

Г. М. Цибульский, Р. В. Брежнев, Ю. А. Маглинец,

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБУЧАЕМОГО В ВИРТУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ MOODLE

Аннотация

В статье рассматривается динамическая модель обучаемого при работе с адаптивным обучающим курсом, определяются параметры, характеризующие способности обучаемого к применению получаемых знаний и умений. В конечном итоге формируется таксономия, описывающая рост уровня компетентности обучаемого на каждом шаге обучения. Приводятся результаты экспериментального исследования.

Ключевые слова: модель обучаемого, адаптивный электронный образовательный курс, Moodle, образовательная траектория.

Введение

Одним из современных трендов в развитии образовательных технологий в современном мире является рост степени автоматизации решения тех или иных образовательных задач. С каждым годом расширяется спектр вовлеченных в электронное обучение учебных заведений. Примером универсальной учебной платформы, объединяющей возможности платформ типа LMS, VLE, CMS и LCMS, является система Moodle [3].

Применение виртуальных образовательных сред позволяет проводить массовое онлайн-обучение путем разработки и внедрения в электронную среду учебно-измерительных материалов дисциплин и в целом призвано заметно снизить трудоемкость работы преподавателя и повысить привлекательность изучения дисциплины обучаемым.

Как правило, существующие электронные курсы ориентированы на «среднего» обучаемого и лишены возможности адаптироваться в соответствии с его индивидуальными особенностями. Однако понятие традиционной работы преподавателя включает не только трансляцию знаний от учителя к ученику,

но и персональный подход к обучаемому с учетом индивидуальных характеристик его мыслительных процессов, уровня концентрации, эмоционального состояния, предпочтения в учебном процессе, например, в типах примеров, стилях изложения, обучения и т. д. [1].

Для того чтобы управлять выбором формы и содержания учебно-измерительных материалов на каждом шаге обучения, образовательные среды должны обладать моделью обучаемого.

Моделированию обучаемого посвящено много работ, среди которых можно отметить [2–7, 9–11], но немногие из них посвящены моделированию умений обучаемого. И практически отсутствуют работы, в которых бы рассматривались вопросы формирования модели компетенций обучаемого.

В настоящей статье будет рассмотрено построение и использование компетентностной модели обучаемого. Она описывает все уровни компетентности обучаемого, начиная от некоторой «стартовой» компетентности и заканчивая компетентностью, приобретаемой обучаемым после изучения всех понятий предметной области изучаемой дисциплины. Более того, предлагаемая модель описывает рост компетентности

Контактная информация

Цибульский Геннадий Михайлович, доктор тех. наук, профессор, зав. кафедрой систем искусственного интеллекта, директор Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск; *адрес:* 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, д. 26; *телефон:* (391) 291-25-75; *e-mail:* GTSybulsky@sfu-kras.ru

Брежнев Руслан Владимирович, ст. преподаватель кафедры систем искусственного интеллекта Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск; *адрес:* 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, д. 26; *телефон:* (391) 291-25-75; *e-mail:* brejnev.ruslan@gmail.com

Маглинец Юрий Анатольевич, канд. тех. наук, доцент, руководитель научно-учебной лаборатории информационной поддержки космического мониторинга Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск; *адрес:* 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, д. 26; *телефон:* (391) 291-25-75; *e-mail:* ymaglinets@sfu-kras.ru

G. M. Tsybulsky, R. V. Brezhnev, Yu. A. Maglinets,
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

DYNAMIC MODEL OF STUDENT IN THE VIRTUAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT MOODLE

Abstract

The article considers the dynamic model of the student during the work with the adaptive learning course, the parameters characterizing the trainee's ability to apply the received knowledge and skills are determined. Ultimately, a taxonomy is formed that describes the increase of the level of competency of the student at each step of the learning. The results of the experimental study are presented.

Keywords: model of student, adaptive e-learning course, virtual educational environment Moodle, educational trajectory.

обучаемого при изучении понятий предметной области дисциплины. Кроме того, рассматриваемая модель описывает и нормативную модель обучаемого, которая задает требования к конечному состоянию обучаемого на каждом шаге обучения.

