



УДК 378.147

ТЕХНОЛОГИИ В АДАПТИВНОМ ОБУЧЕНИИ: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Левин С.М., Исакова А.И.

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия,
semen.m.levin@tusur.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы адаптивного обучения с позиции реализации студентоцентрированного образовательного процесса с применением современных методов и технологий, основанных на анализе данных и машинном обучении. Актуальность исследований в этой области обусловлена современными тенденциями в области педагогики, а также требованиями государственных образовательных стандартов образования. Авторы приводят классификацию адаптивных систем, ключевые методы машинного обучения, а также наиболее значимые проблемы, могущие возникнуть при применении систем адаптивного обучения.

Ключевые слова. Адаптивное обучение, машинное обучение, системы управления обучением, анализ данных, индивидуализированное обучение, студентоцентрированное обучение.

Современное образование сталкивается с необходимостью адаптации к разнообразным потребностям студентов [1]. Персонализированный подход к обучению является сегодня одной из наиболее популярных тем, обсуждаемых в контексте педагогики в высших учебных заведениях. С одной стороны, это свидетельствует об определённой значимости такой тематики, с другой приводит нас к некоему «чёрному ящику», называемому «адаптивным обучением». Несмотря на большое число публикаций и исследований в этой области в последние годы, нет универсального рецепта с оптимальным сочетанием всех компонентов адаптивного обучения [2]. Оно основывается на применении методов и технологий, направленных на создание учебных сред, которые способны адаптироваться к уровню знаний, способностям, интересам и темпу обучения каждого студента. Такой подход позволяет повысить эффективность образовательного процесса, улучшить результаты обучения и сделать его более доступным [3].

В настоящее время наблюдается увеличение интереса к использованию технологий как со стороны образовательных учреждений, так и со стороны корпоративных обучающих центров [4]. Основными факторами, стимулирующими интерес, являются необходимость улучшения качества образования, повышение конкурентоспособности выпускников на рынке труда, а также стремление к инновационным подходам в образовательном процессе. Однако, несмотря на значительный потенциал технологий в адаптивном обучении, существует ряд проблем, таких как недостаточная стандартизация подходов, ограниченные ресурсы для разработки и внедрения адаптивных систем, а также проблемы конфиденциальности данных [5]. Их решение требует более глубоких исследований и разработок в области адаптивного обучения и его технологий.

Тем не менее, с развитием технологий искусственного интеллекта, аналитики данных и облачных вычислений возникают новые возможности для создания более точных, гибких и эффективных систем. Интеллектуальные алгоритмы машинного обучения позволяют адаптировать учебные материалы и методики под индивидуальные потребности и предпочтения студентов [6]. С ростом числа образо-

вательных платформ, предлагающих дистанционные курсы, возникает возможность предоставления доступа к адаптивному обучению для более широкого круга пользователей [7].

Таким образом, развитие и применение технологий в образовании следует рассматривать как перспективное направление, способное значительно изменить образовательную парадигму и повысить эффективность обучения в целом.

Следует отметить, что сама идея адаптивного обучения полностью вписывается в существующую парадигму конструктивизма в педагогике [8]. Конструктивизм подчеркивает активную роль обучающегося в процессе усвоения знаний и формировании своего собственного понимания мира. Согласно этой концепции, учащийся не просто пассивно поглощает информацию, но активно взаимодействует с учебным материалом, создавая новые знания на основе собственного опыта, рефлексии и взаимодействия с окружающей средой. В контексте адаптивного обучения конструктивистский подход подразумевает создание образовательных сред, которые стимулируют активное участие обучающихся и поддерживают их индивидуальный процесс построения знаний [9]. По сути, это означает, что адаптивные системы обучения должны предоставлять возможности для самостоятельной познавательности, а также поддерживать разнообразные методы и стили обучения, учитывая поведенческие паттерны студентов.

