Ю. В. ВАЙНШТЕЙН, Р. В. ЕСИН, В. А. ШЕРШНЕВА

Индивидуализация обучения математической логике в электронной информационно-образовательной среде

Стремительное развитие цифровых технологий и направление модернизации образования, учитывающее индивидуальные характеристики обучаемых, позволяет говорить о необходимости обеспечения индивидуализации образовательного процесса в электронной информационно-образовательной среде. Перспективным средством при этом выступают адаптивные электронные обучающие курсы, обеспечивающие построение индивидуальных образовательных траекторий на основе уровня успеваемости, перцептивной модальности и уровня активности студентов в электронной среде.

Экспериментальное исследование проводилось среди студентов направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» Сибирского федерального университета. В эксперименте были задействованы 115 студентов при обучении дисциплине «Математическая логика». Обработка результатов и оценка эффективности внедрения в учебный процесс разработанного адаптивного электронного обучающего курса осуществлялась с применением критерия Н-Краскала-Уоллиса.

В результате проведенного эксперимента выявлено, при отсутствии на начало эксперимента статистически значимых различий в группах, так как $\chi^2 = 0,26005$, $p = 0,6101$, на конец эксперимента, значение $p < 0,05$: $\chi^2 = 127,57$, $p < 0,001$. Это свидетельствует о том, что сравниваемые группы значимо отличаются и экспериментальная гипотеза об эффективности внедрения в учебный процесс разработанного адаптивного электронного обучающего курса подтверждается.

Полученные результаты демонстрируют, что внедрение адаптивных электронных обучающих курсов, обеспечивающих построение индивидуальных образовательных траекторий, в учебный процесс результативно и обладает хорошим потенциалом для индивидуализации обучения математической логике в электронной информационно-образовательной среде.

Ключевые слова: индивидуализация, электронное обучение, электронная информационно-образовательная среда, индивидуальная образовательная траектория, адаптивные электронные обучающие курсы

Ссылка для цитирования:

Вайнштейн Ю. В., Есин Р. В., Шершнева В. А. Индивидуализация обучения математической логике в электронной информационно-образовательной среде // Перспективы науки и образования. 2020. № 5 (47). С. 147-159. doi: 10.32744/pse.2020.5.10

Y. V. VAINSHTEIN, R. V. ESIN, V. A. SHERSHNEVA

Individualization of teaching mathematical logic in the electronic environment

The rapid development of digital technologies and the direction of education modernization, which takes into account the individual characteristics of students, allows us to talk about the need to ensure the individualization of the educational process in the electronic information and educational environment. Adaptive e-learning courses are a promising means of individualizing the educational process, providing the construction of individual learning trajectory based on the level of academic performance, perceptual modality and the level of student activity in the electronic environment.

The experimental work was among students of the program 09.03.02 "Information systems and technologies" of the Siberian Federal University. The experiment involved 115 students in the study of the discipline "Mathematical Logic". Analysis of observations and evaluating the effectiveness of adaptive e-learning course in the educational process was carried out using the Kruskal–Wallis test by ranks.

As a result of the experiment, it was revealed that at the beginning of the experiment there were no statistically significant differences in the groups ($\chi^2 = 0,26005$, $p = 0,6101$), at the end of the experiment, $p < \text{significance value } 0,05$ (Kruskal–Wallis $\chi^2 = 127,57$, $p < 0,001$). This indicates that the compared groups are significantly different and the experimental hypothesis about the effectiveness of introducing the developed adaptive e-learning course into the educational process is confirmed.

These results demonstrate that the introduction of adaptive e-learning courses, which ensure the construction of learning trajectories, into the educational process, is effective and has a good potential for the individualization of teaching mathematical logic in an electronic information and educational environment.

Keywords: individualization, e-learning, electronic environment, individual learning trajectory, adaptive e-learning courses

For Reference:

Vainshtein, Y. V., Esin, R. V., & Shershneva, V. A. (2020). Individualization of teaching mathematical logic in the electronic environment. *Perspektivy nauki i obrazovania – Perspectives of Science and Education*, 47 (5), 147–159. doi: 10.32744/pse.2020.5.10

Введение

Быстрое развитие цифровых технологий создает дополнительный потенциал для повышения качества высшего образования. Так, становится возможной модернизация электронной информационно-образовательной среды вуза, которая в условиях массового высшего образования позволит учитывать индивидуальные характеристики обучаемых. Несмотря на большое множество исследований, проведенных в этой области, проблема индивидуализации образования в условиях применения электронного обучения остается актуальной и требует разработки новых подходов к ее решению.

