

**Гулынина Елена Владимировна,**

SPIN-код: 2013-9519

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математики, информатики, Филиал Ставропольского государственного педагогического института в г. Ессентуки; 357635, Россия, г. Ессентуки, ул. Долина Роз, 7; e-mail: abreec@yandex.ru

**Омарова Анна Дмитриевна,**

SPIN-код: 7877-0803

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математики, информатики, Филиал Ставропольского государственного педагогического института в г. Ессентуки; 357635, Россия, г. Ессентуки, ул. Долина Роз, 7; e-mail: ann.omarova@yandex.ru

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ  
И ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ  
И ВЫЗОВЫ В КОНТЕКСТЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровые технологии; цифровизация образования; цифровая образовательная среда; языковые модели; геймификация; образовательный процесс; учебная мотивация; персонализированное обучение; внутренняя мотивация; активное обучение; ролевые игры; учебные мероприятия; эмпирические данные; искусственный интеллект; математика; методика преподавания математики

**АННОТАЦИЯ.** Проблема исследования статьи заключается в следующем вопросе: как искусственный интеллект может трансформировать персонализированное обучение в контексте преподавания математики и какие вызовы и возможности это представляет? Цель данного исследования заключается в анализе способов трансформации персонализированного обучения с помощью искусственного интеллекта в контексте преподавания математики, определении вызовов и возможностей, связанных с этим, а также в разработке рекомендаций для улучшения и создания новых адаптивных образовательных систем, которые более эффективно интегрируют персонализацию, социальное взаимодействие и коллаборативное обучение. В рамках методологии авторы использовали анализ литературы, кейс-стади и сравнительный анализ существующих адаптивных образовательных систем. Основные результаты показали, что, несмотря на значительные преимущества в индивидуализации обучения и адаптации учебных материалов, существует ряд серьезных вызовов, таких как ограниченное социальное взаимодействие и коллаборативное обучение. Научная новизна заключается в комплексном подходе к анализу возможностей искусственного интеллекта для углубления и расширения персонализированного обучения в контексте его интеграции в образовательный процесс. Практическая и теоретическая значимость результатов проявляется в разработке рекомендаций для улучшения существующих систем и создания новых, которые более эффективно интегрируют социальные и коллаборативные аспекты обучения. В результате исследования авторы подчеркивают необходимость баланса между персонализацией и социальным взаимодействием, а также важность когнитивного вовлечения учащихся для достижения долгосрочного понимания математических концепций.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Гулынина, Е. В. Искусственный интеллект и персонализированное обучение: перспективы и вызовы в контексте преподавания математики / Е. В. Гулынина, А. Д. Омарова. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2024. – № 4. – С. 82–92.

**Gulynina Elena Vladimirovna,**

Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of Department of Mathematics, Computer Science, Branch of the Stavropol State Pedagogical Institute in Essentuki, Essentuki, Russia

**Omarova Anna Dmitrievna,**

Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of Department of Mathematics, Computer Science, Branch of the Stavropol State Pedagogical Institute in Essentuki, Essentuki, Russia

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PERSONALIZED LEARNING:  
PERSPECTIVES AND CHALLENGES IN THE CONTEXT  
OF TEACHING MATHEMATICS**

**KEYWORDS:** digital technologies; digitalization of education; digital educational environment; language models; gamification; educational process; learning motivation; personalized learning; intrinsic motivation; active learning; role-playing games; learning activities; empirical data; artificial intelligence; mathematics; mathematics teaching methods

**ABSTRACT.** The problem of the research article lies in the following question: how can artificial intelligence transform personalized learning in the context of teaching mathematics, and what challenges and opportunities does it present? The aim of this research is to analyze ways of transforming personalized learning with the help of artificial intelligence in the context of teaching mathematics, identifying challenges and opportunities associated with it, as well as developing recommendations for improving and creating new adaptive educational systems that more effectively integrate personalization, social interaction, and collaborative learning. The main results showed that, despite significant advantages in individualizing

learning and adapting educational materials, there are several serious challenges, such as limited social interaction and collaborative learning. The scientific novelty lies in a comprehensive approach to analyzing the possibilities of artificial intelligence for deepening and expanding personalized learning in the context of its integration into the educational process. The practical and theoretical significance of the results is manifested in the development of recommendations for improving existing systems and creating new ones that more effectively integrate social and collaborative aspects of learning. As a result of the research, the author emphasizes the need for a balance between personalization and social interaction, as well as the importance of cognitive engagement of students to achieve long-term understanding of mathematical concepts.

**FOR CITATION:** Gulynina, E. V., Omarova, A. D. (2024). Artificial Intelligence and Personalized Learning: Perspectives and Challenges in the Context of Teaching Mathematics. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 4, pp. 82–92.

В современном образовательном пространстве актуальность применения искусственного интеллекта (далее – ИИ) в обучении математике особенно возрастает в свете стремления к персонализации учебного процесса. Проблема заключается в том, что, несмотря на значительные успехи в адаптации учебных материалов под индивидуальные потребности учащихся, существует ряд серьезных вызовов, таких как ограничение социального взаимодействия и совместного обучения. Это создает необходимость баланса между индивидуализацией обучения и сохранением элементов коллективной работы. Также остается открытым вопрос о том, как обеспечить глубокое и долгосрочное понимание математических концепций у учащихся. Исследование этих аспектов необходимо для разработки более совершенных образовательных систем, способных интегрировать ИИ в обучение таким образом, чтобы учащиеся не только усваивали математику на поверхностном уровне, но и развивали критическое мышление и аналитические навыки на основе глубокого понимания предмета.

Цель данного исследования заключается в анализе способов трансформации персонализированного обучения с помощью искусственного интеллекта в контексте преподавания математики, определении вызовов и возможностей, связанных с этим, а также в разработке рекомендаций для улучшения и создания новых адаптивных образовательных систем, которые более эффективно интегрируют персонализацию, социальное взаимодействие и коллаборативное обучение.

