

Н.А. Текесбаева^{1*}, Н.Т. Ошанова¹, Л.Х. Жунусова¹, Г.Д. Ануарбекова¹

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

*e-mail: nta1971@mail.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Аннотация

В статье рассматривается важность адаптивного обучения и использования искусственного интеллекта в подготовке будущих специалистов. Современное образование сталкивается с вызовами, которые требуют индивидуализированного подхода к обучению, а также использования передовых технологий, таких как адаптивное обучение и искусственный интеллект. В последние годы образовательная сфера претерпела значительные изменения благодаря прогрессу в технологиях и искусственном интеллекте. Цифровизация и технологическая революция в образовании, в сочетании с новым подходом к уважению индивидуальных стилей обучения и способностей каждого учащегося, способствовали развитию технологий адаптивного обучения и искусственного интеллекта (ИИ). Эти инновационные инструменты персонализируют образовательный опыт, соответствуя уникальным потребностям каждого учащегося. В статье использовался инструмент VOSviewer для проведения библиометрического анализа публикаций по теме адаптивного обучения и искусственного интеллекта, включая статьи, аналитические материалы и главы, проиндексированные в базе данных Web of Science с 1990 по 2023 год. Результаты анализа указывают на то, что последние технологические изменения сыграли ключевую роль в эволюции адаптивного обучения и искусственного интеллекта. Эти выводы предоставляют научные данные, которые могут служить основой для дальнейшего развития области адаптивного образования и искусственного интеллекта.

Ключевые слова: цифровое образование, адаптивное обучение, персонализированное обучение, искусственный интеллект, библиометрический анализ.

Н.А. Текесбаева¹, Н.Т. Ошанова¹, Л.Х. Жунусова¹, Г.Д. Ануарбекова¹

¹Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

БЕЙІМДЕЛГЕН ОҚУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕГІ БІЛІМ БЕРУДІ ЦИФРЛАНДЫРУДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ

Аңдатпа

Бұл мақалада болашақ мамандарды дайындауда бейімделген оқытудың мен жасанды интеллектті пайдалану маңыздылығы қарастырылған. Заманауи білім беруде оқытудың жеке көзқарасын, сондай-ақ бейімделген оқыту және жасанды интеллект сияқты озық технологияларды пайдалануды талап ететін міндеттер тұр. Соңғы жылдары білім беру саласы технология мен жасанды интеллекттің жетістіктеріне байланысты айтарлықтай өзгерістерге ұшырады. Цифрландыру және білім берудегі технологиялық төңкеріс әрбір білім алушының жеке оқу стилі мен қабілеттерін құрметтеуге жаңа көзқараспен үйлеседі, бейімделген оқыту технологиялары мен жасанды интеллекттің (ЖИ) дамуына ықпал етті. Бұл инновациялық құралдар әрбір студенттің ерекше қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін білім беру тәжірибесін жекелендіреді. Бұл мақалада VOSviewer құралы 1990 жылдан 2023 жылға дейін Web of Science дерекқорында индекстелген мақалаларды, талдауларды және тарауларды қоса, бейімделген оқыту және жасанды элемент тақырыбы бойынша жарияланымдарға библиометриялық талдау жүргізу үшін пайдаланылды. Талдау нәтижелері соңғы технологиялық өзгерістер бейімделген оқыту мен жасанды интеллект эволюциясында шешуші рөл атқарғанын көрсетеді. Бұл тұжырымдар бейімделген білім беру және жасанды интеллект саласындағы одан әрі даму үшін негіз бола алатын құнды ғылыми деректер береді.