Конструктивистский подход также подчеркивает важность обратной связи в учебном процессе, позволяя обучающимся осуществлять самооценку своих знаний и опыта, а также корректировать свои представления в соответствии с новыми данными и информацией [10]. В адаптивном обучении обратная связь играет ключевую роль, поскольку позволяет системе подстраиваться под потребности и характеристики каждого студента, оптимизируя учебный процесс.

Таким образом, концепция конструктивизма в педагогике представляет собой важную основу для разработки и реализации адаптивного обучения, подчеркивая активное участие обучающегося, значимость самостоятельного построения знаний и важность обратной связи.



Стоит сказать, что идея индивидуализированного обучения не нова. Ещё в начале XX века такие педагоги как Мария Монтессори, Джон Дьюи и Жан Пиаже, выдвигали идеи о значимости такого подхода к обучению. Они подчеркивали важность учета личных особенностей, потребностей и способностей каждого ученика. Эти концепции стали основой для будущих адаптивных методик обучения.

Позднее, в 1954 году, на свет появился проект PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations), созданный в Университете Иллинойса [11]. PLATO был одним из первых примеров использования компьютеров в образовании и представлял собой интерактивную систему, позволяющую студентам работать с индивидуализированным учебным материалом. Далее, в 1980-е годы, стали разрабатываться и использоваться программные продукты, известные как «интеллектуальные» тьюторы. Эти системы предлагали персонализированные учебные материалы и задания, которые корректировались с учетом темпа обучения каждого студента [12]. С появлением интернета и развитием цифровых технологий началось активное создание онлайн-платформ и образовательных ресурсов с адаптивным контентом. В это время развивались системы управления обучением (LMS), потенциально готовые к личностно-ориентированной учёбе студентов [13]. С развитием методов машинного обучения и искусственного интеллекта (2000-е годы и позднее) адаптивные технологии стали более точными и эффективными [14]. Появились системы аналитики данных, позволяющие корректировать процесс обучения в реальном времени на основе поведенческих и результативных данных.

В настоящее время адаптивные технологии широко используются в различных сферах образования, включая профессиональное образование, корпоративное обучение, дистанционное обучение и самообразование [15]. С развитием облачных вычислений, интернета вещей и расширенной реальности открываются новые возможности для создания инновационных адаптивных систем.

Последние можно классифицировать по различным критериям. Наиболее распространённые классификации – по типам данных, используемых для адаптации, характеристикам обучающихся, целям обучения. Вот некоторые основные типы:

1. Адаптация на основе данных обучающегося:

– использование аналитики данных – включает анализ данных о производительности и поведении обучающихся для определения их индивидуальных потребностей и способностей;

– обратная связь и оценка – использование обратной связи от студентов и результатов их оценок для корректировки и адаптации материала и методов обучения.

2. Адаптация на основе контента:

– индивидуализация контента – предполагает предоставление различного контента для каждого обучающегося в зависимости от его уровня знаний и предпочтений;

– подбор заданий – системы могут предлагать задания разной сложности и типов в зависимости от уровня подготовки и успеваемости.

3. Адаптация по методам обучения:

– индивидуализированные методики – такой подход использует различные методики и стратегии, опираясь на потребности и предпочтения учащегося;

– самостоятельное обучение – предоставление возможности самостоятельного выбора метода и темпа обучения.

4. Адаптация по времени и темпу:

– управление временем – обучающийся управляет темпом и расписанием обучения в соответствии со своими индивидуальными возможностями;

– ускоренное или замедленное обучение – системы обучения могут автоматически ускорять или замедлять темп обучения в зависимости от успеваемости студента.

Эта классификация не является исчерпывающей и методы могут комбинировать в себе несколько подходов, в зависимости от конкретной образовательной ситуации и целей.

Остановимся отдельно на аналитике данных систем управления обучением. Её использование для персонализации образования является современным подходом, основанным на сборе, анализе и интерпретации данных LMS или подобных им платформ [16]. Аналитика обеспечивает оценку текущего уровня знаний и потребностей обучающихся на основе их производительности и успеваемости, что даёт возможность выявить сильные и слабые стороны каждого и определить области, требующие дополнительного внимания или поддержки [17]. Кроме того, анализ позволяет идентифицировать образовательные тренды и закономерности.