**Обзор литературы.** Проведенный анализ последних исследований и публикаций по проблематике использования ИИ в персонализированном обучении показывает, что данная проблема активно изучается как зарубежными, так и отечественными учеными.

Исследования В. Ма и др. [14] подтверждают, что интеллектуальные системы репетиторства способны значительно улучшить результаты обучения учащихся и повысить уровень понимания и усвоения математических концепций. Однако, как от-

мечает К. Б. Мухаммадиева в своем библиометрическом анализе, существует необходимость дальнейших исследований долгосрочного влияния использования ИИ на обучение математике, особенно в контексте разработки и адаптации ИИ-ориентированных учебных программ [17].

Работы С. Акгюна и К. Гринхоу (2021) поднимают важный вопрос этики и равенства в доступе к персонализированным ИИ-инструментам, указывая на возможное усиление образовательного неравенства [1]. О. Завацкий и другие (2019) отмечают, что успешное внедрение ИИ в обучение математике требует подготовки и поддержки учителей, адаптивных учебных платформ и постоянной оценки эффектов от внедрения технологий [7].

Среди отечественных исследователей А. Комиссаров (2022) рассматривает основные направления применения ИИ в образовании и ключевые решения в этой области [10]. С. А. Корчагин (2021) проводит анализ применения технологий искусственного интеллекта в образовательной сфере [11]. И. А. Бессмертный (2009) изучает возможности семантической паутины и искусственного интеллекта в образовании [2].

Зарубежные ученые D. Chaplot, E. Rhim и J. Kim (2016) исследуют персонализированное адаптивное обучение с использованием нейронных сетей [27]. Ю. Димитриенко и Э. Губарева (2018) предлагают модель нейронной сети математических знаний и разработку информационно-образовательной среды для математической подготовки инженеров [5].

Несмотря на значительное количество исследований, остаются нерешенные задачи, такие как необходимость долгосрочной оценки влияния ИИ на обучение математике, разработка этических принципов использования ИИ в образовании, подготовка учителей к работе с ИИ-технологиями и создание адаптивных учебных платформ. Требуются дальнейшие исследования для решения этих задач и успешного внедрения ИИ в персонализированное обучение математике.

**Методология и методы исследования.** Для достижения поставленной цели и проверки гипотезы было проведено

теоретическое исследование, основанное на анализе и синтезе научной литературы по проблеме интеграции искусственного интеллекта в обучение математике.

Ход исследования включал следующие этапы:

1. Поисково-аналитический этап. Проведены информационный поиск и отбор научных публикаций, монографий, диссертаций, затрагивающих вопросы использования ИИ в образовании, в частности в обучении математике. Осуществлен первичный анализ источников, определены ключевые идеи и подходы.

2. Этап систематизации и обобщения. Отобранные источники были детально изучены, систематизированы по тематическим блокам: адаптивное обучение на основе ИИ, модели ИИ в математическом образовании, персонализация обучения с помощью ИИ и др. Проведен сравнительно-сопоставительный анализ различных подходов и концепций, выявлены общие закономерности и тенденции.

3. Этап концептуализации и моделирования. На основе системного анализа и обобщения теоретического материала были сформулированы ключевые принципы и концептуальные основы интеграции ИИ в процесс обучения математике. Разработаны теоретические модели персонализированного адаптивного обучения математике с использованием технологий ИИ.

4. Прогностический этап. Определены перспективные направления дальнейших исследований, связанные с практической реализацией предложенных моделей, оценкой их эффективности, разработкой этических принципов использования ИИ в образовании и подготовкой педагогов.

Основными методами исследования выступили:

- теоретический анализ научной литературы по проблеме;
- систематизация и обобщение, позволившие интегрировать различные подходы;
- сравнительно-сопоставительный анализ концепций;
- концептуальный синтез и теоретическое моделирование процесса интеграции ИИ в обучение математике;
- прогностические методы для определения дальнейших перспектив изучения проблемы.

**Изложение основного материала исследования.** В рамках данного исследования выдвигается гипотеза о том, что внедрение ИИ в обучение математике в рамках общеобразовательных программ может существенно повысить эффективность персонализированного обучения и углубить когнитивное взаимодействие обу-

чающихся с учебным материалом. Предполагается, что это достигается посредством применения адаптивных алгоритмов обучения, способных динамически корректировать содержание и сложность заданий в соответствии с индивидуальными когнитивными характеристиками и уровнем подготовки каждого учащегося.

Научная новизна исследования заключается в разработке и имплементации инновационных моделей ИИ, обладающих не только адаптивными свойствами, но и способностью прогнозировать образовательные потребности учащихся. Подобный подход призван обеспечить непрерывное и глубокое освоение математических концепций, что потенциально может привести к значительному повышению качества и эффективности образовательного процесса.

Постановку проблемы необходимо начать с базовых понятий, первыми из которых в контексте настоящего исследования являются «персонализация» и «персонализированное обучение».

В рамках научного дискурса целесообразно рассмотреть концептуализацию термина «персонализация», предложенную А. Б. Орловым. Исследователь интерпретирует данное понятие через призму коммуникативной парадигмы развития личности, опираясь на теоретические положения К. Г. Юнга, А. Маслоу, К. Роджерса и А. Х. Алмааса о дихотомии персоны и тени. Центральный тезис А. Б. Орлова заключается в том, что процесс персонификации представляет собой актуализацию имманентной человеческой потребности и способности к самоидентификации. Данная трактовка контрастирует с подходом А. В. Петровского и В. А. Петровского, рассматривающих персонализацию как реализацию потребности индивида в обретении статуса личности [20].

Ключевое различие между этими концепциями заключается в интерпретации соотношения понятий «персонализация» и «персонификация». В этом контексте представляется обоснованной позиция Е. А. Этко, постулирующая, что оба термина отражают многоаспектные процессы личностного развития и реализации спектра человеческих потребностей. Данный интегративный подход позволяет синтезировать различные теоретические перспективы в единую концептуальную рамку [28].