Модель обучаемого

Нормативная модель обучаемого формируется при проектировании его учебной деятельности путем создания для него индивидуального учебного плана (ИУП). При проектировании создается не только индивидуальное дерево учебных целей обучаемого, но и структурированное соответствующим образом содержание учебных материалов, а также соответствующие средства контроля достижения целей обучения на каждом шаге обучения, которые позволяют адаптивно управлять учебной деятельностью обучаемого.

Модель обучаемого содержит следующие данные: требуемый (нормативный) уровень освоения обучаемым знаний (Z_H), умений (U_H) и навыков (H_H) (ZUH). Причем эти требования проистекают из требований профессионального стандарта, который определяет, что должен знать обучаемый и на каком уровне он должен уметь оперировать с полученным знанием (обобщение, ограничение, пересечение, включение, объединение, дополнение), более того, он должен иметь навык оперирования со знанием в масштабе времени, определяемом профессиональной средой. Профессиональный стандарт определяет, например, для итоговой цели обучения ее координаты в пространстве компетенций, допустимый разброс этих координат (критерий компактности), т. е. он определяет в пространстве компетенций кластер допустимых итоговых целей. По аналогии с корневой вершиной дерева целей обучаемого все остальные вершины дерева означаются эталонами соответствующих кластеров целей.

В процессе изучения элементов ИУП осуществляется текущее означивание ZUH : на каждом шаге обучения определяются объем и уровень освоенных знаний (Z_T), уровень освоения операций над полученным знанием (U_T) в заданной профессиональной среде (H_T). H_T — время выполнения операции на полученном обучаемым знании на текущем шаге обучения. Как и с Z_T , U_T , если H_T существенно отличается от своего нормативного значения, т. е. не попадает в целевой кластер, то обучаемому предлагаются дополнительные упражнения.

Таким образом, модель обучаемого имеет следующий вид:

$$M_0 = \langle Z_H, U_H, H_H, Z_T, U_T, H_T \rangle \quad (1)$$

На каждом шаге обучения элементы M_0 принимают новые значения. И по мере того как обучаемый изучает одно понятие за другим, двигаясь вверх по дереву целей обучения, формируется полная модель обучаемого. Корневая вершина полной модели обучаемого характеризует значения всех итоговых компетенций, определяемых ИУП обучаемого. Итоговая цель обучения считается достигнутой, если корневая вершина полной модели обучаемого попадает в кластер допустимых целей многомерного пространства свойств (компетенций).

Методика измерения параметров модели обучаемого

Рассматриваемая модель предназначена для управления процессом обучения в адаптивной электронной образовательной среде. Управление адаптивным электронным обучающим курсом (АЭОК) характеризуется сменой образовательных траекторий, под которыми понимаются уровни обучения (l_i), зависящие от набранных обучаемым баллов в результате применения умений оперировать с пройденной порцией знаний, а также умения применять полученные знания в заданное время и отличающиеся различным объемом, формой и стилем изложения.

Множество Z_H в АЭОК можно представить в виде графа, где каждая вершина является понятием (P), а дуги (M) — переходами между понятиями (рис. 1).

$$\text{АЭОК} = \langle P, M \rangle \quad (2)$$

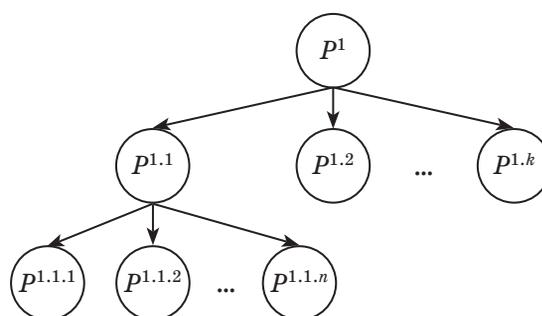


Рис. 1. Граф понятий АЭОК

Каждое понятие (P^i) характеризуется различными вариантами изложения (j). При этом P_j^i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$; варианты изложения $j = 1, 2, 3$. Вариант изложения включает в себя стиль изложения, стиль обучения, форму подачи материала, типы примеров в соответствии с предпочтениями или уровнем подготовки обучаемого. Время изучения понятия не ограничено, что позволяет обучаемому несколько раз обращаться к материалу в процессе обучения.