Другим важным аспектом использования аналитики стала адаптация методов обучения. Анализ данных оценивает эффективность различных методик и определяет те из них, которые наиболее подходят для конкретного студента. Наконец, аналитика используется также в предоставлении обратной связи, помогая мотивировать и направлять усилия учащихся в нужном направлении.

Рассмотрим два типа адаптивных систем. К первому относятся адаптивные образовательные платформы и системы, которые представляют собой специализированные программные решения, объединяющие различные технологии – такие как анализ данных, искусственный интеллект и машинное обучение. К примеру, Knewton – платформа, которая использует адаптивные алгоритмы, собирая данные о студентах и применяя для предоставления персонализированных рекомендаций и учебного контента. Ещё одной платформой является Smart Sparrow, которая создана для формирования интерактивных и адаптивных образовательных курсов. Она позволяет преподавателям создавать учебные сценарии, которые автоматически адаптируются к потребностям каждого пользователя.

Помимо этого, существуют и другие образовательные платформы и системы, такие как Pearson



Revel, McGraw-Hill Connect, CogBooks, Duolingo и ALEKS, которые также используют адаптивные методики для улучшения обучения. Эти и подобные им электронные образовательные среды могут играть ключевую роль в современном образовании, обеспечивая индивидуализированный и эффективный учебный опыт для каждого обучающегося.

Ко второму типу систем относятся интеллектуальные тьюторы и виртуальные ассистенты – технологические решения, используемые в образовании для обеспечения персонализированной поддержки и помощи обучающимся [18]. Они применяют различные методы искусственного интеллекта и машинного обучения для общения с пользователем, предоставления информации, а также адаптации учебного процесса. Интеллектуальные тьюторы зачастую используются для обучения конкретным предметам или навыкам. Они могут предоставлять учебный материал, задания, объяснения и обратную связь в реальном времени. Программы такого рода способны адаптироваться к уровню знаний и прогрессу студента, автоматически корректируя учебный контент и подбирая нужную траекторию обучения в соответствии с возможностями ученика. Виртуальные ассистенты, с другой стороны, часто предназначены для общения с пользователями, отвечая на вопросы, предоставляя справочную информацию и помогая в выполнении различных задач. Они полезны как для образовательных целей, так и в других сферах, например, в обслуживании клиентов или автоматизации рабочих процессов.

Один из примеров интеллектуальных тьюторов – это система Khan Academy. Khan Academy – онлайн-платформа, предоставляющая образовательные видеоролики и упражнения по различным предметам, таким как математика, искусство и гуманитарные науки. Каждый урок на Khan Academy содержит видеоролик, в котором педагог объясняет материал, а также набор упражнений для закрепления знаний. После завершения упражнений система анализирует ответы студента и предоставляет обратную связь. На основе результатов и прогресса студента Khan Academy адаптирует уровень сложности заданий и предлагает дополнительные материалы для дальнейшего изучения тех тем, в которых студент испытывает трудности. Такой подход позволяет каждому студенту учиться в своем собственном темпе и на своем образовательном уровне.

Наиболее популярными инструментами в наше время являются методы машинного обучения [19]. Они предоставляют возможность для создания интеллектуальных систем, подстраивающихся под характеристики обучающегося. Вот некоторые из ключевых методов машинного обучения, используемых в адаптивном обучении:

а) кластеризация – позволяет группировать студентов на основе их характеристик или поведенческих данных. Например, алгоритм кластеризации может помочь выделить группы студентов с похожими уровнями знаний или стилями обучения, что

позволяет создать индивидуализированные учебные планы для каждой группы;

б) классификация – применяется для определения категории или класса, к которому относится каждый обучающийся. Например, модель классификации может определить уровень знаний студента в определенной области и предложить соответствующий учебный материал;

в) регрессия – применяется для прогнозирования численных значений на основе имеющихся данных. В контексте адаптивного обучения может использоваться для предсказания успеха студента на основе данных об истории его обучения;

г) обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) – позволяет анализировать и понимать естественный язык, используемый студентами во время обучения. На основе этого можно создавать интеллектуальные системы, способные предоставлять персонализированные ответы на вопросы, анализировать тексты и давать обратную связь на основе письменных работ учащихся;

д) усиленное обучение (Reinforcement Learning) – данный метод применяется в обучении алгоритмов принимать последовательность решений с целью максимизации какой-то численной награды. В адаптивном обучении может использоваться для динамической корректировки учебных заданий и материалов, в зависимости от реакции обучающегося на предыдущие уроки;

ж) сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN) – тип нейронных сетей, специализированный для обработки таких структурированных данных как изображения. В контексте адаптивного обучения сети могут применяться для анализа визуальной информации – например, для распознавания образов на тестах или анализа письменных работ студентов;

з) рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Networks, RNN) могут обрабатывать последовательные данные – текст или звук. В адаптивном обучении могут использоваться для анализа последовательных ответов студентов на учебные задания и предоставления персонализированной обратной связи;

и) глубокое обучение (Deep Learning) – подход к машинному обучению, использующий многослойные нейронные сети для извлечения высокоуровневых признаков из данных. Может применяться для создания сложных моделей, способных адаптироваться к широкому спектру образовательных данных и задач;

к) генетические алгоритмы (Genetic Algorithms) используются для эволюции оптимальных решений на основе принципов естественного отбора. В частности, могут использоваться для оптимизации параметров учебных моделей и стратегий адаптации на основе эмпирических данных;

л) ассоциативные правила (Association Rules) выявляют связи и зависимости между различными элементами данных. Будучи примененными в адаптивном образовании, могут использоваться для



выявления шаблонов в учебных данных, таких как предпочтения или поведенческие тенденции обучающихся.

На первый взгляд, методы выглядят безупречно. Однако, как любой инструмент, адаптивные системы обучения имеют и свои недостатки. Из наиболее общих можно выделить следующие:

- ограниченность данных. Эффективность систем сильно зависит от доступности данных обучающихся. Если данных недостаточно или они не полны, система может выдавать неполные или неточные рекомендации;

- ограниченность алгоритмов. Некоторые системы могут использовать ограниченное число алгоритмов машинного обучения, что лимитирует способность адаптации к разнообразным образовательным потребностям;

- недостаточная персонализация. В некоторых случаях системы могут предоставлять общие рекомендации, не учитывая индивидуальные предпочтения, стили обучения или уникальные потребности;

- нехватка человеческого взаимодействия. Субъективный, но значимый фактор, означающий дефицит человеческого взаимодействия, в результате чего студенты могут чувствовать себя изолированными;

- сложность разработки и обслуживания. Создание и поддержка систем зачастую требует значительных ресурсов как в техническом, так и в педагогическом плане;

- проблемы конфиденциальности данных, собираемых для обработки и анализа;

- риск недостаточной разнообразности. Подходы адаптивного обучения могут привести к узкому фокусу на определенных типах учебного материала или методах обучения;

- сложность оценки эффективности. Измерение эффективности адаптивных систем обучения может быть сложной задачей, поскольку требуется учет множества факторов, которые, в свою очередь, определяются субъективно архитекторами систем.

Безусловно, подобные проблемы не ставят точку в развитии систем адаптивного обучения, а лишь фокусируют наше внимание на тех аспектах, которые требуют более детальной проработки и поиска эффективных решений. Развитие систем неизбежно, поскольку полностью соответствует современной концепции учения. Напомним, что эта концепция сосредотачивается на процессе и механизмах приобретения знаний, навыков, умений, и отношений учащимися. Учение рассматривается как активный процесс, в котором обучающийся играет центральную роль в конструировании своего понимания материала. Подходы к учению включают, но не ограничиваются, когнитивные и конструктивистские стратегии, где студенты занимают активную позицию субъекта педагогического процесса, используя предыдущий опыт и знания для построения нового понимания.