Однако обеспечение индивидуализации обучения в электронной информационно-обучающей среде представляет собой непростую педагогическую и инструментально-техническую задачу. Это обусловлено, в частности, тем фактом, что методика электронного обучения, направленная на индивидуализацию образовательного процесса еще недостаточно разработана. Перспективным сегодня представляется решение этой задачи через построение индивидуальных образовательных траекторий в адаптивном электронном обучающем курсе (АЭОК). Адаптивное обучение обладает существенным преимуществом при организации образовательного процесса в электронной информационно-образовательной среде вуза как для студента, так и для преподавателя, главной особенностью которого становится подбор образовательного контента, максимально соответствующего индивидуальным способностям, запросам и потребностям обучающегося [1; 2]. Необходимость обеспечения индивидуализации обучения в электронной информационно-образовательной среде вуза приобретает особую актуальность в условиях пандемии COVID-19.

Целью данной работы является развитие подхода к разработке адаптивных электронных обучающих курсов, позволяющих студенту двигаться по индивидуальной образовательной траектории, обеспечивающей индивидуализацию образовательного процесса.

Материалы и методы

При формировании понятийно-терминологического поля индивидуализации обучения и выявления особенностей ее обеспечения в условиях интенсивного развития цифровых технологий в мировой и российской образовательной системе применялся метод сравнительно-сопоставительного анализа психолого-педагогической, научно-методической литературы по проблеме исследования.

Контент-анализ содержания понятия «индивидуальная образовательная траектория» и анализ научной литературы по проблеме исследования, отражающей дидактический потенциал электронной информационно-образовательной среды вуза, позволил определить возможности развития методов построения индивидуальных образовательных траекторий в адаптивных электронных обучающих курсах и определить средства их технической реализации в LMS Moodle. В качестве педагогической основы при построении АЭОК в электронной среде используется полипарадигмальный подход, представляющий собой открытый непротиворечивый кластер подходов к обучению.

Эмпирические методы (анкетирование, тестирование, наблюдение обучающихся) использовались для получения обратной связи о формируемых образовательных результатах. Эти методы позволили получить сведения о реальных изменениях в рефлексии, мотивации к изучению дисциплины в электронной среде, вовлечённости в учебный процесс и активизации деятельности обучающихся в электронной среде.

К проверке гипотезы исследования были привлечены 115 студентов направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета: экспериментальная (58 человек) и контрольная (57 человек) группы. Эксперимент осуществлялся при обучении дисциплине «Математическая логика» в 2019-2020 учебном году. Для обработки результатов и оценки эффективности внедрения в учебный процесс разработанного адаптивного электронного обучающего курса было проведено сравнение образовательных результатов в контрольной и экспериментальной группе на начало и конец изучения дисциплины с применением критерия Н-Краскала-Уоллиса.

Анализ литературы

Прогресс в области информационно-коммуникационных технологий позволяет по-новому взглянуть на индивидуализацию обучения, разрешая проблему между фронтальной формой обучения и индивидуальными особенностями студента. Первые упоминания о необходимости индивидуализации в педагогике встречаются в работах Я.А. Коменского (1592–1670). В работе «Великая дидактика» он выделил несколько типов обучаемых, учитывая их индивидуальные особенности: «ученики с острым умом, стремящиеся к знанию и податливые», «дети, обладающие острым умом, послушные, но медленные», «ученики с острым умом, стремящиеся к знанию, но упрямые», «ученики послушные и любознательные, но медлительные и вялые», а также безнадежные ученики, работа с которыми вызывает затруднения [9].

На реформу системы образования колоссальное влияние оказали идеи Джона Дьюи. Ему принадлежит известное высказывание: «Если мы будем сегодня учить детей так, как учили вчера, мы украдём у них завтра». Он считал неэффективным словесно-репродуктивное обучение для подготовки учащихся к жизни и заменял авторитарную педагогику активной самостоятельностью самих учащихся в учении.

В советской педагогике понятие индивидуализации чаще воспринималось как учет индивидуальных характеристик в условиях коллективного обучения. В работе «Дидактика средней школы» обозначена необходимость «воспитывать класс как учебный коллектив, создавать условия для активной организованной работы всех учащихся и в тоже время индивидуально подходить к каждому с целью успешного обучения» [6]. Образовательные реформы конца XX века, приводят к тому, что понимание индивидуализации в образовании носит неоднозначный характер и по-разному трактуется исследователями.