А. В. Петровский и В. А. Петровский рассматривают персонализацию как включенность одного человека в пространство жизни другого, представленность личности в жизни других людей. Они определяют персонализацию как реализацию потребности индивида быть личностью. При этом

персонализация понимается как процесс, в результате которого субъект получает идеальную представленность в жизнедеятельности других людей и может выступить в общественной жизни как личность [22].

Другой подход, представленный в тексте, рассматривает персонализированное обучение как образовательную модель, в центре которой находится обучающийся. При таком подходе учитываются не только индивидуальные особенности обучающегося (пол, возраст, темперамент, стиль обучения, когнитивный стиль, тип мотивации и др.), но также время, доступное для обучения, форма и стиль обучения, типы восприятия информации. Обучающийся рассматривается как уникальная индивидуальность со своим собственным механизмом учения. Важным аспектом является то, что обучающийся, анализируя собственные потребности и возможности, самостоятельно выбирает содержание, методы и темп обучения.

Обобщая представленные подходы и учитывая современные тенденции в образовании, можно предложить следующее авторское научное определение персонализированного обучения.

Персонализированное обучение – это образовательный подход, основанный на учете индивидуальных особенностей, потребностей и целей обучающегося, предполагающий его активную роль в проектировании и реализации собственной образовательной траектории. Данный подход характеризуется гибкостью в выборе содержания, методов, темпа и формы обучения, направлен на развитие уникального потенциала каждого обучающегося и формирование его субъектности в образовательном процессе. При этом персонализированное обучение не только адаптирует образовательный процесс под особенности обучающегося, но и способствует развитию его личности, реализации потребности в самовыражении и влиянии на других участников образовательного процесса.

Рассмотрим основные перспективы использования ИИ в процессе преподавания математики в общеобразовательном учреждении.

1. Применение ИИ открывает широкие перспективы для индивидуализации обучения. ИИ-системы способны проводить комплексный анализ индивидуальных особенностей учащихся, выявляя их сильные и слабые стороны в освоении математических концепций. На основе полученных данных происходит адаптация учебного материала, включая подбор персонализированных заданий, корректировку темпа обучения и выбор оптимальных методик преподавания. Данный подход особенно актуален в мате-

матике, где понимание базовых концепций является ключевым для дальнейшего прогресса в обучении.

2. Использование интеллектуальных систем в качестве виртуальных репетиторов по математике позволяет обеспечить дополнительную поддержку учащимся вне аудиторных занятий. Такие системы способны оказывать помощь в решении задач, разъяснять сложные концепции и предоставлять дополнительные упражнения для закрепления пройденного материала. Это особенно ценно для учащихся, нуждающихся в дополнительном времени или практике для усвоения математических понятий.

3. Выявление и устранение пробелов в математических знаниях: ИИ может анализировать результаты тестов и домашних заданий, выявляя области, в которых у учеников возникают трудности. Это позволяет учителям оперативно корректировать свой подход к преподаванию, фокусируясь на проблемных темах и адаптируя учебные материалы.

4. Профорентация в области математики и смежных наук: анализируя успехи учеников в различных областях математики, ИИ может помочь в выборе специализации для дальнейшего обучения или карьеры, связанной с математикой, инженерией или точными науками.

5. Оптимизация учебного процесса: ИИ может помочь в организации учебного процесса, анализируя эффективность различных методик преподавания математики, оптимизируя расписание и распределение ресурсов для максимальной эффективности обучения.

В контексте преподавания математики такие системы могут учитывать индивидуальный темп освоения материала, выявлять пробелы в знаниях и предлагать целенаправленные упражнения для их устранения. Однако важно отметить, что эффективность ПО зависит не только от технологических решений, но и от соответствия более широким образовательным целям.

Согласно концепции ОЭСР «Learning Compass 2030» [29] современное образование должно фокусироваться на развитии общих компетенций, формировании самостоятельности учащихся и использовании цикла «Предвидение-Действие-Рефлексия». В этом контексте системы ПО на основе ИИ должны не просто предоставлять персонализированный контент, но и способствовать активному обучению, развитию навыков самоуправления обучения и критического мышления [21].

Особенно важным становится развитие у учащихся способности к саморегулируемому обучению. Без этих навыков даже са-

мые продвинутые системы ПО могут оказаться малоэффективными, так как учащиеся часто выбирают наименее эффективные стратегии обучения.

Концепция персонализированного обучения имеет долгую историю, уходящую корнями в 1960-е годы. Изначально она была связана с идеей «обучающих машин», которые могли бы адаптировать темп обучения под каждого ученика, обеспечивать повторение до полного усвоения материала и предоставлять немедленную обратную связь. Эта концепция получила дополнительный импульс после экспериментов, показавших значительное преимущество индивидуального обучения над групповым.

В контексте преподавания математики современные системы персонализированного обучения, основанные на ИИ, предлагают ряд существенных преимуществ. Они обычно включают три ключевых компонента: модель контента, модель ученика и педагогическую модель.

Системы персонализированного обучения в математике основываются на трех ключевых компонентах: педагогической модели, модели ученика и модели контента. Педагогическая модель определяет учебные цели и траектории, обеспечивая обратную связь и применяя принцип распределенной практики для улучшения долгосрочного усвоения материала. Модель ученика анализирует прогресс учащегося, адаптируя сложность заданий к его зоне ближайшего развития. Модель контента представлена в виде графа знаний, позволяющего последовательно осваивать темы.

Многочисленные исследования демонстрируют эффективность таких систем в повышении результатов обучения математике. Их ключевое преимущество заключается в способности обеспечивать непрерывную корректирующую обратную связь, что способствует углублению понимания математических концепций учащимися.

В сфере образования, особенно в области изучения математики, появилось множество инновационных мобильных приложений, активно использующих технологии искусственного интеллекта. Рассмотрим несколько популярных примеров и их ключевые особенности.