Түйін сөздер: цифрлық білім беру, бейімделген оқыту, дербестендірілген оқыту, жасанды интеллект, библиометриялық талдау

N.A. Tekesbayeva¹, N.T. Oshanova¹, L.H. Zhunusova¹, G.D. Anuarbekova¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

INNOVATIVE APPROACHES TO DIGITALIZATION OF EDUCATION BASED ON ADAPTIVE TRAINING TECHNOLOGIES

Abstract

This article discusses the importance of adaptive learning and the use of artificial intelligence in the training of future specialists. Modern education faces challenges that require a personalized approach to learning, as well as the use of advanced technologies such as adaptive learning and artificial intelligence. The educational field has undergone significant changes in recent years due to advances in technology and artificial intelligence. Digitalization and the technological revolution in education, combined with a new approach to respecting the individual learning styles and abilities of each student, have contributed to the development of adaptive learning technologies and artificial intelligence (AI). These innovative tools personalize the educational experience to meet the unique needs of each student. This article used the VOSviewer tool to conduct a bibliometric analysis of publications on the topic of adaptive learning and artificial intelligence, including articles, analyzes and chapters indexed in the Web of Science database from 1990 to 2023. The analysis results indicate that recent technological changes have played a key role in the evolution of adaptive learning and artificial intelligence. These findings provide scientific evidence that can serve as a basis for further developments in the field of adaptive education and artificial intelligence.

Keywords: digital education, adaptive learning, personalized learning, artificial intelligence, bibliometric analysis.

Введение

Образование, как ключевой элемент социальной структуры, всегда было основой для передачи знаний и развития навыков, необходимых для успешной адаптации в быстро меняющемся мире. С течением времени образовательная сфера сталкивалась с вызовами социальных изменений, технологических революций и постоянно развивающихся педагогических концепций. В этом контексте, цифровое образование выступает как ключевой катализатор инноваций, предлагая новые подходы к обучению, в частности, технологии адаптивного обучения. Цифровое образование становится неотъемлемой частью современного образовательного ландшафта, предоставляя уникальные возможности для персонализации обучения и учета индивидуальных потребностей студентов. Технологии адаптивного обучения выделяются среди ключевых инноваций в данной области, предоставляя персонализированный подход к учебному процессу, основанный на индивидуальных данных и способностях обучающегося.

Цель исследования – рассмотреть инновационные подходы к цифровому образованию, сфокусированные на технологиях адаптивного обучения и искусственного интеллекта. Анализируя современные тенденции, проблемы и перспективы в данной области, мы стремимся выявить эффективные методы интеграции технологий адаптивного обучения и искусственного интеллекта в образовательные практики. Данное исследование предоставляет основу для понимания влияния инноваций в цифровом образовании на формирование устойчивого и эффективного образовательного процесса в будущем [1].

Методология исследования

В наше время, на пороге новой цифровой эры, адаптивное обучение и искусственный интеллект проводят революцию в сфере образования, не имеющую аналогов [2]. Адаптивное обучение строится на основах, активно используя возможности искусственного интеллекта для обеспечения персонализированного и данных ориентированного образования [3].

На рисунке 1 представлена визуализация структуры современного адаптивного обучения (на основе персональных компьютеров, мобильных телефонов и пространственных вычислений), которая включает в себя передовые образовательные подходы на основе искусственного интеллекта, привлекательные инструменты обучения, персонализированный

опыт обучения, цифровую обратную связь для улучшения качества обучения, а также усиленное сохранение знаний для повышения мотивации учащихся (рис. 1).



Рисунок 1. Структура современного адаптивного обучения с использованием персональных компьютеров, мобильных телефонов, а также пространственных вычислений

Хотя технологии адаптивного обучения открывают огромные перспективы для революции в образовании, все еще существует ряд серьезных проблем. Например, вопросы конфиденциальности, связанные с данными учащихся, и этические последствия активного применения алгоритмов искусственного интеллекта – это аспекты, которые требуют внимательного рассмотрения. Адаптивное обучение лучше всего понимать как интеллектуальную систему, использующую анализ данных для предоставления персонализированных инструкций. В отличие от традиционных универсальных методов обучения, адаптивное обучение адаптирует контент, темп и методы обучения в зависимости от индивидуальных сильных и слабых сторон каждого учащегося, а также его предпочтений в обучении [4].

На рисунке 2 показана динамика частоты поисковых запросов «адаптивное обучение» и «персонализированное образование» за последние 20 лет с 2004 по 2023 год.

