ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.9: 378.147

DOI: 10.34708/GSTOU.2021.13.11.001

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОННОЙ СРЕДЕ

© И. Р. Бериев, Э. Д. Алисултанова

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

Данная работа посвящена созданию адаптивной системы обучения в электронной среде. В ходе исследования сформулированы принципы, заложенные в концепцию проектирования такой системы. Представлена структура системы, которая включает модель предметной области (образовательного контента), модель пользователя, модель адаптации и модель оценки результатов обучения. В рамках предложенной системы разработан адаптивный электронный обучающий курс математической дисциплины. Обосновано, что успешное освоение такого курса обучающимися способствует формированию у них математической компетентности.

Ключевые слова: обучение в электронной среде, адаптивный электронный обучающий курс, персонализация, компетентностный подход.

Интенсивное внедрение цифровых технологий в жизнь современного общества, формирование информационного пространства и развитие электронных образовательных систем приводит к становлению новых научно-педагогических представлений об организации образовательного процесса студентов вузов, качественному переосмыслению подходов к образованию, а также ускорению темпов его развития. Повсеместное внедрение в систему образования и учебный процесс цифровых и информационных технологий является общемировой тенденцией и представляет собой один из самых значимых процессов, произошедших в системе образования в последнее время.

При этом компьютеризация образования, которая выступает этапом технологического обновления сферы образования, наряду с внедрением в образовательный процесс компьютерной техники, представляет собой перевод учебного процесса на компьютерную основу, создание методик компьютерного обучения, компьютерных систем обучения и обучающих программ [2].

Развитие системы высшего образования в современных условиях, обусловленное цифровой трансформацией, предъявляет к построению образовательного процесса новые требования, среди которых построение современной электронной информационно-образовательной среды с применением передовых технологий обучения, реализация стратегий управления обучением и адаптации учебного материала на основе учета индивидуальных характеристик обучающихся, при этом достижение образовательных результатов, определенных социальных заказом, ФГОС ВО и сформированных на основе персональных запросов обучающегося, является ключевым.

В условиях интенсивного внедрения электронного обучения и развития цифровых образовательных сред меняются образовательные форматы, происходит смещение образовательной парадигмы в сторону гибридного образовательного процесса, реализуемого в условиях интеграции офлайн и онлайн образования. Актуальность приобретает построение эффективного образовательного процесса студентов

вуза в условиях новых трендов цифровизации и преодоление возникающих при этом проблем и сложностей, которые влекут за собой развитие цифровых технологий и распространение электронного обучения.

Целью данной статьи является построение адаптивной системы обучения в электронной среде, описание структуры и компонентов данной системы, а также принципов ее проектирования.

В рамках предлагаемой модели разрабатывается адаптивная система обучения, функционирующая на базе системы управления обучением (Learning Management System, LMS) Moodle.

Методы

На основе анализа нормативно-правовых документов, материалов научно-педагогических отечественных и зарубежных исследований, построенной концепции персонализированного адаптивного обучения, которая интегрирует преимущества результативных подходов в офлайн и онлайн обучении с педагогическими принципами организации обучения, в электронной информационно-образовательной среде разработана методическая система персонализированного адаптивного обучения.

Модель методической системы представлена совокупностью взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов: целевого, содержательно-концептуального, адаптивно-технологического и результативно-оценочного.

Предложена структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения, содержащая технологические этапы (построение поля образовательных результатов, создание профиля обучающегося, структурирование и создание образовательного контента, создание средств диагностики результатов обучения и обратной связи, построение механизмов управления обучением, педагогическая рефлексия), комплексно раскрывающие процесс обучения в ЭИОС. Это расширяет научные представления о проектировании образовательного процесса в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения в современных условиях и закладывает основания комплексного процесса обнов-

ления методических систем, методов и организационных форм образовательного процесса в условиях цифровизации образования.

Одним из существенных практических результатов исследования является создание методической системы, на основе которой любая образовательная организация может создавать собственные предметные персонализированные адаптивные обучающие системы и выстраивать персонализированное адаптивное обучение.

Практические результаты исследования благодаря универсальности теоретической базы могут быть тиражированы в системе высшего образования, а также в системе дополнительного и среднего профессионального образования вне зависимости от предметной области, применяемых программных средств, систем управления обучением и технологических решений.