Приложение Photomath использует передовые технологии распознавания изображений и рукописного текста. Пользователи могут сфотографировать математическое выражение, и приложение не только распознает его, но и предоставит пошаговое решение. Нейросетевые алгоритмы Photomath анализируют ввод пользователя, обеспечивая точность результатов и персонализированный подход к обучению.

Khan Academy применяет искусственный интеллект для создания индивидуальных учебных планов. Приложение адаптирует контент под уровень знаний каждого ученика, предлагая персонализированные уроки и задания. Встроенные алгоритмы оценки позволяют автоматически отслеживать прогресс обучающегося и при необходимости рекомендовать дополнительные материалы.

GeoGebra интегрирует ИИ для разработки интерактивных уроков, адаптированных под стиль обучения каждого пользователя. Приложение использует нейросетевые алгоритмы для анализа подходов учащихся к решению задач, что позволяет оптимизировать подачу информации и оказывать поддержку в реальном времени [8].

Стоит отметить платформу «01 Математика», которая использует ИИ как персонального репетитора для учащихся и ассистента для учителей. Платформа предлагает обширную базу учебных материалов, включая видеоуроки и интерактивные задания для 4–11 классов, систему адаптивного обучения и распознавания сложных ответов [24].

Обобщение специальной литературы позволяет выделить следующие основные вызовы использования ИИ в преподавании математики:

1. Чрезмерная индивидуализация учебного процесса, потенциально ограничивающая социальное взаимодействие и коллаборативное обучение [19].

2. Акцентирование внимания на узкопредметных достижениях в ущерб развитию метапредметных компетенций и навыков высокого порядка (критическое мышление, креативность, навыки сотрудничества).

3. Ограниченность адаптивных платформ конкретными предметными областями, затрудняющая интеграцию надпредметных компетенций и междисциплинарное обучение [13].

4. Недостаточное внимание к развитию навыков саморегуляции и самостоятельности учащихся [16].

5. Сложность обеспечения баланса между индивидуализацией обучения и необходимостью разнообразных форм коллаборативного обучения.

6. Риск негативного влияния на формирование метакогнитивных навыков и способности к саморегуляции при пассивном следовании предписанному учебному маршруту.

Для преодоления этих ограничений необходима разработка комплексных подходов к персонализированному обучению, интегрирующих возможности для социального взаимодействия, развития метапред-

метных компетенций и навыков саморегуляции. Важным направлением исследований остается поиск баланса между индивидуализацией учебного процесса и обеспечением разнообразных форм коллаборативного обучения в различных социальных контекстах [23].

Данная проблематика может быть проиллюстрирована классическим экспериментом в области нейрофизиологии, демонстрирующим критическую роль самостоятельной двигательной активности в развитии зрительной системы у котят. Аналогичным образом пассивное следование предписанному учебному маршруту может негативно сказаться на формировании метакогнитивных навыков и способности к саморегуляции у обучающихся [23].

В научной литературе предлагаются различные теоретические подходы к решению данной проблемы, включая концепцию адаптивного распределения самостоятельности и модель постепенного перехода от регуляции, осуществляемой системой искусственного интеллекта, к саморегуляции обучающегося. Однако для подтверждения эффективности этих подходов требуются их эмпирическая валидация и практическая имплементация в образовательных технологиях [9].

Ряд исследований подчеркивает ключевую роль активного вовлечения учащихся в процесс обучения как фактора, значительно повышающего его эффективность. Для активизации когнитивных процессов необходимо обеспечить как поведенческую, так и когнитивную вовлеченность обучающихся, что может выражаться в таких видах деятельности, как ведение записей, составление конспектов, участие в дискуссиях и решение проблемных задач [6].

В рамках ICAP (Interactive, Constructive, Active, Passive) модели чем больше когнитивно и поведенчески вовлечены учащиеся, тем больше они учатся. Некоторые адаптивные обучающие системы, такие как Korbit, способствуют активному обучению, чередуя инструктаж с интерактивными упражнениями по решению задач, проектным обучением и видеолекциями [26].

Существует распространенное заблуждение, что адаптивные обучающие системы обязательно должны включать элементы геймификации, такие как таблицы лидеров, значки, уровни и очки, чтобы повысить вовлеченность. Однако различие между внешней и внутренней мотивацией играет важную роль в обучении. Внешняя мотивация исходит из внешних вознаграждений (значки, очки, оценки), в то время как внутренняя мотивация – это внутренний интерес и удовольствие от получения новых знаний.

По мнению некоторых исследователей, для длительной вовлеченности студентов необходима внутренняя мотивация. Прямые попытки контролировать результаты обучения с помощью внешних наград обычно приводят к снижению качества мотивации и производительности. В принципе, если образовательные игры разработаны в соответствии с принципами когнитивной психологии, они могут эффективно поддерживать внутреннюю мотивацию, направляя внимание детей на содержание и стимулы.

Игры предоставляют студентам свободу выбора, возможность ошибаться, получать быстрый отклик и часто включают социальное взаимодействие, что поддерживает обучение. Например, добавление квестов в курс иностранного языка вызвало долгосрочную внутреннюю мотивацию и сделало курс более увлекательным и значимым. В ходе исследований влияния геймификации на образовательные процессы выявлены противоречивые результаты. Анализ литературы показывает, что эффективность элементов геймификации в повышении мотивации учащихся существенно варьируется в зависимости от конкретных применяемых механик [25].

Ряд исследований демонстрирует потенциальные негативные последствия внедрения некоторых элементов геймификации в образовательный процесс. В частности, отмечается, что использование внешних стимулов и соревновательных механик может приводить к снижению внутренней мотивации обучающихся. Сравнительный анализ социальных сетей и геймифицированных систем управления обучением выявил, что геймификация, усиливая конкуренцию, одновременно снижала уровень сотрудничества и вовлеченности студентов. Кроме того, зафиксировано ухудшение результатов итоговых экзаменов в курсах с применением рейтинговых таблиц и значков.