Практические исследования в этой области демонстрируют весомые результаты. Например, адаптивная система домашних заданий (ALEKS) показала более высокую корреляцию с выполнением

домашних заданий, итоговыми оценками за экзамен и общими итоговыми оценками по сравнению с традиционной системой (Sapling) в контексте обучения общей химии [20]. Другое исследование [21] оценило эффективность студентоцентрированного обучения через программы 2U2i и работу на основе обучения (WBL) в ситуации, когда целью обучения было повышение практических навыков студентов в конкретных отраслях.

Безусловно, сами по себе технологии не могут стать панацеей для решения всех проблем высшего образования, но очевидно, что их применение позволит повысить уровень знаний и навыков выпускников, а также снизить отток учащихся до окончания ими вуза [21]. И если комплексные технологии и системы еще не общедоступны для высших учебных заведений, то пошаговая интеграция различных инструментов в используемые системы управления обучением доступна почти каждому университету. Конечно, существуют трудности, связанные не только с технической стороной вопроса, но и с аспектами наследия традиционной системы образования.

Внедрение современных технологий в сфере образования сталкивается с множеством препятствий, среди которых выделяются технические ограничения учебных заведений, нехватка квалифицированных кадров и традиционный подход к учебному процессу, затрудняющий инновации.

Одним из ключевых барьеров на пути технологического прогресса в университетах является их устаревшая инфраструктура. Многие вузы работают на оборудовании, которое не соответствует требованиям современных образовательных программ, предполагающих использование высокоскоростного интернета, облачных технологий и передовых программных решений. Обновление такой инфраструктуры требует значительных финансовых вложений, которые не всегда доступны образовательным учреждениям, особенно в регионах с ограниченным бюджетом.

Проблема дефицита специалистов также критически влияет на внедрение новых технологий. Не хватает как преподавателей, так и технического персонала, обладающего необходимыми знаниями и навыками для работы с новейшими технологиями. Это создаёт ситуацию, когда даже при наличии современного оборудования его использование ограничивается из-за отсутствия квалифицированных кадров. К тому же, преподаватели, долгие годы работающие по традиционным методикам, могут испытывать трудности с освоением новых инструментов и интеграцией их в учебный процесс.

Не менее значимым барьером является консервативность образовательной системы в целом. Многие учебные заведения придерживаются устоявшихся практик и методов преподавания, что затрудняет принятие инновационных подходов. Изменения в образовательной программе требуют не только времени и ресурсов, но и переосмысления роли образования в современном мире. Процесс перехода к новой модели обучения включает в себя разработку новых курсов, обучение преподавательского состава, а так-



же адаптацию студентов к изменениям, что является сложной и многоступенчатой задачей.

Таким образом, для успешного внедрения современных технологий в образовательный процесс необходим комплексный подход, включающий модернизацию технической базы, подготовку и переподготовку кадров, а также пересмотр устоявшихся образовательных практик. Только совместными усилиями всех заинтересованных сторон можно преодолеть существующие препятствия и создать благоприятные условия для интеграции инноваций в учебный процесс.