Кирсанов А.А. представляет индивидуализацию обучения как «систему воспитательных и дидактических средств, соответствующую циклам деятельности и реальным познавательным возможностям отдельных учеников, групп учащихся, позволяющих обеспечить учебную деятельность ученика на уровне его потенциальных возможностей с учетом целей обучения» [8].

Якиманская И.С. рассматривает принцип индивидуализации как «основной психолого-педагогический принцип, учитывающий индивидуальность каждого обучаемого, как проявление неповторимости, своеобразности и уникальности его психофизиологической организации» [17].

Современные исследователи разделяют сложившиеся взгляды на индивидуализацию и расширяют ее содержание в контексте самообразования. «Индивидуализация – организация образовательного процесса, направленная на развитие познавательных способностей посредством уровневой дифференциации содержания, заданий и способов обучения с учетом интересов, познавательных потребностей, способностей обучаемых» [5].

Зарубежные исследователи рассматривают индивидуализацию как адаптацию и развитие соответствующих внешних ценностей, знаний, технологий и норм поведения в соответствии с индивидуальными характеристиками субъекта. Современные западные исследователи Barbara Bray, Kathleen McClaskey и Stephen Downes аккумулируют накопленный опыт и вводят новое определение индивидуализации в связи с направленностью образовательных программ к построению индивидуальных образовательных траекторий в электронной среде. Индивидуализация (individualization) – процесс, при котором педагог в рамках своей программы старается учесть личностные качества и способности обучаемых. Индивидуализация обучения обеспечивает индивидуальное развитие для каждого обучающегося [2].

Проанализировав опыт российской и зарубежной системы образования, несмотря на различия в трактовании этого понятия, обусловленные значительными изменениями в условиях интенсивного развития электронного обучения, можно констатировать единство взглядов всех современных отечественных и зарубежных исследователей на индивидуализацию [5]. Основным нововведением которой становится «индивидуальная образовательная траектория» (ИОТ) как неотъемлемая составляющая учета индивидуальных особенностей в обучении. Например, «индивидуализация обучения – организация учебной деятельности, предполагающая построение индивидуальной образовательной траектории обучаемого на основе его индивидуальной модели в соответствии с личностными психолого-педагогическими характеристиками» [7].

Проведем анализ содержания понятия «индивидуальная образовательная траектория». Все подходы к ее пониманию можно условно разделить на три категории: первая трактует ИОТ как путь в образовании, вторая – как форму организации учебной деятельности, а третья – как процесс.

Индивидуальную образовательную траекторию как персональный путь реализации личностного потенциала каждого обучающегося определяет А.В. Хуторской [14]. С точки зрения Т.М. Ковалёвой индивидуальная образовательная траектория представляет собой «след» линии движения учащегося, формируемый фиксациями содержания его проб и опыта, образовательных достижений и характеристик индивидуального образовательного пространства, дающий возможность педагогического прогнозирования [12]. Шапошникова Н.Ю. в своем определении индивидуальной образовательной траектории на первое место выводит самостоятельность студента для его самореализации и самоопределения, давая следующее определение «индивидуальная образовательная траектория – индивидуальный путь в образовании, выстраиваемый и реализуемый субъектом образовательного процесса самостоятельно при осуществлении наставником педагогической поддержки его самоопределения и самореализации; направленный на реализацию индивидуальных устремлений, выра-

ботку жизненных стратегий, формирование основ индивидуально-творческого и профессионального развития личности студента» [15].

В работах Суртаевой Н.Н. ИОТ определена как «последовательность элементов учебной деятельности обучающегося по реализации его образовательных целей, соответствующую способностям, мотивации, возможностям, интересам, осуществляемую при организующей, координирующей, консультирующей деятельности педагога» [13]. Данную точку зрения разделяют Осипова С.И., Соловьева Т.В. добавляя, что реализация образовательных целей производится не только в рамках отдельной дисциплины, но и на протяжении всего периода обучения [11].

Индивидуальную образовательную траекторию как процесс рассматривает в своих исследованиях Кулешова Г.М. В своей работе она делает акцент на электронную образовательную среду, считая ее оптимальным средством для построения индивидуальной образовательной траектории, которую она определяет как «проект, процесс и интегрированный результат продуктивной деятельности, выстраиваемой в информационной образовательной среде» [10].