Экспериментальные исследования, направленные на оценку влияния отдельных элементов геймификации (очки, таблицы лидеров, уровни), не выявили значимого воздействия на внутреннюю мотивацию учащихся, отмечая лишь количественное увеличение выполненных заданий. Метаанализ психологических эффектов геймификации указывает на возможное повышение удовлетворенности и энтузиазма, однако также отмечает риски возникновения тревожности и зависти [15].

Несмотря на наличие данных о краткосрочном положительном влиянии геймификации на результаты обучения, долгосрочные преимущества ее применения в образовательных контекстах остаются недо-

статочны изученными. Метаанализы демонстрируют умеренную положительную корреляцию между геймификацией и краткосрочными образовательными результатами, однако влияние отдельных элементов геймификации на процесс обучения требует дальнейшего исследования.

Современное состояние исследований в области геймификации образования характеризуется недостаточной теоретической обоснованностью, противоречивостью эмпирических данных и методологическими ограничениями экспериментальных дизайнов. Лонгитюдные исследования указывают на отсутствие устойчивых преимуществ даже у тщательно разработанных образовательных игр. В связи с этим интеграция элементов геймификации в системы персонализированного обучения требует взвешенного подхода.

В качестве альтернативы геймификации рассматриваются методы активного обучения, которые, согласно ряду исследований, эффективно стимулируют внутреннюю мотивацию и способствуют углубленному пониманию материала.

Анализ адаптивных систем обучения показывает их несоответствие образовательным целям, установленным в OECD Learning Compass 2030. Хотя подходы адаптивного обучения эффективно способствуют развитию базовых знаний и навыков, они ограничены в развитии самостоятельности учащихся, общих компетенций и активизации мышления. Однако недавние достижения в области крупных языковых моделей (далее – КЯМ), таких как ChatGPT, могут решить некоторые из этих проблем и позволить пересмотреть подходы к персонализированному обучению.

Исследования в области КЯМ продолжают, однако уже сейчас имеются многообещающие примеры их потенциала. Например, использование решений на основе ChatGPT для ответа на вопросы студентов показало поддержку саморегулируемого прогресса и конструирования знаний, а также повышение внутренней мотивации и поведенческой вовлеченности по сравнению с традиционными поисковыми запросами в Google. В другом недавнем исследовании агент на базе GPT помог учащимся генерировать более разнообразные вопросы и увеличил их внутреннюю мотивацию по сравнению с системами, вручную создающими подсказки для любопытства [3].

КЯМ могут стать важным элементом обучения, если они будут сосредоточены на активизации мышления учащихся, развитии навыков саморегуляции и поддержке совместного обучения, а не просто решению домашних заданий. Иными словами, КЯМ мо-

гут стать «мультипликатором» эффективности обучения студентов, если будут внедрены тщательно и осознанно в рамках научно обоснованных образовательных практик.

Еще одной перспективной областью применения КЯМ может стать помощь учителям и содействие персонализированным учебным мероприятиям в более коллаборативных средах. КЯМ могут помочь учителям организовывать совместные учебные мероприятия, поддерживая взаимодействие между учащимися и группами. Недавнее исследование показало, как учителя используют ChatGPT от OpenAI в качестве партнера для студентов в интерактивных ролевых играх, рекомендуя и дифференцирующего учебные материалы, выступающего в роли помощника учителя (например, исправляющего грамматические ошибки), а также подготавливающего и оценивающего тесты.

Еще одно исследование показало, как интегрировать ChatGPT в реалистичные учебные условия для школьников, где студенты становятся активными агентами своего обучения, развивая коллективное понимание и решая реальные проблемы. Кроме того, ChatGPT может поддерживать научно обоснованные стратегии обучения, такие как выявление заблуждений студентов, распределенная практика, непрерывное тестирование и оценка их знаний [4].

В целом КЯМ обладают многообещающим потенциалом для поддержки как учащихся, так и учителей в персонализации учебного контента на основе научно доказанных методов.

В контексте развития искусственного интеллекта и его применения в образовании, особенно в преподавании математики, возникает необходимость переосмысления традиционных подходов к обучению. Будущее формального образования, вероятно, будет представлять собой гибридную модель, сочетающую взаимодействие между людьми и ИИ, а не полностью автоматизированную систему.

**Выводы.** Результаты данного исследования показывают, что интеграция искусственного интеллекта в процесс персонализированного обучения математике имеет значительный потенциал для повышения его эффективности. Это подтверждается метаанализом Кулика и Флетчера (2015) [12], который выявил существенное положительное влияние интеллектуальных обучающих систем на результаты обучения. Особенно перспективной представляется возможность адаптации учебных материалов и методик под индивидуальные нужды учащихся, что соответствует первоначальной цели анализа способов трансформации пер-

сонализированного обучения.

Однако, как отмечают Завацки-Рихтер и др. (2019) [7], несмотря на положительные краткосрочные результаты, вопрос о долгосрочной эффективности таких систем еще остается открытым и требует дальнейших исследований. Это подчеркивает необходимость проведения долгосрочных эмпирических исследований для оценки устойчивости и долговременного влияния ИИ-систем на образовательные результаты.

Исследования также выявило ряд вызовов, включая необходимость разработки более совершенных алгоритмов ИИ. Как указывают Чаплот и др. (2016) [27], важно создавать системы, способные более точно анализировать и предсказывать потребности учащихся. Кроме того, Агюн и Гринхоу (2022) [1] подчеркивают важность интеграции социального взаимодействия и коллаборативного обучения в ИИ-системы для формирования умений самостоятельного и критического мышления у школьников.

Для дальнейшего развития исследований в этом направлении рекомендуется сосредоточить усилия на создании адаптивных образовательных систем, которые не

только предоставляют персонализированный контент, но и активно поддерживают развитие компетенций учащихся. Это соответствует концепции Learning Compass 2030 (OECD), которая подчеркивает важность развития широкого спектра навыков и компетенций.

