

УДК 004.89

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАССЫ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Медведев Р.Е.

*ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет»,  
Рязань, e-mail: roman\_medvedev@inbox.ru*

В статье рассматривается процесс моделирования индивидуальной трассы изучения единиц учебно-методического материала и решения контрольных задач. Выделены элементы ситуации, при которых процесс обучения будет наиболее эффективным, формализованы основные понятия. Приведены формулы для работы с базой знаний системы дистанционного обучения, необходимые для моделирования индивидуальной трассы обучения. Результатом исследовательской работы является математический формализм, позволяющий адекватно смоделировать индивидуальную трассу обучения, учитывающую не только реальные знания ученика на конкретный момент времени, но и психологический тип личности обучаемого. Применение полученной модели в системе дистанционного обучения повысит эффективность процесса обучения путем его адаптации под нужды конкретного обучаемого и автоматизации работы преподавателя по формированию последовательности изучения единиц учебного материала.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, модель знаний, индивидуальная трасса обучения, математическое моделирование

## MODELING OF INDIVIDUAL ROUTES LEARNING OF MATERIAL BASED ON THE KNOWLEDGE BASE OF DISTANCE LEARNING SYSTEM

Medvedev R.E.

*Ryazan State Radioengineering University, Ryazan, e-mail: roman\_medvedev@inbox.ru*

The article deals with the modeling process of individual routes learning of units instructional material and solutions test problems. Identified the element a situation in which the process of learning will be most effective and formalized the basic concepts. Provides formulas to work with the knowledge base of distance learning system, necessary for simulation of individual routes learning. The result of the research work is the mathematical formalism that allows you to simulate properly individual route learning that takes into account not only the real student knowledge at a particular time but also the psychological type of the individual student. Use of the obtained model in distance learning system will increase the efficiency of the learning process by adapting it to the needs of a particular student's and automating the work of the teacher on formation of a sequence of units of instructional material.

**Keywords:** distance learning, model of knowledge, individual learning route, mathematic modeling

Эффективность дистанционного образования может быть существенно повышена путем построения индивидуальной трассы изучения учебного материала, основанной на знаниях об обучаемом, приобретенных во время его работы с системой дистанционного обучения (СДО). В современных СДО индивидуальную трассу обучения формирует преподаватель, который в большинстве случаев ориентируется на усредненного по своей подготовленности ученика и не учитывает реальных знаний конкретного обучаемого. При этом не учитывается психологический тип личности обучаемого, который согласно исследованиям, проведенным в работах [5, 6], непосредственно влияет на эффективность процесса обучения. В данной работе не ставится цель исследовать множество существующих психологических типов личностей. Однако в качестве одной из важных задач считается получение математического формализма, дающего возможность учитывать такие типы, каким бы сложным разнообразием они ни отличались. Автоматизация формирования индивидуальной трассы обучения,

учитывающей психологический тип личности, а также реальные знания обучаемого на конкретный момент времени, позволит повысить эффективность работы СДО.

**Целью работы** является разработка математического формализма, достаточного для адекватной классификации обучающихся по широкому спектру психологических свойств их личностей, с целью выявления наиболее эффективных учебных ресурсов, пригодных обучаемым с конкретными психологическими особенностями и текущим уровнем знаний.

**Методы исследования.** Методы общей алгебры и теории множеств.

### Результаты исследования и их обсуждение

При выборе учебного материала для усвоения навыков решения какого-либо класса задач помимо психологического типа личности обучаемого необходимо учитывать соответствующие особенности учебного материала и особенности тестовых задач [3]. Перед тем как начать обучение, необходимо обеспечить все основные элементы

ситуации, при которых обучение будет наиболее эффективным, а именно:

– обучающемуся должен быть предоставлен учебно-методический материал, достаточный по своему содержанию для достижения поставленных целей обучения;

– учебно-методический материал должен соответствовать уровню подготовленности обучающегося;

– материал должен соответствовать по форме изложения, сложности и подробности психологическому типу личности обучающегося;

– тестовая задача на конкретный момент времени должна соответствовать уровню подготовленности обучающегося с учетом психологического типа личности;

– последовательность предлагаемого материала и тестовых заданий должна соответствовать психологическому типу обучающегося.