Результаты исследования

Несмотря на возрастающий интерес к персонализированному адаптивному обучению, в настоящее время имеются лишь отдельные практики его реализации в процессе обучения студентов вузов. В основном развиваются подходы к персонализации обучения студентов через модели индивидуальных образовательных траекторий, обеспечивающие формирование образовательных программ с персональным набором модулей и дисциплин на основе индивидуальных предпочтений или образовательных возможностей обучающихся. С позиции повышения качества обучения было бы целесообразным дополнить модели индивидуальных образовательных траекторий в рамках образовательных программ студентов моделями управления предметным обучением, обеспечивающими автоматизированное формирование образовательных траекторий в самом учебном предмете на основе динамического анализа данных в электронной информационно-образовательной среде [10].

Отметим, что распространенной проблемой образовательной действительности вузов при построении образовательного процесса по дисциплине выступает первоначальное построение содержания обучения, а затем ис-

кусственное наложение его на компетенции учебного плана и формулирование образовательных результатов. Это приводит к тому, что целью образовательного процесса выступает получение знаний, а не формирование компетенций. Мы применяем в нашем исследовании основную идею модели обратного педагогического дизайна, состоящую в движении от образовательных результатов. К основным этапам педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения студентов вуза в условиях интеграции офлайн и онлайн компонент с учетом его специфики, мы относим следующие:

I. Построение поля образовательных результатов.

II. Создание профиля обучающегося.

III. Структурирование и создание образовательного контента.

IV. Создание средств диагностики результатов обучения и обратной связи.

V. Построение механизмов управления обучением.

VI. Педагогическая рефлексия.

Мы считаем, что структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения должна предусматривать возможность реализации индивидуальной образовательной траектории, проектирования системы коммуникационного взаимодействия всех участников образовательного процесса, видов учебной деятельности, форм и методов обучения. При ее построении мы определили основные необходимые технологические этапы данного процесса, которые в совокупности будут решать задачу реализации персонализированно-результативного образовательного процесса с применением адаптивных технологий обучения, повышения уровня компетенций, формируемых в дисциплине. Также мы определили назначение данных этапов и модели в целом, которые в совокупности обеспечат ее целостность (рис. 2). Остановимся на каждом из этапов, включенных в структурно-содержательную модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения.

Рассмотрим этап I – построение поля образовательных результатов, который включает

в себя: анализ компетенций, определение индикаторов их достижения (с включением результатов этой деятельности в учебный план), декомпозицию индикаторов на множество дескрипторов и выделение ядра результатов обучения.

Рассмотрим этап II – создание профиля обучающегося, который включает в себя параметры обучающихся, актуальные с точки зрения образовательного процесса по дисциплине. А именно, на этом этапе необходимо определить нормативные параметры обучения, определить индивидуальные характеристики обучающихся, выбрать методики их оценки и при необходимости провести уровневую дифференциацию индивидуальных характеристик. Отметим, что особенностью профиля обучающегося выступает его открытость и модифицируемость [2].

Рассмотрим этап III – структурирование и создание образовательного контента. На данном этапе мы считаем целесообразным осуществлять на основе анализа дескрипторов выделение понятий предметной области дисциплины и осуществлять построение графов и гиперграфов понятий, что позволит выделить термы, сформировать ядро термов образовательного контента и определить офлайн и онлайн составляющие каждого терма.

Этап IV – создание средств диагностики результатов обучения и обратной связи, включает определение средств формирующего оценивания внутри каждого терма и по результатам его освоения, определение средств рубежного оценивания по результатам освоения совокупности термов, составляющих образовательный модуль дисциплины и определение средств итогового оценивания и определение средств обратной связи [7].

Этап V – построение механизмов управления обучением включает построение стратегий адаптации контента, определение средств вовлечения студентов в обучение, средств персональной обратной связи и построение персонализированной адаптивной обучающей системы.

Проектирование стратегий адаптации включает построение стратегий адаптации контента на основе индивидуальных характе-

ристик обучающихся, включенных в профиль обучающегося, отклонений достигнутых параметров образовательных результатов студентов от нормативных, в зависимости от выхода за ядро результатов обучения и изменений персональных запросов, потребностей и предпочтений обучающихся. При этом важной особенностью управления обучением мы считаем активное управление обучением, которое мы называем активной адаптацией, т.е. ориентированной на динамично изменяющиеся характеристики обучающихся на протяжении всего периода обучения учебной дисциплине. В качестве средств вовлечения и удержания, обучающихся в образовательном процессе, предлагается применять геймификацию образовательной деятельности. Важной особенностью образовательного процесса, реализуемого в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения, является повышение коммуникативности образовательного процесса и включение механизмов цифровой коммуникации при обучении в ЭИОС [4].