Также стоит уделить внимание разработке методик активного обучения и включению элементов геймификации, что, согласно исследованию Мельничук (2016) [15], может улучшить внутреннюю мотивацию и удовлетворенность учащихся. При этом важно учитывать потенциальные риски, связанные с тревожностью и завистью, на которые указывают Карбачинская и Харитонова (2022) [8] в своем анализе влияния образовательных приложений на процесс обучения.

Таким образом, несмотря на очевидный потенциал ИИ в персонализированном обучении математике, необходимы дальнейшие эмпирические исследования для полного понимания его долгосрочного влияния и разработки эффективных стратегий внедрения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агюн, С. Искусственный интеллект в образовании: решение этических проблем в условиях К-12 / С. Агюн, К. Гринхоу. – Текст : непосредственный // AI and Ethics. – 2022. – № 2. – DOI: 10.1007/s43681-021-00096-7.
2. Бессмертный, И. А. Семантическая паутина и искусственный интеллект / И. А. Бессмертный. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник информационных технологий, математики и оптики. – 2009. – № 6 (64). – С. 77–83.
3. Ворсина, А. А. Возможности генеративных языковых моделей и перспективы их развития / А. А. Ворсина. – Текст : непосредственный // Цифровые инструменты обеспечения устойчивого развития экономики и образования: новые подходы и актуальные проблемы : сборник научных трудов II-й Национальной научно-практической конференции. – Орел : Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС, 2023. – С. 10–16.
4. Джавайд, М. Раскрытие возможностей с помощью инструмента ChatGPT для улучшения системы образования / М. Джавайд, А. Халим, Р. Сингх [и др.]. – Текст : непосредственный // Bench Council Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations. – 2023. – № 3. – С. 100115. – DOI: 10.1016/j.tbench.2023.100115.
5. Димитриенко, Ю. Нейросетевая модель математических знаний и развитие информационно-образовательной среды для математической подготовки инженеров / Ю. Димитриенко, Э. Губарева. – Текст : непосредственный // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Т. 1141, № 1. – С. 012010.
6. Елькина, И. Ю. Факторы вовлеченности студентов в учебный процесс в условиях дистанционного обучения / И. Ю. Елькина. – Текст : электронный // Образовательные ресурсы и технологии. – 2022. – № 1 (38). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-vovlechenosti-studentov-v-uchebnyu-protsess-v-usloviyah-distantionnogo-obucheniya> (дата обращения: 01.07.2024).
7. Завацки-Рихтер, О. Систематический обзор исследований применения искусственного интеллекта в высшем образовании – где же преподаватели? / О. Завацки-Рихтер, В. И. Марин, М. Бонд [и др.]. – Текст : непосредственный // Int. J. Educ. Technol. High. Educ. – 2019. – № 16. – С. 39. – <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>.
8. Карбачинская, Н. Б. Приложение Photomath: положительные и отрицательные факторы влияния на обучение математическим дисциплинам / Н. Б. Карбачинская, Е. Е. Харитонова. – Текст : электронный // Человек. Культура. Образование. – 2022. – № 3 (45). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prilozhenie-photomath-polozhitelnye-i-otritsatelnye-factory-vliyaniya-na-obuchenie-matematicheskimi-distsiplinami> (дата обращения: 01.07.2024).
9. Киреева, Н. В. Теория саморегулируемого обучения / Н. В. Киреева. – Текст : непосредственный // Наука. Культура. Искусство: Актуальные проблемы теории и практики : сборник материалов Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции : в 5-ти томах. – Белгород : Белгородский государственный институт искусств и культуры, 2023. – С. 82–86.
10. Комиссаров, А. ИИ в образовании: направления применения и основные решения / А. Комиссаров. – Текст : электронный // EduTech. – 2022. – № 4 (49). – С. 12–20. – URL: [https://lib.tsu.ru/sp/assets/users/\\_smirnov/EduTech\\_49\\_web.pdf](https://lib.tsu.ru/sp/assets/users/_smirnov/EduTech_49_web.pdf) (дата обращения: 01.07.2024).