Для достижения сформулированных условий необходимо рассматривать следующие основные понятия:

$C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$  – множество понятий предметной области,

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_l\}$  – множество тестовых задач,

$M = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$  – множество единиц учебно-методического материала (элементы учебного материала),

$S = \{s_1, s_2, \dots, s_q\}$  – множество обучаемых,

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_w\}$  – множество психологических типов личности.

Сложность тестовой задачи  $p_i$  может быть выражена через функцию  $PCom(p_i): p_i \rightarrow [0, 1]$ , отображающую множество существующих задач в отрезок действительных чисел:

$$PCom(p_i) = \frac{|P'(C_{req})|}{|C_{chapt}|},$$

где  $|P'(C_{req})|$  – мощность множества требуемых понятий тестовой задачи;  $|C_{chapt}|$  – мощность множества всех понятий курса.

Аналогичным образом может быть определена сложность единицы учебного материала  $m_i$ , функция  $MCom(m_i): m_i \rightarrow [0, 1]$ , отображает множество существующих

учебно-методических материалов в отрезок действительных чисел:

$$MCom(m_i) = \frac{|M'(C_{req})|}{|C_{chapt}|},$$

где  $|M'(C_{req})|$  – мощность множества понятий, требуемых для изучения единицы учебно-методического материала.

Дифференциация типов определяется тем, насколько просто изучается заданный учебный материал, или насколько легко решается предложенная задача различными по психологическим типам обучающимися. Так, например, каждому элементу из множества единиц учебного материала можно сопоставить подмножество психологических типов, которые наиболее просто смогут усвоить этот материал. Это задается с помощью функционального соответствия

$$MType(m_j, t_k): m_j \times t_k \rightarrow [0, 1]:$$

$$MType(m_j, t_k) = \frac{\sum_{i=1}^{|Tm|} MAcc(m_j, tm_{k,i})}{|Tm|},$$

где  $|Tm|$  – мощность множества характеристик единицы учебно-методического материала, используемых при определении психологического типа личности обучающегося;

$MAcc(m_j, tm_{k,i})$  – функция определения соответствия единицы материала  $m_j$   $i$ -й характеристике  $k$ -го типа личности  $tm_{k,i}$ .

Аналогично, для определения типа задачи можно также использовать аналогичное соответствие

$$PType(p_j, t_k): p_j \times t_k \rightarrow [0, 1]:$$

$$PType(p_j, t_k) = \frac{\sum_{i=1}^{|Tp|} MAcc(p_j, tp_{k,i})}{|Tp|},$$

где  $|Tp|$  – мощность множества характеристик тестовой задачи, используемых при определении психологического типа личности обучающегося;  $PAcc(p_j, tp_{k,i})$  – функция определения соответствия задачи  $p_j$   $i$ -й характеристике  $k$ -го типа личности  $tp_{k,i}$ .

Рассмотрим выражения, формализующие степень усвоения понятий предметной области обучающимся  $CSi(c_i, s_j): c_i \times s_j \rightarrow [0, 1]$  и степень его

принадлежности определенному типу личности  $TSt(t_i, s_j) : t_i \times s_j \rightarrow [0, 1]$ .

$$CSt(c_i, s_j) = \frac{|Pc_{view} = c_i|}{|Pc_{view}' = c_i|},$$

где  $|Pc_{view} = c_i|$  – мощность множества задач, решенных  $j$ -м обучаемым, в которых текущее понятие считается рассмотренным;  $|Pc_{view}' = c_i|$  – мощность множества задач как решенных  $j$ -м обучаемым, так и не решенных, в которых текущее понятие считается рассмотренным.

$$TSt(t_i, s_j) = \frac{\sum_{k=1}^{P_{stud,j}} PType(p_k, t_i)}{|P_{stud,j}|},$$

где  $|P_{stud,j}|$  – мощность множества всех решенных пользователем задач.