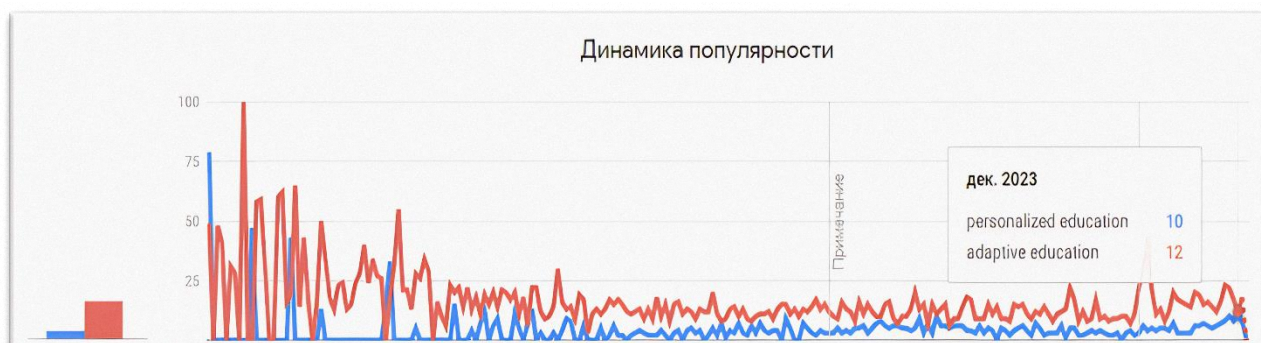


Рисунок 2. Динамика частотности поиска терминов «персонализированное образование» и «адаптивное обучение» (2004-2023 гг.)

Этот показатель был создан на основе анализа, полученного с помощью набора инструментов Google Trends, предоставленного поисковой системой Google, который определяет изменение поисковые запросы по основным актуальным понятиям, помогают оценить пиковые периоды с периодами наиболее значительных изменений в поисковых

запросах в Интернете. Настройка, используемая в адаптивном обучении, гарантирует, что учащиеся получают целевую поддержку и взаимодействуют с материалами на оптимальном для них уровне сложности (рис.2).

В основе адаптивного обучения лежит его природа, основанная на данных. Платформы обучения, оснащенные адаптивными технологиями, собирают огромные объемы данных об успеваемости, взаимодействии и прогрессе учащихся на протяжении всего их образовательного пути. Эти платформы используют эти данные для создания подробных профилей учащихся, в которых отражаются пробелы в знаниях, заблуждения, предпочтительные стили обучения и области знаний каждого учащегося.

Имея под рукой данные учащихся, адаптивные системы используют сложные алгоритмы для анализа данных и принятия обоснованных решений о том, какой контент учащийся должен изучать дальше или как его следует доставлять. Например, если учащийся испытывает затруднения с языками программирования, но преуспевает в концепциях, система определит это несоответствие посредством анализа данных и соответствующим образом скорректирует учебные материалы, предоставив дополнительную практику или альтернативные объяснения, специально посвященные данной теме. Более того, адаптивное обучение не ограничивается корректировкой содержания, но также учитывает другие важные факторы, такие как темп обучения и обеспечение обратной связи. Система отслеживает прогресс учащихся в режиме реального времени и адаптируется к темпу введения нового материала в зависимости от продемонстрированного ими уровня владения языком. Это гарантирует, что учащиеся не будут перегружены и не утомлены содержанием, которое для них слишком простое или слишком сложное. Адаптивные системы обеспечивают немедленную обратную связь на протяжении всего процесса обучения. Эта своевременная обратная связь не только улучшает понимание учащихся, но также способствует развитию навыков метапознания и саморегуляции, поскольку они активно размышляют о своем прогрессе [5].