Литература

1. Nazmi R. et al. Adaptive Learning in the Future of Educational Management Adapts to Student Needs // *alfikrah: Jurnal Manajemen Pendidikan*. – 2023. – Т. 11. – №. 2. – С. 272–283.
2. Hua M. et al. Specific emitter identification using adaptive signal feature embedded knowledge graph // *IEEE Internet of Things Journal*. – 2023.
3. Santos S. M. A. V. et al. Personalizing education: the role of adaptive technologies in individualized education // *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*. – 2024. – Т. 17. – №. 2. – С. e5190–e5190.
4. ULAŞAN F. The Use of Artificial Intelligence in Educational Institutions: Social Consequences of Artificial Intelligence in Education // *Korkut Ata Türkiyat Araştırmaları Dergisi*. – 2023. – №. Özel Sayı 1 (Cumhuriyetin 100. Yılına). – С. 1305–1324.
5. Guan H. Advantages and Challenges of Using Artificial Intelligence in Primary and Secondary School Education // *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*. – 2023. – Т. 22. – С. 377–383.
6. ÇAYIR A. A Literature Review on the Effect of Artificial Intelligence on Education // *Journal of Human and Social Sciences*. – 2023. – Т. 6. – №. 2. – С. 276–288.
7. Ng S. M. et al. A global e-learning initiative for pediatric diabetes and endocrinology: Introduction and description // *Pediatric Diabetes*. – 2021. – Т. 22. – №. 4. – С. 692–694.
8. Parsons D. et al. Mobile learning frameworks and pedagogy: A systematic review // *European Journal of Education*. – 2023.
9. More Valencia et al. Effectiveness Associated With Learning With Video and Multimedia Content in Engineering Students' Classroom Sessions // *Journal of Higher Education Theory and Practice*. – 2023 – Т.23. – №19.
10. Alekhya K.J., Susmitha K., Hemalatha C. Custom Quiz Generation for Domain Specific Strength and Weakness Analysis // *International Journal for Multidisciplinary Research*. – 2024. – Т.6. – №1.
11. Pandey G. The Impact and Issues of Online Teaching-Learning Program: An Analysis. – 1960.
12. Watters A. Teaching machines: The history of personalized learning. – MIT Press, 2023.
13. Palahicky S., Halcomb-Smith L. Utilizing Learning Management System (LMS) Tools to Foster Innovative Teaching // *Handbook of Research on Innovative Pedagogies and Best Practices in Teacher Education*. – IGI Global, 2020. – С. 1–17.
14. Martins R. M., Von Wangenheim C. G. Findings on teaching machine learning in high school: A ten-year systematic literature review // *Informatics in Education*. – 2023. – Т. 22. – №. 3. – С. 421.
15. Tekesbaeva N. et al. Digital technologies as an adaptive learning tool in higher education // *E3S Web of Conferences*. – EDP Sciences, 2023. – Т. 403. – С. 08023.
16. Levin S.M. Personality-oriented learning with the use of electronic technologies based on the analysis of LMS data // *Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти*. – 2022. – С. 21–28.
17. Schneider S., Kokshagina O. Digital transformation: What we have learned (thus far) and what is next // *Creativity and innovation management*. – 2021. – Т. 30. – №. 2. – С. 384–411.
18. Laeeq K., Memon Z.A. Scavenge: An intelligent multi-agent based voice-enabled virtual assistant for LMS // *Interactive Learning Environments*. – 2021. – Т. 29. – №. 6. – С. 954–972.
19. Dhall D., Kaur R., Juneja M. Machine learning: a review of the algorithms and its applications // *Proceedings of ICRIC 2019: Recent Innovations in Computing*. – 2020. – С. 47–63.
20. Ramli S.B. et al. 2U2i AND WBL-BASED PROGRAMS STUDENT-CENTERED LEARNING EFFICACY IN MALAYSIAN HIGHER EDUCATION: Received: 29th November 2022; Revised: 25th November 2022, 27th December 2022, 03rd January 2023; Accepted: 11th January 2023 // *Docens Series in Education*. – 2023. – Т. 4. – С. 62–79.
21. Nabulsi L., Nguyen A., Odeleye O. The Impact of Traditional-and Adaptive-Responsive Online Homework Systems on Student Performance in General Chemistry: Analyzing Extra Credit Participation // *Journal of Education and Practice*. – 2021. – Т. 12. – №. 6. – С. 20.

TECHNOLOGIES IN ADAPTIVE LEARNING: PROBLEMS AND OPPORTUNITIES

S.M. Levin, A.I. Isakova

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russia, semen.m.levin@tusur.ru

Abstract. The article discusses issues of adaptive learning from the perspective of implementing a student-centred educational process using modern methods and technologies based on data analysis and machine learning. The relevance of research in this area is due to contemporary trends in the field of pedagogy, as well as the requirements of state educational standards. The authors provide a classification of adaptive systems, essential machine learning methods, and the most significant problems that may arise when using adaptive learning systems.

Keywords. Adaptive learning, machine learning, learning management systems, data analytics, individualized learning, student-centred learning.