11. Корчагин, С. А. Анализ применения технологий искусственного интеллекта в образовательной сфере / С. А. Корчагин. – Текст : непосредственный // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Социология. Политология. – 2021. – № 1. – С. 37–42.
12. Кулик, Дж. А. Эффективность интеллектуальных обучающих систем: мета-аналитический обзор / Дж. А. Кулик, Дж. Д. Флетчер. – Текст : непосредственный // Review of Educational Research. – 2015. – <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>.
13. Лихарева, О. А. Междисциплинарное обучение в школе: теория и практика / О. А. Лихарева, Д. Ю. Плетнева. – Текст : электронный // Концепт. – 2021. – № 5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnoe-obuchenie-v-shkole-teoriya-i-praktika> (дата обращения: 01.07.2024).
14. Ма, В. Интеллектуальные обучающие системы и результаты обучения: мета-анализ / В. Ма [и др.]. – Текст : непосредственный // Journal of Educational Psychology. – 2014. – № 106 (4). – С. 901.
15. Мельничук, Ю. А. Геймификация образовательного процесса как эффективный инструмент улучшения условий обучения / Ю. А. Мельничук. – Текст : непосредственный // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. – 2016. – Т. 5, № 5. – С. 23–29. – DOI: 10.12737/22523.
16. Методы формирования у обучающихся навыков самоорганизации и саморегуляции / З. Ш. Таскирова, А. Патдыева, Б. В. Сангаджиев [и др.]. – Текст : непосредственный // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 1 (162). – С. 1145–1149. – DOI: 10.34925/EIP.2024.162.1.220.
17. Мухамадиева, К. Б. Анализ исследований по применению искусственного интеллекта в высшем образовании / К. Б. Мухамадиева. – Текст : электронный // Образование и проблемы развития общества. – 2020. – № 2 (11). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-issledovaniy-po-primeneniyu-iskusstvennogo-intellekta-v-vysshem-obrazovanii> (дата обращения: 01.07.2024).
18. Несбит, Дж. К. и др. Насколько эффективны интеллектуальные обучающие системы в компьютерном образовании? / Дж. К. Несбит [и др.]. – Текст : электронный // 2014 IEEE 14<sup>th</sup> International Conference on Advanced Learning Technologies. – URL: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6901409/> (дата обращения: 01.07.2024).
19. Новикова, В. В. Возможности и ограничения искусственного интеллекта в реализации персонализированного обучения / В. В. Новикова. – Текст : непосредственный // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2023) : материалы VII Международной научно-практической конференции. – Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 229–233.
20. Орлов, А. Б. Психология личности и сущности человека парадигмы, проекции, практики / А. Б. Орлов. – М. : Академия, 2002. – 270 с. – Текст : непосредственный.
21. Парфенова, Е. И. Образование к 2030 году / Е. И. Парфенова. – Текст : непосредственный // Научный аспект. – 2022. – Т. 2, № 1. – С. 151–154.
22. Петровский, В. А. Петровский А. В.: научные разработки и открытия последних лет / В. А. Петровский. – URL: [http://www.bim-bad.ru/biblioteka/article\\_full.php?aid=267](http://www.bim-bad.ru/biblioteka/article_full.php?aid=267) (дата обращения: 20.07.2024). – Текст : электронный.
23. Подымов, Н. А. Теоретические подходы к изучению персонализированного обучения / Н. А. Подымов. – Текст : непосредственный // Стратегия развития образования для будущего России : материалы Международной научно-практической конференции, приуроченной к Году педагога и наставника в Российской Федерации. – Владимир : Владимирский институт развития образования имени Л. И. Новиковой, 2023. – С. 312–317.
24. Скафа, Е. И. Система подготовки нового поколения учителей математики на основе проектно-эвристической деятельности / Е. И. Скафа, Е. Г. Евсеева, Ю. В. Абраменкова, И. В. Гончарова. – Текст : электронный // ПНИО. – 2021. – № 5 (53). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podgotovki-novogo-pokoleniya-uchiteley-matematiki-na-osnove-proektno-evristicheskoy-deyatelnosti> (дата обращения: 01.07.2024).
25. Скугарева, И. В. Использование геймификации в образовании / И. В. Скугарева, О. Н. Торгованова, А. Е. Шабанова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы и перспективы развития мировой науки и техники: состояние, проблемы и пути решения : материалы XV Международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону : Издательство «Манускрипт», 2023. – С. 95–97.
26. Слепченко, Н. Н. Адаптивные обучающие системы: учет индивидуальных учебных стилей / Н. Н. Слепченко, Т. Н. Ямских, М. В. Савицкая. – Текст : электронный // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева. – 2016. – № 4 (38). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnye-obuchayushchie-sistemy-uchet-individualnyh-uchebnyh-stiley> (дата обращения: 01.07.2024).
27. Чаплот, Д. Персонализированное адаптивное обучение с использованием нейронных сетей / Д. Чаплот, Э. Рим, Дж. Ким. – Текст : непосредственный // Third Annual ACM Conference on Learning at Scale. – 2016. – С. 165–168.
28. Этко, Е. А. Идеи персонализации и персонификации в отечественной психологии: современное состояние и перспективы исследования / Е. А. Этко. – Текст : непосредственный // Психологические исследования. – 2015. – Т. 8, № 41. – С. 8.
29. Learning Compass 2030. – OECD. – URL: [https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD\\_Learning\\_Compass\\_2030\\_concept\\_note.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf) (mode of access: 01.07.2024). – Text : electronic.

## REFERENCES

1. Akgün, S., Greenhow, K. (2022). Iskusstvennyi intellekt v obrazovanii: reshenie eticheskikh problem v usloviyakh K-12 [Artificial Intelligence in Education: Addressing Ethical Issues in K-12 Settings]. In *AI and Ethics*. No. 2. DOI: 10.1007/s43681-021-00096-7.