Таким образом, преимущества адаптивного обучения распространяются не только на отдельных учащихся, но и на преподавателей. Автоматизируя сбор и анализ данных, адаптивные системы предоставляют учителям ценную информацию о моделях обучения и прогрессе учащихся. Вооружившись этой информацией, преподаватели могут принимать обоснованные решения относительно учебных стратегий, мер вмешательства или дополнительных ресурсов, которые могут потребоваться для эффективной поддержки уникальных потребностей каждого учащегося. Интеграция систем адаптивного оценивания в образование произвела революцию в области тестирования и оценки. В отличие от традиционных экзаменов, где учащимся приходится ждать результатов несколько дней или даже недель, адаптивное оценивание обеспечивает мгновенную обратную связь. Такая оценка в режиме реального времени позволяет учащимся быстро определить свои сильные и слабые стороны, позволяя им сосредоточиться на областях, требующих улучшения, и закреплять свой опыт обучения. Более того, адаптивные системы оценивания предлагают более точное представление о знаниях и навыках учащегося по сравнению с традиционными тестами. Эти системы адаптируют уровень сложности вопросов на основе ответов учащегося, гарантируя, что каждый вопрос будет достаточно сложным.

Адаптируя оценку к способностям человека, данная система устраняет потенциальные предубеждения, связанные с универсальными экзаменами, и обеспечивают более точную оценку истинных способностей учащегося. Кроме того, адаптивное оценивание стимулирует активное участие и мотивацию учащихся. Поскольку каждый вопрос адаптирован к их конкретным способностям, учащиеся чувствуют себя сложными, но не перегруженными, что способствует развитию чувства достижения и мотивации. Кроме того, системы адаптивной оценки позволяют преподавателям собирать ценные данные об успеваемости отдельных учащихся, а также об общем прогрессе в классе [6].

Способность искусственного интеллекта и адаптивного обучения персонализировать процесс обучения с учетом индивидуальных потребностей и способностей получила широкое

признание и внедрение в различных учебных заведениях. Можно изучить некоторые практические примеры, подчеркивающие успех адаптивного обучения в преобразовании образования [7]. Ярким примером является Knewton, платформа адаптивного обучения, которая в партнерстве с Университетом штата Аризона (ASU) помогает улучшить результаты студентов на курсах математики на уровне колледжа. Анализируя данные отдельных учащихся, алгоритмы искусственного интеллекта Knewton выявили области, в которых учащиеся испытывают трудности, и предоставили персональные рекомендации по улучшению. Учащиеся, которые использовали данную платформу адаптивного обучения, достигли более высоких показателей успеваемости по сравнению с теми, кто этого не сделал [8]. Другая история успеха связана с DreamBox Learning, адаптивной математической программой, используемой в начальных школах по всей стране. Программа отслеживает прогресс учащихся в режиме реального времени, выявляя пробелы в знаниях и соответствующим образом адаптируя уроки [9].

Все эти исследования, рассмотренные выше, ясно демонстрируют преобразующее воздействие адаптивного обучения на образование. Используя технологию искусственного интеллекта для персонализированного обучения, преподаватели могут эффективно удовлетворять индивидуальные потребности учащихся, одновременно способствуя более глубокому пониманию сложных концепций в различных академических дисциплинах.

Результаты исследования

Анализируя результаты нашего исследования, мы использовали программное обеспечение VOSviewer для проведения статистического анализа публикаций, индексируемых в WoS, с использованием такой информации, как страны, авторы, аннотации и ключевые слова, для анализа основных исследовательских сил в области искусственного интеллекта и адаптивного обучения с помощью оценки совпадений и кластерный анализ ключевых слов (табл.1).

В результате нашего поиска в базе данных WoS с использованием терминов «адаптивное обучение» и «искусственный интеллект» было найдено общее количество 2803 проиндексированных публикаций (включая 1925 статей и 690 научных статей) (табл.2).

Таблица 1. Сводные данные

Категория	Конкретные критерии
Справочно-цитирующая база данных	Сеть науки
Индексы цитирования	SCI-расширенный, SSCI
Временной период	1990-2023 гг.
Ключевые слова	«адаптивное обучение» и «искусственный интеллект»

Таблица 2. Алгоритм отбора данных

Типы документов	Количество
Статьи	1925
Научные статьи	690
Другие	188
Проиндексированные публикации	2803

На рисунке 3 показана тенденция публикаций по адаптивному обучению с течением времени с использованием выборки публикаций из базы данных WoS (1990-2023 гг.). Глядя на тенденции, показанные на рисунке 3, становится очевидным, что основной всплеск публикаций по адаптивному обучению и искусственному интеллекту произошел примерно в 2018-2019 годах, что еще больше усилилось пандемией COVID-19 в 2020 году, а также быстро растущим интересом и спросом на все цифровые технологии, применимые к образованию, были вызваны «цифровым всплеском», вызванным пандемией.