В качестве среды для проведения эксперимента реализуемости предложенной модели обучаемого была взята система Moodle, которая предоставляет следующие элементы учебной платформы для разработки АЭОК, позволяющие непосредственно фиксировать параметры модели обучаемого: тесты, анкеты, опросы, краткие вопросы и пр. Кроме того, система протоколирует все события, связанные с активностью пользователя относительно учебного курса, что позволяет оценивать временные характеристики.

Рассмотрим измерение элементов модели обучаемого на частном примере массового АЭОК «Корпоративные информационные системы», в котором задействованы 98 обучаемых.

Для задания некоторой начальной образовательной траектории каждому из обучаемых выполняется их ранжирование по уровню подготовки. Ранжирование осуществляется с помощью оценки результатов входного тестирования в соответствии с функцией оценки нормативных параметров умения U_H и навыка H_H (3).

$$f(m_i) = \begin{cases} l_1, & \text{если } 75 < m_i \leq 100 \\ l_2, & \text{если } 50 < m_i \leq 75 \\ l_3, & \text{если } 25 < m_i \leq 50 \end{cases} \quad (3)$$

где:

$f(m_i)$ — функция определения принадлежности обучаемого к уровню подготовки;

m_i — оценка обучаемого, измеряемая в баллах;

l_j — уровень подготовки, при этом: l_1 — продвинутый уровень, l_2 — средний уровень, l_3 — начальный уровень.

Если $m_i < 25$, то обучаемый не прошел входное тестирование или не освоил даже минимальную порцию материала, при этом следует рассматривать консультативный уровень, при котором проходит очная встреча с обучаемым.

Входное тестирование перед началом изучения курса включает задания на проверку остаточных знаний обучаемого после изучения дисциплин, предшествующих изучаемой дисциплине и необходимых для нее. Пример ранжирования по результатам входного тестирования приведен на рисунке 2.

Теперь рассмотрим процесс оценивания текущих значений умения и навыка обучаемого ($У_T, Н_T$) и влияние результатов оценивания на изменение траектории обучения. Уровень освоения операций над полученными знаниями ($У_T$) характеризуется заданиями на проверку умения применять полученное знание в решении задачи, построении диаграммы, модели и т. д. Оценить умение в виртуальной образовательной среде можно путем оценки простых

заданий на применение пройденной порции учебного материала. Время применения умения оперировать над полученным знанием не ограничено.

Обучаемому выставляется оценка m_i в зависимости от текущего количества набранных баллов и предлагается переход к изучению следующего понятия на одном из уровней обучения в соответствии с выражением (3).

Для измерения текущего значения навыка применения операций на полученном знании ($Н_T$) необходима модель профессиональной среды, которая характеризуется ограниченными нормативными временными рамками выполнения поставленной задачи. Понятие навыка определяется как количество операций, выполненных за единицу времени, поэтому навык зависит от времени приобретения необходимого уровня навыка, которое ограничено нормативными диапазонами: $Н_T \in (t_{н1}, t_{н2})$. Поскольку проверка навыка осуществляется на основе тестовых заданий, то диапазоны могут определяться исходя из профессионального стандарта. В рассматриваемом случае нормативные временные рамки стандартом не заданы, поэтому время выполнения задания теста определяется исходя из исследований, проведенных в работе [6].

Оптимальное время тестирования — это время от начала процедуры тестирования до момента наступления утомления, которое определяется моментом достижения максимума дисперсии тестовых результатов. На графике (рис. 3) показана зависимость дисперсии тестовых результатов от времени тестирования. Весь временной интервал разбивается