Зададим два соответствия, основанных на семантике понятий предметной области обучения:

– соответствие понятия  $c_i$  учебному материалу  $MSem(c_i, m_j) : c_i \times m_j \rightarrow [0, 1]$ :

$$\{M^+, P^+ : m_i, p_i \mid \forall m_i \in M, \forall p_i \in P,$$

$$MType(m_i, tm_k) > \min_{j=1}^n (m_j) \& PType(p_i, tp_k) > \min_{v=1}^m (p_v)\}.$$

Главным принципом выбора материала, как подмножества  $M^* \subseteq M$  и тестовых задач, как подмножества  $P^* \subseteq P$ , является такое формирование последовательности предоставления учебно-методического ма-

$$\{P^* : p_i \mid \forall c_i \in C, \forall p_i \in P, \exists s_j TSt(t_r, s_j) > \min_{r=1}^m (t_r) \& \\ \& CSt(c_i, s_j) > \min_{i=1}^n (c_i) \& PSem(c_i, p_i) > \min_{j=1}^m (p_j)\};$$

$$\{M^* : m_i \mid \forall c_i \in C, \forall m_i \in M, \exists s_j TSt(t_r, s_j) > \min_{r=1}^m (t_r) \& \\ \& CSt(c_i, s_j) > \min_{i=1}^n (c_i) \& MSem(c_i, m_i) > \min_{j=1}^m (m_j)\},$$

где функция вычисляет допустимые границы из отрезка отнесения элементов выделенным множествам. Здесь использованы четыре разных функции  $\min$ , вычисляющие границы для  $t_r, c_i, p_j, m_j$ . Однако для упрощения восприятия формул они были объединены в одну функцию.

Далее, принимая во внимание полную формулировку принципа отбора итоговых множеств материала  $M^0$  и задач  $P^0$ , необхо-

$$MSem(c_i, m_j) = \frac{1}{|Mc_{view}|}, \quad c_i \in Mc_{view}$$

где  $|Mc_{view}|$  – мощность множества рассмотренных понятий единицы учебно-методического материала;

– соответствие понятия  $c_i$  выбираемой тестовой задаче  $PSem(c_i, p_j) : c_i \times p_j \rightarrow [0, 1]$ :

$$PSem(c_i, p_j) = \frac{1}{|Pc_{view}| + |Pc_{serv}|};$$

$$c_i \in Pc_{view} \vee c_i \in Pc_{serv},$$

где  $|Pc_{view}|$  – мощность множества рассмотренных понятий тестовой задачи;  $|Pc_{serv}|$  – мощность множества вспомогательных понятий тестовой задачи.

Целью выбора материала, как подмножества  $M^+ \subseteq M$  и тестовых задач, как подмножества  $P^+ \subseteq P$ , является такой подбор учебно-методического материала и тестовых задач, который был бы достаточен для освоения навыков обучающимся с известным психологическим типом личности и уровнем первоначальных знаний:

материала и тестовых задач, которое соответствовало бы психологическому типу обучающегося, его текущей подготовленности с учетом уровней сложности задач, при которых обеспечивался бы минимальный срок усвоения материала:

димо вычислить пересечение полученных множеств:

$$M^0 \equiv M^* \cap M^+;$$

$$P^0 \equiv P^* \cap P^+.$$

Полученные множества содержат материал и задачи, выбранные специально для обучающегося определенного психологического типа, а также для предметной

области, понятия которой должен усвоить этот обучающийся.