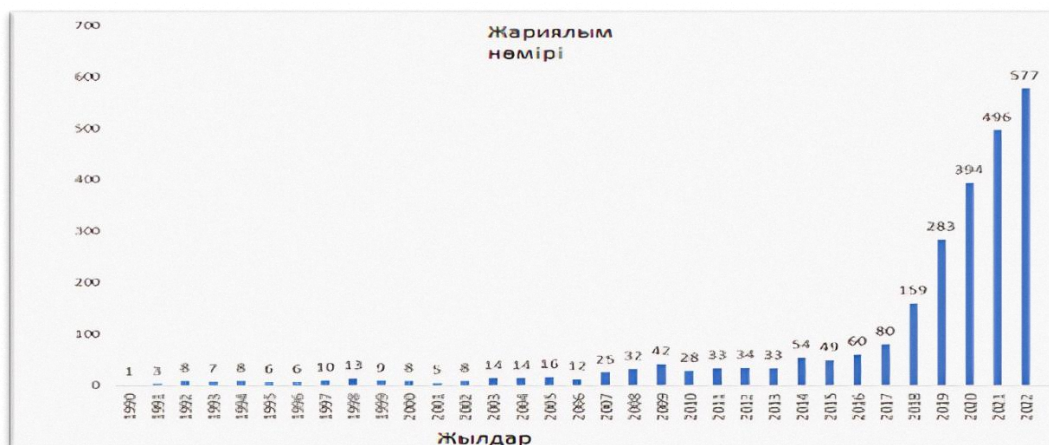


Рисунок 3. Динамика публикаций по адаптивному обучению

Эмпирический анализ: библиометрический подход

Представляем результаты эмпирической модели, основанной на библиометрическом анализе с использованием программного инструмента VOSviewer. Результаты анализа представлены в виде визуальных сетевых карт, позволяющих выявить ключевые закономерности и явления.

Другая важная тема касается динамического взаимодействия между учащимися и окружающей их средой. Кластер подчеркивает роль «адаптации» как краеугольного камня, когда системы, управляемые искусственным интеллектом, динамически корректируют среду обучения в ответ на прогресс и успеваемость учащихся. Как объясняет Кадаруддин [10] в связи с этим открытием, эта динамическая адаптивность повышает вовлеченность учащихся и способствует оптимальному сохранению знаний. Одновременно с этим в литературе появляется понятие «вызова» в качестве решающего фактора, поскольку среда обучения с поддержкой ИИ стратегически калибрует задачи так, чтобы они соответствовали когнитивным способностям учащихся, стимулируя интеллектуальный рост и одновременно предотвращая когнитивную перегрузку [11].

Таким образом, кластер «интеллектуальное обучение» подчеркивает преобразующий потенциал сред адаптивного обучения на базе искусственного интеллекта. Используя передовые технологии искусственного интеллекта, образовательные парадигмы смещаются в сторону моделей, ориентированных на учащихся, которые способствуют индивидуальному обучению и динамической адаптации. Синтез исследований в рамках этого кластера подчеркивает необходимость создания экосистемы, которая гармонизирует технологии, окружающую среду и взаимодействие учащихся, открывая новую эру интеллектуального, адаптируемого и сложного опыта обучения. Последствия этого синтеза распространяются на педагогический дизайн, разработку учебных программ и непрерывную эволюцию образования с использованием искусственного интеллекта [12].