Проведенный нами контент-анализ содержания понятия «индивидуальная образовательная траектория» показал недостаточный учет возможностей электронной среды и потенциала адаптивных электронных обучающих курсов при построении ИОТ [10-17].

Таким образом, анализ научно-педагогической литературы по проблеме исследования позволяет уточнить понятие «индивидуальная образовательная траектория в электронной среде», представляющее собой последовательное движение студента по элементам адаптивного электронного обучающего курса на основе его индивидуальных характеристик с целью достижения результатов обучения по дисциплине и формирования предметной компетентности при консультационной поддержке преподавателя. В этом контексте представляется перспективной разработка адаптивных электронных обучающих курсов, обеспечивающих индивидуализацию обучения в электронной информационно-образовательной среде вуза.

Результаты исследования

В работе предложен подход к обеспечению индивидуализации через реализацию индивидуальных образовательных траекторий в АЭОК. Под адаптивным электронным обучающим курсом в работе предлагается понимать образовательный ресурс, представленный в электронно-цифровой форме и включающий в себя структуру и предметное содержание, которое допускает возможность адаптации в зависимости от индивидуальных характеристик обучающихся. Новизной подхода выступает построение ИОТ на основе уровня успеваемости, перцептивной модальности и уровня активности студентов в электронной среде.

В качестве педагогической основы при разработке адаптивных электронных обучающих курсов в электронной среде предлагается использовать полипарадигмальный подход, представляющий собой открытый непротиворечивый кластер подходов к организации образовательного процесса в электронной информационно-образовательной среде. В качестве программной среды реализации АЭОК в работе выбрана система управления обучением LMS Moodle. К ее достоинствам можно отнести возможность реализации адаптивного обучения, механизмов и приемов адаптивного тестирования, а также формирования ИОТ.

При проектировании содержания обучения и разработки образовательного контента применяется стратегия *микрообучения* – структурирования материала небольшими порциями [4]. Для каждой микропорции определяются средства обучения, к которым в электронной среде мы относим элементы адаптивного электронного обучающего курса: лекции-тренажёры, тестирования, индивидуальные и групповые задания, опросы. Теоретический материал микропорции АЭОК представляется в нескольких редакциях, каждая из которых отличается объемом изложения, степенью детализации и формой представления материала. Разработанный адаптивный электронный обучающий курс размещён на платформе Сибирского регионального центра компетенций в области онлайн обучения, режим доступа: <https://online.sfu-kras.ru/enrol/index.php?id=85>. На рисунке 1 представлен внешний вид АЭОК по дисциплине «Математическая логика».

Адаптация образовательного контента в АЭОК позволяет реализовывать индивидуальные образовательные траектории и формировать индивидуальное пространство учебных материалов. Особенностью предлагаемого подхода выступает возможность улучшения уровня освоения материала через изучение микропорций образовательного контента дисциплины в различных редакциях изложения. Включенные в модель управления учебным процессом правила подбора контента позволяют рекомендовать для обучающегося оптимальную редакцию изучаемого материала на основе индивидуальных характеристик студента: текущих результатов освоения материалов дисциплины, предпочтений студента по способу восприятия информации на основе его перцептивной модальности и уровня его активности в электронной среде.

Рисунок 1 АЭОК по дисциплине «Математическая логика»

Изучение теоретического материала по теме в ходе предаудиторной работы всегда начинается с работы в АЭОК. За счет представления материала в различных редакциях у студентов появляется возможность облегчить понимание сложных теоретических

моментов посредством детализированного (вариативного) представления его содержания. Границы перехода между редакциями учебных материалов задаются функцией $LT_i^p(x)$, определяющей текущий уровень усвоения материала обучаемым:

$$LT_i^p(x) = \begin{cases} l_0, & 0 \leq x < 50 \\ l_1, & 50 \leq x < 67 \\ l_2, & 67 \leq x < 84 \\ l_3, & 84 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

где: x – оценка обучаемого, измеряемая в баллах по 100-бальной шкале, l_k – уровень подготовки, определяемый в соответствии с определенными границами, при этом: l_0 – недостаточный, l_1 – низкий, l_2 – средний и l_3 – высокий уровень подготовки, i – номер попытки, p – номер изучаемой темы.