Заключительным этапом формирования выборки задач и материала должен стать этап упорядочения элементов множеств  $M^0$ ,  $P^0$  для формирования индивидуальной трассы обучения. Результат этого этапа достигается упорядочением множеств с помощью функций сложности:

$$CortM(m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_k):$$

$$\forall m_i, m_{i+1} MCom(m_i) \leq MCom(m_{i+1});$$

$$CortP(p_1, p_2, \dots, p_j, \dots, p_l):$$

$$\forall p_j, p_{j+1} PCom(p_j) \leq PCom(p_{j+1}),$$

где  $CortM(m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_k)$  и  $CortP(p_1, p_2, \dots, p_j, \dots, p_l)$  соответственно кортежи последовательности выбора материалов и последовательности предложения тестовых задач.

### Выводы

В статье предложен математический формализм, позволяющий классифицировать обучающихся по набору их психологических характеристик и уровню знаний на конкретный момент времени. Результатом такой классификации является формирование индивидуальной последовательности изучения единиц учебно-методического материала и решения тестовых задач, соответствующей психологическому типу личности и уровню подготовленности обучающегося. Применение предложенного подхода в рамках системы дистанционного обучения позволит повысить эффективность образовательного процесса за счет адаптации процесса обучения под нужды конкретного обучающегося.

### Список литературы

1. Каширин Д.И., Каширин И.Ю. Модели представления знаний в системах искусственного интеллекта // Вестник РГРТУ. – 2010. – № 1. – С. 36–43.

2. Каширин Д.И., Каширин И.Ю., Пылькин А.Н. Полиморфическое представление знаний в Semantic Web: монография – М.: Горячая линия, Телеком, 2009. – 136 с.

3. Каширин И.Ю., Медведев Р.Е. Онтологическое накопление учебных знаний на основе сервиса информационных сетей // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2013. – № 3. – С. 75–85.

4. Козлов С.А. Генерация образовательных траекторий на основе динамических профилей обучаемых // Вестник Пермского университета. – 2009. – Вып. 3(29). – С. 139–143.

5. Кулагина И.Ю. Возрастная психология: Полный жизненный цикл развития человека / И.Ю. Кулагина, В.Н. Коллоцкий. – М.: ТЦ Сфера, 2003. – 464 с.

6. Райгородский Д.Я. Психология личности: хрестоматия: в 2 т. Самара: БАХРАХ-М, 2002. – Т.1. – 512 с.

7. Felder, R.M. and Silverman, L.K., 1988. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. Engineering Education. – Vol. 78. – № 7. – P. 674–681.

### References

1. Kashirin D.I., Kashirin I.Yu. *Vestnik RGRU*, 2010, no. 1, pp. 36–43.

2. Kashirin D.I., Kashirin I.Yu., Pyl'kin A.N. Polimorficheskoe predstavlenie znaniy v Semantic Web. Monografiya. M.: Gorjachaya linija, Telekom, 2009. 136 p.

3. Kashirin I.Ju., Medvedev R.E. *Nauchno-tehnicheskie ведомosti SPbGPU*, 2013, no. 3, pp. 75–85.

4. Kozlov S.A. *Vestnik Permskogo universiteta*, 2009, no. 3, pp. 139–143.

5. Kulagina I.Yu. *Vozrastnaja psihologija: Polnyj zhiznennyj cikl razvitiya cheloveka* / Kulagina I.Ju., Koljuckij V.N. M.: TC Sfera, 2003. 464 p.

6. Rajgorodskij D.Ja. *Psihologija lichnosti: hrestomatija: v 2 t.* Samara: BAHRAH-M, 2002. T.1. 512 p.

7. Felder, R.M. and Silverman, L.K., 1988. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. Engineering Education. Vol. 78. no. 7. pp. 674–681.

### Рецензенты:

Пылькин А.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ВПМ, ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань;

Каширин И.Ю., д.т.н., профессор кафедры ВПМ, ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань.

Работа поступила в редакцию 10.09.2013.