На рисунке 4 представлена визуализация сетевого кластерного анализа с картой на основе текстовых данных из выборки 2803 публикаций, проиндексированных в базе данных WoS с 1990 по 2023 год. Наши результаты библиометрического сетевого анализа показывают, что были идентифицированы три основных кластера. Анализ использования ключевых слов и фраз в публикациях, полученных из WoS, показал, что ключевые термины, связанные с «адаптивным обучением» и «искусственным интеллектом», чаще всего связаны со следующими понятиями: (i) Интеллектуальное обучение (кластер 1 или красная кластеризация); (ii) прогнозирование параметров (кластер 2 или кластеризация зеленого цвета) и (iii) классификация набора данных (кластер 3 или кластеризация синего цвета) (рис.4). Красная кластеризация «интеллектуального обучения» предлагает панорамный обзор синергии между адаптивным обучением и искусственным интеллектом.

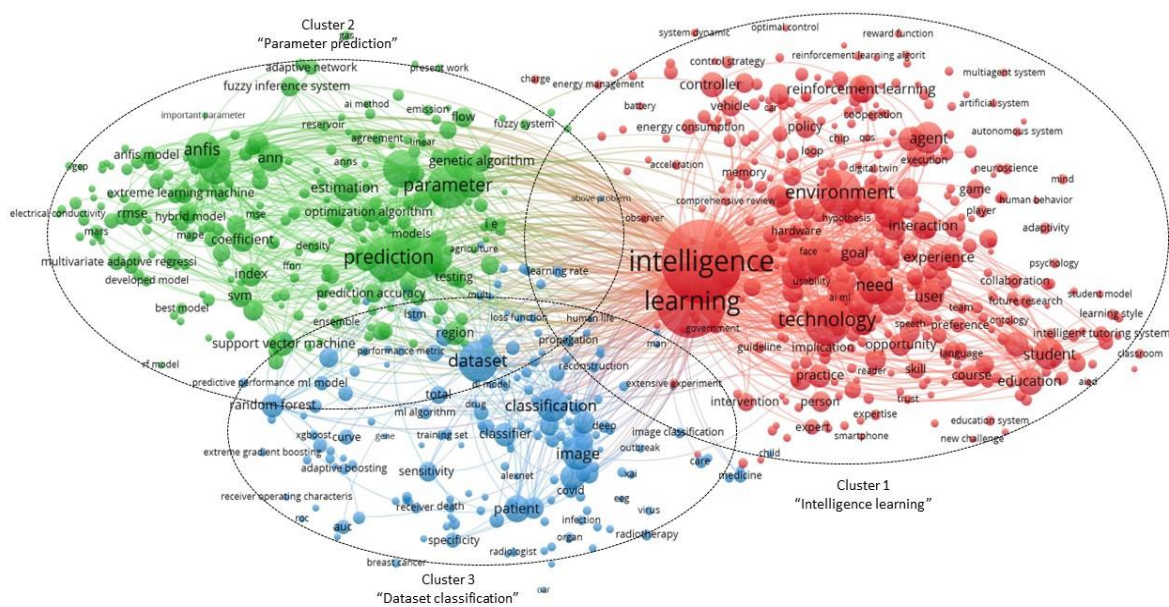


Рисунок 4. Доминирующие кластеры междотраслевых исследований, связанных с адаптивным обучением и искусственный интеллект получен из выборки 2803 публикаций, проиндексированных в WoS.

Кластерный анализ выявляет сложные связи между различными тематическими элементами, демонстрируя их симбиотические отношения и освещая многогранные аспекты, лежащие в основе развития этих областей. В рамках этого кластера такие ключевые слова, как «интеллект» и «обучение», выступают в качестве стержней, закрепляя различные подтемы, такие как «технология», «обучающийся», «адаптация» и «окружающая среда».

Анализ кластера «интеллектуальное обучение» проливает свет на несколько важных тем. Интеграция технологии искусственного интеллекта в системы адаптивного обучения подчеркивает преобразующий потенциал создания интеллектуальной среды обучения. Такая конвергенция облегчает персонализированное обучение, адаптируя содержание и методы подачи к индивидуальным предпочтениям и потребностям учащихся [13-15]. Более того, анализ подчеркивает центральную роль элементов «взаимодействия» и «пользователя», подчеркивая важность взаимодействия человека с компьютером и ориентированного на пользователя дизайна в оптимизации процесса обучения.