Методически переключение между редакциями осуществляется следующим образом. Если после изучения редакции учебного материала текущей темы при проверке усвоения понятия выявлено, что обучающийся достиг порогового уровня (уровня l_1 , l_2 или l_3), то исходя из предположения, что материал данной редакции соответствует обучающемуся, ему рекомендуется изучение учебного материала по следующей теме в аналогичной редакции изложения, или повторное изучение материала в другой редакции изложения с возможностью улучшения уровня его усвоения. Выбор редакции для повторного изучения материала осуществляется через последовательный переход от редакции с максимальным уровнем детализации к редакции со средним уровнем детализации и далее с компактным представлением учебного материала. Таким образом, данная схема перехода между редакциями учебного материала, позволяет обучающемуся переходить к изучению учебного материала в соответствующей ему редакции и обеспечивающей ему максимальный уровень его усвоения. На основе выявленного доминирующего способа восприятия информации студента в АЭОК ему рекомендуются дополнительные материалы, соответствующие его перцептивной модальности, например, видеофрагменты, аудиоподкасты, ментальные карты и т.д.

Предложенный подход реализует построение множественных траекторий с возможностью повторного изучения материала в различных редакциях изложения. Включенная в модель управления учебным процессом функция $LT_i^p(x)$ позволяет рекомендовать для обучающегося оптимальную редакцию изучаемого материала на основе индивидуальных характеристик студентов.

Пример построения индивидуальной образовательной траектории в АЭОК для некоторого студента представлен на рисунке 2. На рисунке цветом выделены элементы АЭОК, формирующие индивидуальное образовательное пространство и обозначена траектория движения по ним студента.

Настройки АЭОК позволяют фиксировать данные об изучении образовательного контента, после чего у обучающихся открывается доступ к контролю усвоения учебного материала. Данная проверка автоматизирована и предоставляет каждому студенту несколько попыток прохождения, при этом засчитывается всегда последняя попытка. Таким образом, студент всегда может выбрать после первой попытки – считает ли он нужным улучшить свой результат или посчитает его достаточным и перейдет дальше по индивидуальной траектории. Если допустимые попытки не дали положительного результата, т.е. итоговая оценка за каждое тестирование меньше установленного порогового значения – рекомендуется аудиторная (личная/групповая) консультация

с преподавателем, цель которой решение проблем, возникших у студента. Авторами статьи в период реализации исключительно дистанционного обучения консультации были организованы в формате видеоконференций с применением сервиса Zoom.

Рисунок 2 Построение ИОТ в АЭОК

Затем обучаемому автоматически рекомендуются виды деятельности по решению автоматизированных тестов, выполнению индивидуальных и групповых заданий, прохождению опросов. В процессе постаудиторной работы происходит постоянная смена различных видов и форм деятельности: групповая, индивидуальная, самооценивание, взаимооценивание, обсуждение на форумах, что позволяет активизировать деятельность студентов в электронной среде.

Под активностью студента в электронной среде понимаются все виды его действий в АЭОК дисциплины. LMS Moodle позволяет фиксировать действия студента по изучению материалов курса в виде просмотра лекций, заданий, форумов и т.д., а также действия, включающие представление ответов на задания, выполнение тестирований, участие в опросах, семинарах и другие. Уровень активности студента в электронной среде определяется с учетом экспертно заданного преподавателем базового темпа обучения в электронном обучающем курсе. Для всех элементов адаптивного электронного обучающего курса определен базовый темп освоения, которого должны придерживаться студенты для успешного изучения дисциплины. Функциональные возможности используемой электронной среды LMS Moodle позволяют задать сроки выполнения элементов АЭОК, которые определяют даты начала и окончания их выполнения в индивидуальной образовательной траектории.

Высокий уровень активности студенту присваивается при выполнении всех видов предаудиторной и постаудиторной работ в течение предусмотренной недели. За выполнение заданий только предаудиторной работы студенту присваивается средний уровень активности. В случае лишь частичного выполнения предаудиторной работы по изучению теоретического материала студент получает низкий уровень активности, иначе система определяет студенту недостаточный уровень активности в электронной среде.

В зависимости от уровня активности на основе базового темпа изучения курса и с целью активизации работы используется различные управляющие воздействия, например, личные сообщения или элементы геймификации, которые включают баллы, значки курса, списки лидеров, индикаторы выполнения. При нарушении сроков выполнения заданий студентам отправляются личные сообщения об отставании от базового темпа обучения в электронной среде.

Эмпирической базой исследования послужили образовательные результаты и результаты анкетирования 115 студентов направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета: экспериментальная (58 человек) и контрольная (57 человек) группы, изучавших дисциплину «Математическая логика» с применением адаптивного электронного обучающего курса, формирующего индивидуальную образовательную траекторию и без него.