Структуру персонализированной адаптивной обучающей системы подготовки студентов вуза в условиях цифровизации образования предлагается представить совокупностью следующих субмоделей:

субмодель представления вариативного образовательного контента персонализированной адаптивной обучающей системы, реализуемая на основе интеграции логических

методов анализа понятий, логико-гносеологических методов соотношения объема и содержания понятий с методами теории графов и гиперграфов;

субмодель персонального профиля пользователя персонализированной адаптивной обучающей системы, ориентированная на личностные особенности обучающихся;

субмодель управления образовательным процессом, включающая методы и алгоритмы адаптации образовательного контента, построения индивидуальной образовательной траектории и реализации образовательной стратегии, обеспечивающая автоматическую навигацию индивидуального образовательного процесса на основе интеграции и развития методов адаптивного управления;

субмодель компетентностного фреймворка в условиях цифровой трансформации образования, предназначенная для структурирования, формирования и оценки многомерных образовательных результатов по дисциплине с использованием методики фиксации данных об опыте деятельности, обучении, личных качествах студентов в предлагаемой персонализированной адаптивной обучающей системе, и интерфейсы субъектов образовательного процесса: преподавателя и обучающегося, рис. 1.

Интерфейс представляет совокупность средств, методов и правил взаимодействия (управления, контроля и т.д.) между элементами персонализированной адаптивной обу-

Рис. 1. Структура персонализированной адаптивной обучающей системы.

чающей системы. Интерфейс имеет большое значение для любой обучающей системы и выступает неотъемлемой ее составляющей, ориентированной на участника учебного процесса.

Субмодель персонального профиля обучающегося персонализированной адаптивной обучающей системы содержит информацию о студенте, необходимую для адаптации образовательного контента к его индивидуальным характеристикам и управления процессом обучения в электронной среде.

В настоящем исследовании предлагается в субмодель персонального профиля обучающегося, как основной компонент адаптивной системы, включить информацию об индивидуальных характеристиках студента: его прогрессе в изучении предметной области, уровне усвоения учебного материала, поведении и пр.

Субмодель управления образовательным процессом в электронной среде должна обеспечивать автоматизированную навигацию и гибкую адаптацию формы представления и содержания учебного контента с учетом индивидуальных характеристик обучающегося и позволять генерировать, и динамически модифицировать на всех этапах обучения персональные образовательные стратегии и индивидуальные образовательные траектории, обеспечивающие эффективность каждого этапа.

В субмодели управления образовательным процессом в ПАОС реализуется стратегия адаптации по образовательным результатам, в частности генерация автоматизированных рекомендаций по изучению учебного материала термов образовательного контента, что позволяет обучающему самостоятельно принимать решение о возможности улучшения образовательных результатов, осуществлять переход к следующему учебному материалу, только при условии изучения предыдущего и получить максимально возможный для обучающегося уровень усвоения материалов термина дисциплины. Студент в процессе принятия такого решения самостоятельно формирует следующую позицию своей индивидуальной образовательной траектории изучения учебной дисциплины.

Субмодель компетентностного фреймворка основана на современном подходе к определению образовательных результатов в условиях цифровой трансформации образования, на методах экспертных оценок и педагогических методах оценки знаний, умений, навыков и компетенций в высшей школе.

Субмодель компетентностного фреймворка представляет собой остов для проектирования процесса оценки результатов обучения в персонализированной адаптивной обучающей системе и предназначена для определения уровня сформированности компетенции студента через оценивание всех ее компонент, которые представлены на рис. 2.

Обсуждение и заключение

В исследовании разработаны персонализированные адаптивные обучающие системы на примере математических дисциплин «Дискретная математика» и «Математическая логика и теория алгоритмов» для студентов информационно-технологических направлений подготовки, которые реализуют стратегии интеграции адаптивной системы обучения в образовательный процесс.