Дискуссия

В настоящее время адаптивное обучение представляет собой новаторский подход в персонализированном образовании, который эффективно использует возможности технологий искусственного интеллекта для оптимизации процесса обучения для отдельных учащихся. Используя информацию, основанную на данных, и интеллектуальные алгоритмы, адаптивные системы предлагают индивидуализированную доставку контента, корректировку темпа и обратную связь в реальном времени, что повышает как вовлеченность учащихся, так и их успеваемость. Поскольку цифровая революция в образовании продолжает разворачиваться, потенциал адаптивного обучения для преобразования традиционных методов обучения остается огромным.

Поскольку мы становимся свидетелями стремительного роста адаптивного обучения и искусственного интеллекта в сфере образования, становится все более очевидным, что будущее образования будет в значительной степени формироваться этими технологиями. Благодаря их способности персонализировать процесс обучения, предоставлять обратную

связь в режиме реального времени и оказывать целевую поддержку, инструменты, основанные на искусственном интеллекте, обладают огромным потенциалом для революции в образовании в ближайшие годы.

Одним из ключевых аспектов будущего образования является создание персонализированных траекторий обучения для учащихся. С использованием алгоритмов искусственного интеллекта и платформ адаптивного обучения преподаватели могут адаптировать образовательный контент и опыт в соответствии с уникальными потребностями, способностями и интересами каждого учащегося. Кроме того, искусственный интеллект может значительно улучшить методы оценки, обеспечивая более точные и полные оценки.

Традиционные экзамены часто не позволяют оценить истинное понимание и владение предметом студентом. Однако благодаря алгоритмам машинного обучения, анализирующим обширные объемы данных, собранных из различных источников, таких как викторины, задания, обсуждения или даже выражения лица во время онлайн-занятий, преподаватели могут получить более глубокое представление об успеваемости учащихся и соответствующим образом адаптировать стратегии обучения.

По мере развития технологий, дальнейшие исследования и междисциплинарное сотрудничество становятся ключевыми для раскрытия полного потенциала адаптивного обучения с использованием искусственного интеллекта для учащихся, преподавателей и исследователей.

Однако, когда дело доходит до последствий, вытекающих из нашего исследования, становится ясно, что распространение адаптивного обучения и технологий искусственного интеллекта в образовании предполагает смену парадигмы, требующую тщательного рассмотрения. Поскольку эти технологии занимают центральное место, мы должны рассмотреть целостную структуру, поощряющую ответственную интеграцию ИИ в образовательную практику. Крайне важно разработать принципы и этические стандарты конфиденциальности, безопасности данных и внедрения ИИ в образовательных учреждениях. Нахождение баланса между персонализированным опытом обучения и защитой конфиденциальной информации учащихся является первостепенной задачей. Политика также должна включать справедливое распределение инструментов, основанных на искусственном интеллекте, гарантируя, что все учащиеся, независимо от социально-экономического происхождения, будут иметь доступ к преобразующим образовательным возможностям.

Хотя наше исследование рассматривает потенциал трансформации через адаптивное обучение с использованием искусственного интеллекта, следует отметить несколько ограничений. Основное внимание исследования уделяется общим аспектам искусственного интеллекта и адаптивного обучения, оставляя в стороне конкретные культурные, контекстуальные и социально-экономические нюансы, которые могут влиять на внедрение и эффективность этих технологий. Кроме того, объем исследования в основном основан на библиометрическом анализе WoS, что может ограничивать учет последних событий в этой области. Важным моментом также является использование публикаций из других баз данных, таких как Scopus или Google Scholar, для получения более полных результатов.