Анкетирование экспериментальной группы, которое продемонстрировало положительную реакцию обучающихся на внедрение АЭОК при изучении математических дисциплин и обеспечение индивидуализации образовательного процесса. Например, при оценке адаптивности материалов курса к индивидуальным особенностям студентов 67,4 % респондентов отметили вариант «высокий уровень адаптивности», 28,3 % посчитали «уровень адаптивности скорее высокий» и всего 4,3 % выбрали вариант «не знаю». 86,1 % респондентов отметили повышение мотивации к изучению дисциплины в адаптивном электронном образовательном курсе, 13,8 % воздержались от ответа и лишь для 1,1 % предложенный подход показался скорее неинтересным, за полное отсутствие интереса к адаптации образовательного контента не высказался никто. 67 % студентов отметили, что изучение дисциплины в АЭОК способствует лучшему усвоению предмета по сравнению с традиционным обучением, 15 % отметили значимость предложенного подхода и 18 % затруднились дать ответ на этот вопрос.

Для оценки эффективности внедрения в учебный процесс разработанного адаптивного электронного обучающего курса было проведено сравнение образовательных результатов в контрольной (КГ) и экспериментальной группе (ЭГ) на начало и конец изучения дисциплины с применением критерия Н-Краскала-Уоллиса. Нулевая гипотеза, которая проверялась, заключалась в том, что исследуемые группы не различаются по образовательным результатам независимо от применяемого в обучении подхода, то есть медианные значения полученных оценок по дисциплине «Математическая логика» совершенно случайны. Экспериментальная гипотеза состояла в том, что студенты ЭГ имеют более высокие образовательные результаты, то есть различия между результатами групп статистически значимы.

Статистическая обработка результатов педагогического эксперимента проводилась в среде языка программирования R. На начало эксперимента статистически значимых различий в группах не было, так как $\chi^2 = 0,26005$, $p = 0,6101$. На конец эксперимента, значение p -value < уровня значимости 0,05: $\chi^2 = 127,57$, $p < 0,0001$, следовательно, справедлива экспериментальная гипотеза, что сравниваемые группы значимо отличаются, рисунок 3.

На рисунке 3 представлены диаграммы размахов контрольной и экспериментальной группы на момент окончания эксперимента, что подтверждает результаты теста Краскала-Уоллиса и соответствует выдвинутой экспериментальной гипотезе о более высоких образовательных результатах экспериментальной группы.

Рисунок 3 Диаграмма размаха КГ и ЭК

Обсуждение результатов и заключение

Особенностью представленной работы выступает построение индивидуальной образовательной траектории в адаптивном электронном обучающем курсе на основе индивидуальных характеристик студента: уровня усвоения образовательного контента; перцептивной модальности для определения дополнительных обучающих материалов; уровня активности в электронной среде для обеспечения вовлечения студентов в учебный процесс. Существующие научные исследования и практические решения не учитывают комплексно представленный набор индивидуальных характеристик обучаемого. Но вместе с тем усиление внимания к проблеме достижения индивидуализации обучения в электронной информационно-образовательной среде связано в первую очередь с разработкой новых подходов и решений в организации электронного обучения мирового образования. И несомненно, что результаты работы могут стать звеном методической системы персонализированного адаптивного обучения.

Полученные в работе экспериментальные результаты можно интерпретировать как подтверждающие эффективность обучения с применением адаптивного электронного обучающего курса, формирующего индивидуальную образовательную траекторию и индивидуальное пространство учебных материалов дисциплины. Вместе с тем, стоит подчеркнуть, что предлагаемый подход обладает хорошим потенциалом для адаптации образовательной среды под индивидуальные характеристики обучающихся и индивидуализации обучения в электронной информационно-образовательной среде. К преимуществам организации обучения с применением АЭОК наряду с обеспечением индивидуализации обучения и формированием предметных образовательных результатов хотелось бы отнести возможность постоянного мониторинга и реализации механизмов обратной связи, доступную и оперативную коммуникацию участников образовательного процесса (студентов и преподавателя), формирование и развитие навыков самостоятельной и коллективной работы, повышение мотивации и вовлечение студентов в учебный процесс. Учет уровня активности в электронной сре-

де позволяет своевременно инициировать различные управляющие воздействия для сохранения контингента при работе в электронной среде, в том числе и с использованием дистанционных форм обучения.