Спроектированы и реализованы термы образовательного контента математических дисциплин, что позволило накапливать их в репозитории современных обучающих систем и много-

Рис. 2. Структура компетенции

кратно использовать их при разработке персонализированных адаптивных обучающих систем. Такой подход, несомненно, обогащает каталог персонализированного электронного контента.

Материалы исследования представляют интерес как для преподавателей, разрабатывающих электронные образовательные ресурсы,

так и для администрации образовательных учреждений, заинтересованных во внедрении таких ресурсов в учебный процесс. Дальнейшее развитие адаптивного обучения в электронной среде мы видим в проектировании и использовании адаптивных массовых открытых онлайн курсов (МООК).

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования», Утверждена Постановлением Правительства РФ от 26.10.2017.
2. *Shershneva V.A., Shkerina L.V., Sidorov V.N., Sidorova T.V., Safonov K.V.* Contemporary didactics in higher education in Russia // *European Journal of Contemporary Education*. 17:3 (2016). P. 357-367. [URL] ↑159,162
3. *Стародубцев В. А.* Персонализированные МООК в смешанном обучении // *Высшее образование в России*. №10. 2015. С. 133-144.
4. *Вайнштейн Ю. В., Есин Р. В., Цибульский Г. М.* Адаптивная модель построения индивидуальных образовательных траекторий при реализации смешанного обучения // *Информатика и образование*. №2. 2017. С. 83-86.
5. *Вайнштейн Ю. В., Шершнева В. А., Есин Р. В., Зыкова Т. В.* Адаптация математического образовательного контента в электронных обучающих ресурсах // *Открытое образование*. 21:4. 2017. С. 4-12.
6. *Дьячук П. П., Шкерина Л. В., Шадрин И. В., Перегудина И. П.* Динамическое адаптивное тестирование как способ самообучения студентов в электронной проблемной среде математических объектов // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева* №1. 2018. С. 48-59.
7. *Кочеткова Т. О., Карнаухова О. А.* Адаптивная образовательная стратегия обучения математике студентов в электронной среде // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева*. №2. 2018. С. 50-56.
8. *Шершнева А.* Формирование математической компетентности студентов инженерного вуза // *Педагогика*. №5. 2014. С. 62-70. [URL] ↑161
9. *Kytmanov A., M. V. Noskov, K. V. Safonov, M. V. Savelyeva, Shershneva V.A.* Competency-based Learning in Higher Mathematics Education as a Cluster of Efficient Approaches // *Bolema: Mathematics Education Bulletin*. 30:56. 2016. Pp. 1113-1126.
10. *Шкерина Л. В., Сенькина Е. В., Саволайнен Г. С.* Междисциплинарный образовательный модуль как организационно-педагогическое условие формирования исследовательских компетенций будущего учителя математики в вузе // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева*. №4. 2013. С. 76-80.
11. *Шкерина Л. В., Дьячук П. П., Грицков М. К.* Самоорганизация обучающегося в процессе научения решению математических задач в проблемной среде: синергетический подход // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева*. №2. 2014. С. 96-101.
12. *Войшвилло Е. К.* Понятие как форма мышления: логико-гносеологический анализ. М.: Изд-во МГУ, 1989. 240 с.
13. *Цибульский Г. М., Вайнштейн Ю. В., Есин Р. В.* Разработка адаптивных электронных обучающих курсов в среде LMS Moodle / Сиб. фед. ун-т. Красноярск, 2018. 184 с.

ADAPTIVE LEARNING SYSTEM IN ELECTRONIC ENVIRONMENT

© I. R. Beriev, E. D. Alisultanova

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The work is devoted to the construction of an adaptive learning system in an electronic environment. The principles underlying the design concept of such a system are formulated. The structure of the system is presented, including a model of a subject area (educational content), a user model, an adaptation model and a model for assessing learning outcomes. Within the framework of the proposed system, an adaptive e-learning course of mathematical discipline has been developed. It is substantiated that the successful mastering of such a course by students contributes to the formation of their mathematical competence.

Keywords: learning in an electronic environment, adaptive e-learning course, personalization, competence-based approach.