Заключение

Наше исследование подчеркивает значимость сложного взаимодействия между прогнозированием, оценкой и адаптивным обучением в контексте цифровизации образования. Синтез наших исследований выявляет потенциал методов прогнозирования на основе искусственного интеллекта для формирования будущего образования. С развитием адаптивного обучения, интеграция прогностических моделей становится мощным инструментом для оптимизации образовательного опыта для учащихся. Сложная динамика между методами классификации, анализом данных и адаптивным обучением предоставляет перспективы для дальнейшего внедрения искусственного интеллекта с целью улучшения образования и оптимизации обучения. Важно решить проблемы конфиденциальности и

этичного использования данных в образовательных учреждениях с применением искусственного интеллекта. Баланс между персонализацией и защитой конфиденциальности играет ключевую роль в новой эре образования. Системы адаптивного обучения и технологии искусственного интеллекта предоставляют огромные возможности для преобразования образования в будущем. Создание персонализированных путей обучения с использованием алгоритмов искусственного интеллекта и платформ адаптивного обучения представляет собой увлекательную тему, требующую дополнительного изучения. Актуальность нашего исследования подтверждается стремительным развитием цифровых технологий в образовании и растущей потребностью в инновационных методах обучения. Наши результаты могут служить основой для дальнейших исследований и практического применения, способствуя эффективному развитию образовательной сферы в условиях цифровой трансформации.

Список использованных источников

- [1] Akour, M.; Alenezi, M. *Higher education future in the era of digital transformation. Education Sciences* 2022, 12(11), 784. <https://doi.org/10.3390/educsci12110784>
- [2] Alenezi, M. *Digital learning and digital institution in higher education. Education Sciences* 2023, 13(1), 88. <https://doi.org/10.3390/educsci13010088>
- [3] Jing, Y.; Zhao, L.; Zhu, K.; Wang, H.; Wang, C.; Xia, Q. *Research landscape of adaptive learning in education: A bibliometric study on research publications from 2000 to 2022. Sustainability* 2023, 15(4), 3115. <https://doi.org/10.3390/su15043115>
- [4] Adiguzel, T.; Kaya, M. H.; Cansu, F. K. *Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. Contemporary Educational Technology* 2023 15(3), ep429. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13152>
- [5] De Vries, P. (2022). *The Ethical Dimension of Emerging Technologies in Engineering Education. Education Sciences* 2022 12(11), 754. <https://doi.org/10.3390/educsci12110754>
- [6] Guan, C.; Mou, J.; Jiang, Z. *Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. International Journal of Innovation Studies* 2020, 4(4), 134-147. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>
- [7] Lamas, P.; Arnab, S. *Power to the teachers: an exploratory review on artificial intelligence in education. Information* 2021, 13(1), 14. <https://doi.org/10.3390/info13010014>
- [8] Nguyen, A.; Ngo, H. N.; Hong, Y.; Dang, B.; Nguyen, B. P. T. *Ethical principles for artificial intelligence in education. Education and Information Technologies* 2023, 28(4), 4221-4241. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>
- [9] Chen, L.; Chen, P.; Lin, Z. *Artificial intelligence in education: A review. IEEE Access* 2020, 8, 75264-75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- [10] Smyrnova-Trybulska, E.; Morze, N.; Varchenko-Trotsenko, L. *Adaptive learning in university students' opinions: Cross-border research. Education and information technologies* 2022, 27(5), 6787-6818. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10830-7>
- [11] Google Trends. *Improving Search Results*. 2023. Available online: <https://trends.google.com> (accessed 8 August 2023)
- [12] Shurygin, V.; Saenko, N.; Zekiy, A.; Klochko, E.; Kulapov, M. *Learning management systems in academic and corporate distance education. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)* 2021, 16(11), 121-139. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i11.20701>
- [13] Cheiter, K.; Schubert, C.; Schüler, A.; Schmidt, H.; Zimmermann, G.; Wassermann, B.; Eder, T. *Adaptive multimedia: Using gaze-contingent instructional guidance to provide personalized processing support. Computers & Education* 2019, 139, 31-47. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.05.005>
- [14] Grassini, S. *Shaping the Future of Education: Exploring the Potential and Consequences of AI and ChatGPT in Educational Settings. Education Sciences* 2023, 13(7), 692. <https://doi.org/10.3390/educsci13070692>
- [15] Smith, J. *Human-Computer Interaction: Enhancing User Experience and Productivity. International Multidisciplinary Journal of Science, Technology, and Business* 2022, 1(4), 1-4.