Дальнейшее развитие адаптивного обучения в электронной среде мы видим в проектировании и построении моделей управления учебным процессом, обеспечивающих интенсификацию образовательных процессов в электронной среде в условиях реализации различных форм электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (смешанного обучения, обучения с web-поддержкой, обучения в массовых открытых онлайн курсах и др.). Предложенный в работе подход является значимым для развития образовательных подходов в условиях эпидемиологической ситуации, вызванной пандемией и тотальным переходом на применение исключительно электронного обучения, а также могут способствовать созданию научной базы для дальнейших исследований в области цифровизации образования.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-013-00654.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bataev, A.V., Bataeva, K.I. Artificial intelligence technologies in higher education institutions: a model of adaptive education // Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region. 2019. С. 28-31. doi: 10.17816/PTES26294
2. Bray, B., McClaskey, K. Make learning personal : the what, who, WOW, where, and why. Thousand Oaks, California: Corwin, A SAGE Company, 2015.
3. Bronov, S. A. The process of forming a tree of didactic units at the automated curriculum' synthesis / S. A. Bronov, E. A. Stepanova, A.S. Katsunova, S.Yu. Pichkovskaya, M.V. Volkov, M.V. Puh, P.V. Sokolov // Education Transformation Issues. 2019. V.3. P. 97-102.
4. Dolasinski, M. J. Microlearning: A New Learning Model / J. Reynolds, M. J. Dolasinski // Journal of Hospitality & Tourism Research. 2020. 44(3). P 551–561. DOI: <https://doi.org/10.1177/1096348020901579>
5. Vainshtein, Iu.V., Shershneva, V.A., Esin, R.V., Noskov, M.V. Individualisation of education in terms of e-learning: experience and prospects // Журнал СФУ. Серия: Гуманитарные науки. 2019. Т. 12. № 9. С. 1753-1770.
6. Дидактика средней школы. Некоторые проблемы современной дидактики / М.А. Данилов [и др.]. М.: Просвещение, 1975. 303 с.
7. Информатизация и компьютеризация образовательного процесса: монография / В.А. Касторнова, О.В. Ларина, П.В. Никитин [и др.]; Сиб. федер. ун-т; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева [и др.]. Красноярск: ООО «Центр информации», ЦНИ «Монография», 2014. 212 с.
8. Кирсанов, А.А. Индивидуализация учебной деятельности школьников. Казань: Тат. кн. изд-во, 1980. 207 с.
9. Коменский, Я.А. Избранные педагогические сочинения. М.: Знание, 1982. Т. 2.
10. Кулешова, Г.М. Модель организации индивидуальной образовательной траектории ученика в дистанционном эвристическом обучении // Известия РГПУ им. АИ Герцена. 2008. № 63-2.
11. Осипова, С.И. Проектирование студентом индивидуальной образовательной траектории в условиях информатизации образования : Монография / С.И. Осипова, Т.В. Соловьева. М.: ИНФРА-М; Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. 140 с.
12. Профессия «тьютор» / Т.М. Ковалева, Е.И. Кобыща, С.Ю. Попова [и др.]. Тверь: СФК-офис, 2012. 246 с.
13. Суртаева, Н.Н. Нетрадиционные педагогические технологии: Парацентрическая технология : уч. научн. пособие. М.: Омск, 1974. 22 с.
14. Хуторской, А.В. Методика личностно-ориентированного обучения. Как обучать всех по-разному?: пособие для учителя. М.: Изд-во Владос-Пресс. 2005. 383 с.
15. Шапошникова, Н.Ю. Индивидуальная образовательная траектория студента: анализ трактовок понятия / Н.Ю. Шапошникова // Педагогическое образование в России. 2015. №. 5.
16. Sheremeteva E., Krevskiy I., Glotova T. Individualized Learning Trajectories Using Distance Education Technologies // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Communications in Computer and Information Science. Springer, Cham. 2015, 535.
17. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. М., 1996. 96 с.