REFERENCES

1. Gosudarstvennaya programma Rossiiskoi Federatsii «Razvitie obrazovaniya», Utverzhdena postanovleniem Pravitel'stva RF ot 26.10.2017 [State Program of the Russian Federation "Development of Education", Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation of 10.26.2017].
2. Shershneva, V. A., Shkerina, L. V., Sidorov, V. N., Sidorova, T. V. and Safonov, K. V. (2016) "Contemporary didactics in higher education in Russia", *European Journal of Contemporary Education*. 17:3, 357-367. [URL] ↑159,162
3. Starodubtsev, V. A. (2015) 'Personalizirovannye MOOK v smeshannom obuchenii', *Vyshee obrazovanie v Rossii* [Personalized MOOCs in Blended Learning], Higher Education in Russia], № 10, pp. 133-144.
4. Vainshtein, Yu. V., Esin, R. V. and Tsibul'skii, G. M. (2017) 'Adaptivnaya model' postroeniya individual'nykh obrazovatel'nykh traektorii pri realizatsii smeshannogo obucheniya', *Informatika i obrazovanie* [An adaptive model for constructing individual educational trajectories in the implementation of blended learning, Informatics and Education], № 2 (2017), pp. 83-86.
5. Vainshtein, Yu. V., Shershneva, V. A., Esin, R. V. and Zyкова, T. V. (2017) «Adaptatsiya matematicheskogo obrazovatel'nogo kontenta v elektronnykh obuchayushchikh resursakh», *Otkrytoe obrazovanie* [Adapting Mathematical Educational Content in Electronic Learning Resources], Open Education]. 21:4, s. 4-12.
6. D'yachuk, P. P., Shkerina, L. V., Shadrin, I. V. and Perehudina, I. P. (2018) «Dinamicheskoe adaptivnoe testirovanie kak sposob samoobucheniya studentov v elektronnoi problemnoi srede matematicheskikh ob'ektov», *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'eva* ["Dynamic adaptive testing as a way of self-study of students in the electronic problematic environment of mathematical objects", Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafieva], № 1, pp. 48-59.
7. Kochetkova, T. O. and Karnaukhova, O. A. (2018) 'Adaptivnaya obrazovatel'naya strategiya obucheniya matematike studentov v elektronnoi srede', *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'eva*, [Adaptive educational strategy for teaching mathematics to students in an electronic environment", Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafieva]. № 2 (2018), pp. 50-56.
8. Shershneva, V. A. (2014) «Formirovanie matematicheskoi kompetentnosti studentov inzhenerного вуза», *Pedagogika* [Formation of mathematical competence of students of an engineering university", Pedagogy], № 5, pp. 62-70. [URL] ↑161

9. Kytmanov, A. Noskov, M. V., Safonov, K. V., Savelyeva, M. V. and Shershneva, V. A. (2016). "Competency-based Learning in Higher Mathematics Education as a Cluster of Efficient Approaches", *Bolema: Mathematics Education Bulletin*, 30:56, pp. 1113-1126.
10. Shkerina, L. V., Sen'kina, E. V. and Savolainen, G. S. (2013) 'Mezhdistsiplinarnyi obrazovatel'nyi modul' kak organizatsionno-pedagogicheskoe uslovie formirovaniya issledovatel'skikh kompetentsii budushchego uchitelya matematiki v vuze', *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'eva* ["An interdisciplinary educational module as an organizational and pedagogical condition for the formation of research competencies of a future mathematics teacher at a university"], *Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafieva*, № 4, p. 76-80.
11. Shkerina, L. V., D'yachuk, P. P. and Gritskov, M. K. (2014) 'Samoorganizatsiya obuchayushchegosya v protsesse naucheniya resheniyu matematicheskikh zadach v problemnoi srede: sinergeticheskii podkhod', *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'eva* [Self-organization of a student in the process of learning to solve mathematical problems in a problematic environment: a synergetic approach', *Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University. V.P. Astafieva*, № 2, p. 96-101.
12. Voishvillo, E. K. (1989) *Ponyatie kak forma myshleniya: logiko-gnoseologicheskii analiz*, Izd-vo MGU [Concept as a form of thinking: logical-epistemological analysis, Moscow State University Publishing House], Moscow, 240 p.
13. Tsibul'skii, G. M., Vainshtein, Yu. V. and Esin, R. V. (2018) *Razrabotka adaptivnykh elektronnykh obuchayushchikh kursov v srede LMS Moodle* [Development of adaptive e-learning courses in the LMS Moodle environment], Sib. fed. un-t, Krasnoyarsk, 184 p.