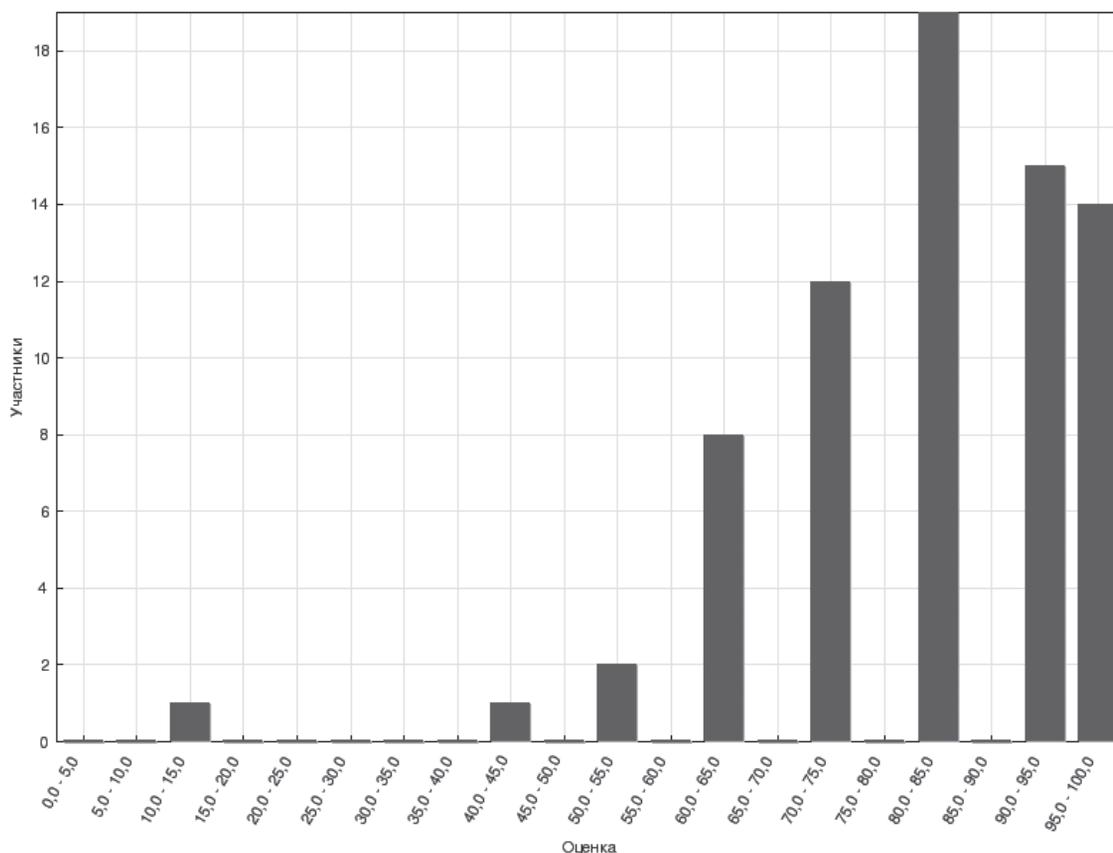


Рис. 2. Ранжирование обучаемых по результатам входного тестирования (O_0)

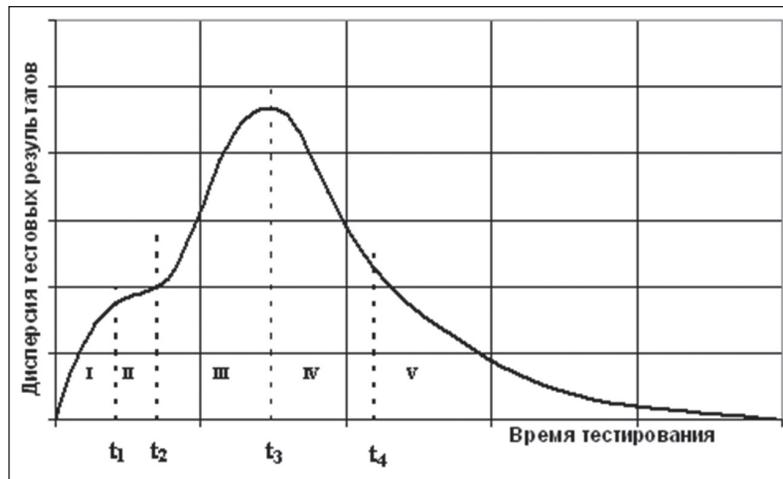


Рис. 3. График зависимости дисперсии тестовых результатов от времени тестирования

на пять областей: I, II, III, IV и V, характеризующихся различными диапазонами времени выполнения тестовых заданий. Практически авторами было выяснено, что оптимальное время выполнения заданий зависит от реакции и уровня подготовленности обучаемых. Дисперсия тестовых результатов растет, пока различия в реакции и уровне подготовленности обучаемых существенны (соответствует области I, II, III на графике), однако пик дисперсии в точке t_3 характеризует время наступления утомления, после которого эти различия нивелируются, дисперсия падает практически до нуля (области IV, V).