REFERENCES

1. Bataev, A.V., Bataeva, K.I. (2019). Artificial intelligence technologies in higher education institutions: a model of adaptive education. *Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region*, 28-31. DOI: 10.17816/PTES26294
2. Bray, B., McClaskey, K. (2015). *Make learning personal: the what, who, WOW, where, and why*. Thousand Oaks, California: Corwin, A SAGE Company.
3. Bronov, S.A., Stepanova, E.A. Katsunova, A.S. (2019). The process of forming a tree of didactic units at the automated curriculum' synthesis. *Education Transformation Issues*, 3, 97-102.
4. Dolasinski, M. J., & Reynolds, J. (2020). Microlearning: A New Learning Model. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 44(3), 551–561. DOI: 10.1177/1096348020901579
5. Vainshtein, Y.V., Shershneva, V.A., Esin, R.V., Noskov, M.V. (2019). Individualisation of education in terms of e-learning: experience and prospects. *J. Sib. Fed. Univ. Humanit. soc. sci.*, 12(9), 1753–1770.
6. Danilov, M.A., Skatkin, M.N., Lerner, I.Ia. (1975). *Didactic high school. Some problems of modern didactics*. Moscow, Prosveshchenie, 303 p.
7. Kastornova, V.A., Larina, O.V., Nikitin, P.V. (2014). *Informatization and computerization of the educational process*. Krasnoyarsk: Information Center LLC, Central Research Institute, Sib. Fed. Univ., 212 p.
8. Kirsanov, A.A. (1980). Individualisation of educational activities of schoolchildren. Kazan, Tatarstanskoe knizhnoe izdatelstvo, 207 p.
9. Komenskii, Ia.A. (1982). Selected pedagogical works. Moscow, Znanie, 576 p.
10. Kuleshova, G.M. (2013). Model of organization of individual educational trajectory of a student in distance heuristic training. *Izvestiia RGPU im. A.I. Gertsena – Proceedings of the Russian State Pedagogical University*, 63(2), 1–12.
11. Osipova, S.I. (2013). *Designing by the student of an individual educational trajectory in the conditions of informatization of education*. Moscow, Krasnoyarsk, INFRA-M, Sib. Fed. Univ., 140 p.
12. Kovaleva, T.M., Kobysheva, E.I., Popova, S.Yu. (2012). *Profession «Tutor»*. Tver, SFK-office, 246 p.
13. Surtaeva, N.N. (1974). *Nontraditional pedagogical technologies: Paracentric technology*. Moscow, Omsk, 22 p.
14. Khutorskoi, A.V. (2005). *Methods of student-centered learning. How to train everyone in different ways?* Moscow, Vldos-Press, 383 p.
15. Shaposhnikova, N.Yu. (2015). The individual educational trajectory of the student: analysis of interpretations of the concept. *Pedagogical education in Russia*, 5, 39–44.
16. Sheremeteva, E., Krevskiy, I., Glotova, T. (2015). Individualized Learning Trajectories Using Distance Education Technologies. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Communications in Computer and Information Science*. Springer, Cham, 535. DOI: 10.1007/978-3-319-23766-4_62.
17. Iakimanskaia, I.S. (1996). Student-centered education in modern school. Moscow, Sentiabr', 96 p.

Информация об авторах
Вайнштейн Юлия Владимировна
 (Россия, Красноярск)

Кандидат технических наук, доцент кафедры
 прикладной математики и компьютерной
 безопасности
 Сибирский федеральный университет
 E-mail: julia_ww@mail.ru
 ORCID ID: 0000-0002-8370-7970

Есин Роман Витальевич
 (Россия, Красноярск)

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры
 прикладной математики и компьютерной
 безопасности
 Сибирский федеральный университет
 E-mail: resin@sfu-kras.ru
 ORCID ID: 0000-0002-9682-4690

Шершнева Виктория Анатольевна
 (Россия, Красноярск)

Доктор педагогических наук, профессор кафедры
 прикладной математики и компьютерной
 безопасности
 Сибирский федеральный университет
 E-mail: vshershneva@yandex.ru
 ORCID ID: 0000-0002-9386-2018

Information about the authors
Yulia V. Vainshtein
 (Russia, Krasnoyarsk)

PhD (Technics),
 Associate Professor of the Department of Applied
 Mathematics and Computer Security
 Siberian Federal University
 E-mail: julia_ww@mail.ru
 ORCID ID: 0000-0002-8370-7970

Roman V. Esin
 (Russia, Krasnoyarsk)

PhD (Pedagogics),
 Associate Professor of the Department of Applied
 Mathematics and Computer Security
 Siberian Federal University
 E-mail: resin@sfu-kras.ru
 ORCID ID: 0000-0002-9682-4690

Victoria A. Shershneva
 (Russia, Krasnoyarsk)

Dr (Pedagogics),
 Professor of the Department of Applied mathematics and
 Computer Security
 Siberian Federal University
 E-mail: vshershneva@yandex.ru
 ORCID ID: 0000-0002-9386-2018