weighting factor obtained for each factor it is possible to determine the

recommendations for learning. The total load is determined by many normalized weights for each factor.

It is particularly important in the process of further education, self-education, and in distance learning system as well.

REFERENCES

1. *Ananichev V.M.* Modeling in education // System-psychology and sociology. – 2010. – So 1, № 2. – Mode of access: http://www.systempsychology.ru/journal/2010_1_2/36-ananishnev-vm-modelirovanie-v-sfere-obrazovaniya.html (date of access: 1.10.2013).
2. *Platonov A.S., Ryzhkov M.N.* Improvement of methodology and methods of assessment of student learning [Electronic resource] // System analysis in science and education: an electron. nauch. the journal. – 2010. – №3. – Mode of access: <http://www.sanse.ru/archive/17> (date of education: 27.10.2013).
3. *Ryzhkov M.N.* Adaptive pre-University training // the Bulletin of the Nizhny Novgorod University. N.I. Lobachevsky. – №2. Mr.. Novgorod: Publishing house of the Nizhny Novgorod state University to them. N.I. Lobachevsky, 2009. – S. 32-37.
4. *Ryzhkov M.S., Tsareva E.N.* The student model as the basis for the individualization of educational process // Methods and devices transmitting and processing information. Scientific and technical journal. – 2012. – № 14. – S. 119-121.
5. *Tsareva E.N.* Modeling system for optimization of educational process // Science and education in XXI century: collected scientific articles. Tr. by Mat-Lam international. nauch.-practical use. Conf. September 30, 2013 – Am 28. – Tambov, 2013. – Mode of access: http://www.ucom.ru/doc/conf/2013_09_30_28.pdf (date of access: 1.11.2013).