В данной работе оптимальное время тестирования было выбрано в соответствии с максимумом дисперсии, которому соответствует время t_3 на рисунке 3. В зависимости от текущего значения H_T^i обучаемому выставляется оценка за каждое i -е задание:

$$f(H_T^i) = \begin{cases} 75 < m_i \leq 100 & \text{при } t_{n1} < H_T^i < t_{n2} \\ 50 < m_i \leq 75 & \text{при } H_T^i = t_{n2} \\ 25 < m_i \leq 50 & \text{при } H_T^i > t_{n2} \end{cases} \quad (4)$$

где $f(H_T^i)$ — функция оценки текущего навыка.

Интегральная оценка H_T после выполнения всех заданий определяется количеством правильных ответов в диапазоне заданного времени, и затем пред-

лагается переход к изучению следующего понятия на одном из уровней обучения.

С точки зрения рассматриваемого курса оценка текущего навыка может быть измерена на основе ряда однотипных заданий на вписывание правильного фрагмента ответа в заданный промежуток времени. На рисунке 4 изображено время ответа одного из обучающихся на задание: «Указать правильное доминирование блоков диаграммы IDEF0». Нормативное время ответа на каждый вопрос такого задания — две минуты. Время определено максимумом дисперсии, которая должна быть рассчитана на этапе подготовки заданий и включает прочтение и осмысление нескольких блоков и вписывание подходящего в пропущенный фрагмент.

График позволяет оценить динамику изменения времени выполнения заданий обучаемым. Горизонтальная прямая линия обозначает нормативный уровень выполнения операции над знанием. Выход значений времени на кривой в точках «Тест 1. Вопрос 1» и «Тест 1. Вопрос 2» за нормативный уровень характеризует замедленную реакцию обучаемого, время, за которое обучаемый вникнул в суть задания, после чего приступил к его выполнению. Уменьшение значений времени выполнения заданий говорит о соответствующем уровне знаний, чтобы выполнить задания в рамках нормативного времени.

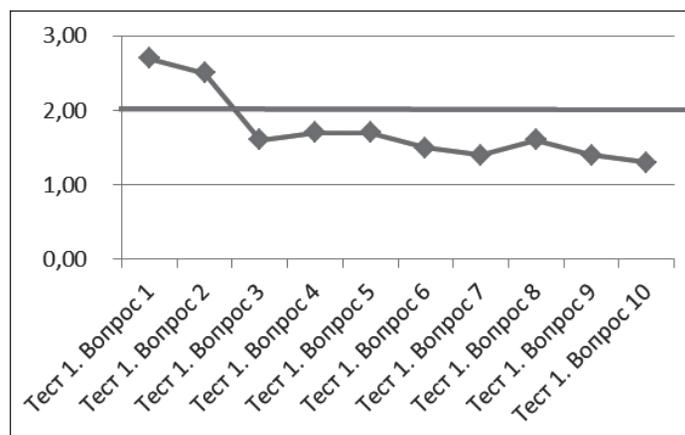


Рис. 4. График нормативных показателей выполнения однотипных заданий

Таким образом, управление процессом обучения в среде АЭОК характеризуется изменением траекторий обучения, для которых характерно перемещение по уровням обучения (l_i), зависящее от набранных баллов (m_i). Набранные баллы m_i , в свою очередь, зависят от результатов оценки умения и от навыка обучаемого.

Заключение

Предложена модель обучаемого, основные параметры которой описывают:

- нормативный уровень освоения обучаемым знаний;
- текущий уровень освоения обучаемым знаний, динамически изменяющийся на протяжении освоения курса;
- время изучения минимальной порции учебного материала;
- время освоения операций на знаниях;
- время приобретения необходимого уровня навыков.

