

ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СЦЕНАРИЕВ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

APPROACH TO THE FORMATION OF INDIVIDUAL LEARNING SCENARIOS BASED ON SIMULATION MODELING

Андрей Витальевич Горохов **Andrey Vitalievich Gorokhov**

доктор технических наук
GorokhovAV@volgatech.net

Наталья Александровна Власова **Natalia Aleksandrovna Vlasova**

кандидат сельскохозяйственных наук
VlasovANA@volgatech.net

Ксения Николаевна Широкова **Kseniya Nikolaevna Shirokova**

kssh9809@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Поволжский
государственный технологический
университет» (ПГТУ),
Россия, г. Йошкар-Ола

Volga State University of Technology (VSUT),
Russia, Yoshkar-Ola

***Аннотация.** Работа является продолжением исследований в области синтеза сценариев дистанционного обучения на основе компетентностных моделей профессиональной деятельности и обучаемого. Предлагается развитие подхода формирования сценариев обучения на основе эталонной компетентностной модели профессиональной деятельности [1]. Для поддержки генерации индивидуальных сценариев (траекторий) обучения используется мультиагентная модель образовательного процесса. Такой подход позволяет путем многократной имитации получить наилучшие траектории с точки зрения принятых критериев качества.*

***Ключевые слова:** компетентностная модель, мультиагентная модель, индивидуальная траектория обучения, качество образования.*

***Abstract.** This paper is a continuation of our research in the field of synthesis of distance learning scenarios based on competency-based models of professional activity and the student. The development of the approach to the formation of training scenarios based on the reference competence model of professional activity is proposed [1]. To support the generation of individual scenarios (trajectories) of learning, a multi-agent model of the educational process is used. This approach makes it possible to obtain the best trajectories from the point of view of the accepted quality criteria by repeated simulation.*

***Keywords:** competence model, multi-agent model, individual learning trajectory, quality of education.*

Внедрение в образовательный процесс индивидуальных сценариев (траекторий) обучения неизбежно приведет к многократному увеличению как комбинаторной, так и динамической сложности данного процесса, и соответственно встанет вопрос о создании эффективных инструментов для управления такими процессами. Динамическая сложность, возникающая в результате взаимодействия в системе петель обратной связи, приводит к усложнению причинно-следственных связей в системе, в частности, причина и следствие отдаляются друг от друга в пространстве и во времени. Это затрудняет применение классических способов управления системами, основанных на реагировании системы управления на возникающие инциденты, то есть реактивное управление. Для повышения эффективности управления сложными динамическими системами используются методы проактивного управления. Такие методы позволяют строить системы управления сложными объектами, способные упреждающе реагировать на возникающие инциденты. Для этого необходимы средства прогнозирования поведения объекта управления. В условиях сложных динамических систем наиболее эффективными средствами прогнозирования в настоящее время является имитационное моделирование [2]. Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. При этом важным достоинством такого моделирования является то, что временем в модели можно управлять. Идея имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных связей между ее элементами или другими словами — разработке симулятора исследуемой предметной области для проведения экспериментов.

Для выявления наиболее существенных связей между элементами исследуемой системы необходимо определить цель моделирования, что является основным положением системного подхода [3]. Целью в нашем случае является качество образования. Под «качеством» в обобщенном смысле понимается степень соответствия присущих объекту характеристик установленным требованиям. Качество образования можно определить как сбалансированное соответствие совокупности свойств и характеристик образовательного процесса, его результатов установленным потребностям, целям, требованиям и нормам, которые определяются предприятиями и государством в целом. Поэтому, в некотором приближении, качеством образования в вузе можно считать степень усвоения студентами дисциплин учебного плана, что позволяет формализовать задачу имитационного эксперимента [4].

В настоящее время актуальны три вида имитационного моделирования: дискретно-событийное моделирование, системная динамика, агентное моделирование. Наиболее подходящим для решения поставленной задачи, по мнению авторов, является мультиагентное моделирование. Технология мультиагентных систем ориентирована на совместное использование научных и технических достижений и преимуществ, которые дают методы искусственного интеллекта, современные локальные и глобальные компьютерные сети, распределенные базы данных и распределенные вычисления [5]. Принципиальным отличием такого построения прикладных систем является то, что в ней определяющим являются данные (факты), которые указывают направление вычислений. Здесь речь идет об открытых, активных системах, в которых главное внимание уделяется процессу взаимодействия агентов как причине возникновения системы с новыми качествами. Агент — это развитие известного понятия «объект», представляющего абстракцию множества экземпляров предметов реального мира, имеющих одни и те же свойства и правила поведения. Следовательно, агентами в модели образовательного процесса в вузе должны быть проактивные сущности в рамках данного процесса, которыми являются с точки зрения принятой цели моделирования студенты $S = \{s_1, \dots, s_k\}$ и преподаватели $P = \{p_1, \dots, p_q\}$. Шагом симуляции является один семестр, сцена (виртуальная среда взаимодействия агентов) определяется учебным планом и состоит из набора дисциплин на временной шкале (с шагом в один семестр) и связей меж-

ду ними. Связи показывают степень «опираемости» дисциплин, то есть насколько важно знание предыдущей дисциплины для усвоения последующей. Выходными параметрами являются значения уровней усвоения каждой дисциплины учебного плана каждым студентом (агентом S_i): z_{ij} — уровень усвоения j -й дисциплины i -м студентом, здесь $Z = \{ z_{ij} \}$ — матрица усвоения, где $i = 1..k, j = 1..n, k$ — количество студентов, n — количество дисциплин.