Внедрение и использование модели обучаемого повышает качество учебного процесса и позволяет организовать адаптивное обучение. Исходя из классификации существующих моделей обучаемого (студента) [4], можно сделать обобщение: большинство систем, имеющих модель обучаемого, основаны на базе оверлейных — векторных и сетевых (графы знаний) моделей. Такие подходы не отражают всю необходимую информацию, а, как правило, включают только уровень знаний. Редко учитываются психологические характеристики обучаемого, его индивидуальные способности к обучению и восприятию учебного материала. Предлагаемая модель обучаемого является примером смешанного подхода, который позволяет организовать адаптивное обучение и, в отличие от большинства реализованных моделей, учесть скорость и стиль обучения, выполнение заданий, уровень умений и навыков, метод и стратегию обучения.

Состояние современных платформ электронного образования имеет значительный недостаток, который связан с отсутствием средств измерения Z_T , U_T , H_T . В первую очередь этот недостаток связан с различным пониманием модели обучаемого, а точнее, множества характеристик обучаемого [1, 2, 4, 5, 7–12]. Однако экспериментальные исследования, проведенные на 98 обучаемых, показали, что выходом из этой ситуации может быть совместное вариативное использование встроенных контрольно-измерительных элементов образовательной платформы, таких как тесты, вопросы, анкеты, опросы и т. д.

Другое, более эффективное, решение заключается в возможностях доработки платформы путем ее интеграции с собственными аналитическими системами, ядром которых является подходящая курсу модель обучаемого, позволяющая оценивать успеваемость обучаемого и адаптировать учебный процесс.

В качестве развития описанной модели могут быть рассмотрены и другие параметры процесса обучения, например, время освоения порции материала, частота обращения к учебным материалам, среднее время сеанса, число прерванных сеансов и др. Применение такой модели позволит разрешить ситуацию, в которой обучаемый не укладывается в заданные временные рамки прохождения курса.

Список использованных источников

1. Анохина-Наумец А. В. Интеллектуальная система оценивания знаний: модель студента и методика экспериментальной проверки алгоритма адаптации // Образовательные технологии и общество. 2011. № 2 (14).
2. Атанов Г. А. Моделирование учебной предметной области, или Предметная модель обучаемого // Educational Technology & Society. 2001. № 4 (1).
3. Бадарч Д. МООК: Реконструкция высшего образования // Высшее образование в России. 2014. № 10.
4. Буль Е. Е. Обзор моделей студента для компьютерных систем обучения // Educational Technology & Society. 2003. № 6 (4).
5. Зайцева Л. В. Методы и модели адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения // Educational Technology & Society. 2003. № 6 (3).
6. Ким В. С. Тестирование учебных достижений: монография. Уссурийск: Изд-во УГПИ, 2007.
7. Курейчик Вл. Вл., Тимашков Д. И. Имитационная модель оценки уровня компетентности на основе сетей Петри // Известия ЮФУ. Технические науки. Раздел VII. Проблемы образования. 2013.
8. Сташ Н., Бра Р. Де, Кристеа А. Адаптация к стилям обучения в системе общего назначения АНА! (Adaptive Hypermedia Architecture) // Educational Technology & Society. 2008. № 11(1). <https://cyberleninka.ru/article/v/adaptatsiya-k-stilyam-obucheniya-v-sisteme-obshchego-naznacheniya>
9. Devedzic V., Debenham J., Popovic D. Teaching Formal Languages by an Intelligent Tutoring System // Educational Technology & Society. 2000. № 3 (2).
10. Martins A., Faria L., Carvalho C. User Modeling in Adaptive Hypermedia Educational Systems // Educational Technology & Society. 2008. № 11 (1).
11. Murray T. Authoring Knowledge Based Tutors: Tools for Content, Instructional Strategy, Student Model, and Interface Design // Journal of the Learning Sciences. 1998. Vol. 7. № 1.
12. Ragnemalm E. L. Student Modelling in Practice; Bridging a Gap. <http://www.info2.uqam.ca/~nkambou/DIC9340/student-modelling-in-practice.pdf>