Матрицу усвоения дисциплин Z получаем в результате симуляции при начальных условиях, определяемых параметризацией агентов S и P . Выполняя различные срезы результатов имитации, получаем информацию о качестве образовательного процесса в целом. Срезами здесь являются: усредненный уровень усвоения всех дисциплин учебного плана; средний уровень усвоения конкретной дисциплины; количество студентов, усвоивших конкретную дисциплину. Можно рассматривать результаты с точки зрения математической статистики, представляя уровни усвоения дисциплин в виде распределения некоторой случайной величины, и анализируя ее характеристики с помощью данного математического аппарата.

Возможные срезы успеваемости: усредненный уровень усвоения всех дисциплин учебного плана —

$$Z_{cp} = \frac{1}{n * k} * \sum_{i=1, j=1}^{k, n} z_{ij} ;$$

средний уровень усвоения дисциплины —

$$Z_{cp}^j = \frac{1}{k} * \sum_i^k z_{ij} ;$$

количество студентов, усвоивших j -ю дисциплину не ниже заданного сечения (z_{lim}) —

$$S_{yca}^j = \{s_i \in S \mid z_{ij} \geq z_{lim}^j\} .$$

Решение задачи поддержки генерации индивидуальных сценариев (траекторий) обучения опирается на принцип Беллмана (динамическое программирование) [6]. На пространстве выходных параметров мультиагентной модели, которыми являются уровни усвоения каждой дисциплины ($Z = \{ z_j \}$, где $j = 1..n, n$ — количество дисциплин), задается целевая область Zg_m (где m — количество шагов симуляции модели). Эмпирически (в результате многократной симуляции) определяется область Zg_{m-1} — область, из которой возможен переход на последнем шаге симуляции в область Zg_m . Аналогично, но в обратной последовательности, определяются области: $Zg_{m-2}, Zg_{m-3}, \dots, Zg_1$. Как правило, $Zg_{i-1} > Zg_i$, то в результате получаем $(n+1)$ — мерную фигуру, похожую на конус (n — количество дисциплин, 1 — время). Далее параметризуется агент по данным конкретного студента, для которого необходимо построить индивидуальную траекторию обучения. В пошаговом режиме симуляции генерируются траектории, не выходящие на каждом шаге за пределы полученного «конуса». Все полученные траектории являются приемлемыми с точки зрения достижения цели обучения (попадания в целевую область Zg_m). Выбор наиболее подходящей траектории осуществляется в соответствии с принятым критерием качества, который является функционалом (как правило, свертка) от параметров модели. Нормирование параметров модели и определение коэффициентов свертки в работе не рассматриваются. Это задача отдельного исследования — выбор индивидуальной траектории обучения в результате компромисса между возможностями и пожеланиями студента, других студентов, преподавателей и возможностями образовательной организации.

Предлагаемый подход к формированию индивидуальных траекторий обучения на основе имитационного моделирования обеспечивает высокую эффективность управления образовательным процессом в современных условиях. Имитационный эксперимент

позволяет прогнозировать поведение сложного образовательного процесса при различных значениях управляющих параметров и начальных условиях, к которым относятся различные варианты реализации индивидуальных траекторий обучения. Такое прогнозирование обеспечивает существенное повышение эффективности управления сложным образовательным процессом за счет применения технологий проактивного управления.

Список литературы

1. *Новый* подход к формированию сценариев обучения на основе компетентностных моделей профессиональной деятельности и обучаемого / А. В. Горохов, И. В. Петухов, Л. А. Стешина, Н. А. Власова. Текст: непосредственный // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2021. Вып. 4. С. 32–35.

2. *Путилов, В. А.* Системная динамика регионального развития / В. А. Путилов, А. В. Горохов. Мурманск: Пазори, 2002. 306 с. Текст: непосредственный.

3. *Перегудов, Ф. И.* Введение в системный анализ / Ф. И. Перегудов Ф. П. Тарасенко. Москва: Высшая школа, 1989. 367 с. Текст: непосредственный.

4. *Быстров, В. В.* Новые информационные технологии в управлении качеством образовательной деятельности вуза / В. В. Быстров, А. В. Горохов, Ю. О. Самойлов. Текст: непосредственный // Новые информационные технологии в образовании: материалы международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 13–16 марта 2012 г. Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2012. С. 409–410.

5. *Поспелов, Д. А.* Многоагентные системы – настоящее и будущее / Д. А. Поспелов. Текст: непосредственный // Информационные технологии и вычислительные системы. 1998. № 1. С. 14–21.

6. *Беллман, Р.* Динамическое программирование / Р. Беллман; пер. с англ. И. М. Андреевой [и др.]; под ред. Н. Н. Воробьева. Москва: Издательство иностранной литературы, 1960. 401 с. Текст: непосредственный.