2. Bessmertnyy, I. A. (2009). Semanticheskaya pautina i iskusstvennyi intellekt [Semantic Web and Artificial Intelligence]. In *Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, matematiki i optiki*. No. 6 (64), pp. 77–83.
3. Vorsina, A. A. (2023). Vozможности generativnykh yazykovykh modelei i perspektivy ikh razvitiya [Possibilities of Generative Language Models and Prospects for Their Development]. In *Tsifrovye instrumenty obespecheniya ustoichivogo razvitiya ekonomiki i obrazovaniya: novye podkhody i aktual'nye problemy: sbornik nauchnykh trudov II-i Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Orel, Srednerusskii institut upravleniya – filial RANKhiGS, pp. 10–16.
4. Javaid M., Halim A., Singh R. et al. (2023). Raskrytie vozможnostei s pomoshch'yu instrumenta ChatGPT dlya uluchsheniya sistemy obrazovaniya [Unlocking Opportunities with the KhatGPT Tool to Improve the Education System]. In *Bench Council Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*. No. 3, p. 100115. DOI: 10.1016/j.tbench.2023.100115.
5. Dimitrienko, Yu., Gubareva, E. (2018). Neurosetevaya model' matematicheskikh znaniy i razvitiye informatsionno-obrazovatel'noi sredy dlya matematicheskoi podgotovki inzhenerov [Neural Network Model of Mathematical Knowledge and Development of Information and Educational Environment for Mathematical Training of Engineers]. In *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1141. No. 1, p. 012010.
6. Elkina, I. Yu. (2022). Faktory вовлеченности studentov v uchebnyi protsess v usloviyakh distantsionnogo obucheniya [Factors of Student Engagement in the Educational Process in the Context of Distance Learning]. In *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. No. 1 (38). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/faktory-vo-vlechenosti-studentov-v-uchebnyy-protsess-v-usloviyah-distantsionnogo-obucheniya> (mode of access: 01.07.2024).
7. Zavatsky-Richter, O., Marin, V. I., Bond, M. et al. (2019). Sistemicheskii obzor issledovaniy primeneniya iskusstvennogo intellekta v vysshem obrazovanii – gde zhe prepodavately? [A Systematic Review of Research on the Application of Artificial Intelligence in Higher Education – Where are the Teachers?]. In *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.* No. 16, p. 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>.
8. Karbachinskaya, N. B., Kharitonova, E. E. (2022). Prilozhenie Photomath: polozhitel'nye i otritsatel'nye faktory vliyaniya na obuchenie matematicheskimi distsiplinami [Photomath Application: Positive and Negative Factors Influencing the Teaching of Mathematical Disciplines]. In *Chelovek. Kul'tura. Obrazovanie*. No. 3 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prilozhenie-photomath-polozhitelnye-i-otritsatelnye-faktory-vliyaniya-na-obuchenie-matematicheskimi-disttsiplinami> (mode of access: 01.07.2024).
9. Kireeva, N. V. (2023). Teoriya samoreguliruemogo obucheniya [Self-Regulated Learning Theory]. In *Nauka. Kul'tura. Iskustvo: Aktual'nye problemy teorii i praktiki : sbornik materialov Vserossiiskoi (s mezhdunarodnym uchastiem) nauchno-prakticheskoi konferentsii, in 5 vols*. Belgorod, Belgorodskii gosudarstvennyi institut iskusstv i kul'tury, pp. 82–86.
10. Komissarov, A. (2022). II v obrazovanii: napravleniya primeneniya i osnovnye resheniya [AI in Education: Areas of Application and Main Solutions]. In *EduTech*. No. 4 (49), pp. 12–20. URL: [https://lib.tsu.ru/sp/assets/users/\\_smirnov/EduTech\\_49\\_web.pdf](https://lib.tsu.ru/sp/assets/users/_smirnov/EduTech_49_web.pdf) (mode of access: 01.07.2024).
11. Korchagin, S. A. (2021). Analiz primeneniya tekhnologii iskusstvennogo intellekta v obrazovatel'noi sfere [Analysis of the Application of Artificial Intelligence Technology in the Educational Field]. In *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Sotsiologiya. Politologiya*. No. 1, pp. 37–42.
12. Kulik, J. A., Fletcher, J. D. (2015). Effektivnost' intellektual'nykh obuchayushchikh sistem: meta-analiticheskii obzor [Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review]. In *Review of Educational Research*. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>.
13. Likhareva, O. A., Pletneva, D. Yu. (2021). Mezhdistsiplinarnoe obuchenie v shkole: teoriya i praktika [Interdisciplinary Education in School: Theory and Practice]. In *Kontsept*. No. 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnoe-obuchenie-v-shkole-teoriya-i-praktika> (mode of access: 01.07.2024).
14. Ma, V. et al. (2014). Intellektual'nye obuchayushchie sistemy i rezul'taty obucheniya: meta-analiz [Intelligent Tutoring Systems and Learning Outcomes: A Meta-Analysis]. In *Journal of Educational Psychology*. No. 106 (4), p. 901.
15. Melnichuk, Yu. A. (2016). Geimifikatsiya obrazovatel'nogo protsessa kak effektivnyi instrument uluchsheniya uslovii obucheniya [Gamification of the Educational Process as an Effective Tool for Improving Learning Conditions]. In *Upravlenie personalom i intellektual'nymi resursami v Rossii*. Vol. 5. No. 5, pp. 23–29. DOI: 10.12737/22523.
16. Taskirova, Z. Sh., Patdyeva, A., Sangadzhiev, B. V. et al. (2024). Metody formirovaniya u obuchayushchikhsya navykov samoorganizatsii i samoregulyatsii [Methods of Developing Self-Organization and Self-Regulation Skills in Students]. In *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. No. 1 (162), pp. 1145–1149. DOI: 10.34925/EIP.2024.162.1.220.
17. Mukhamadiyeva, K. B. (2020). Analiz issledovaniy po primeneniyu iskusstvennogo intellekta v vysshem obrazovanii [Analysis of Research on the Application of Artificial Intelligence in Higher Education]. In *Obrazovanie i problemy razvitiya obshchestva*. No. 2 (11). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-issledovaniy-po-primeneniyu-iskusstvennogo-intellekta-v-vysshem-obrazovanii> (mode of access: 01.07.2024).
18. Nesbit, J. K. et al. Naskol'ko effektivny intellektual'nye obuchayushchie sistemy v komp'yuternom obrazovanii? [How Effective are Intelligent Tutoring Systems in Computer Education?]. In *2014 IEEE 14<sup>th</sup> International Conference on Advanced Learning Technologies*. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6901409/> (mode of access: 01.07.2024).
19. Novikova, V. V. (2023). Vozможnosti i ogranicheniya iskusstvennogo intellekta v realizatsii personalizirovannogo obucheniya [Potential and Limitations of Artificial Intelligence in the Implementation of Personalized Learning]. In *Tsifrovye transformatsii v obrazovanii (E-Digital Siberia'2023): materialy VII Mezhdunarodnoi*

*nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Novosibirsk, Sibirskii gosudarstvennyi universitet putei soobshcheniya, pp. 229–233.

20. Orlov, A. B. (2002). *Psikhologiya lichnosti i sushchnosti cheloveka paradigmy, proektsii, praktiki* [Psychology of Personality and Human Essence Paradigms, Projections, Practices]. Moscow, Akademiya. 270 p.

21. Parfenova, E. I. (2022). *Obrazovanie k 2030 godu* [Education by 2030]. In *Nauchnyi aspekt*. Vol. 2. No. 1, pp. 151–154.

22. Petrovsky, V. A. *Petrovskii A. V.: nauchnye razrabotki i otkrytiya poslednikh let* [Petrovsky A. V.: Scientific Developments and Discoveries of Recent Years]. URL: [http://www.bim-bad.ru/biblioteka/article\\_full.php?aid=267](http://www.bim-bad.ru/biblioteka/article_full.php?aid=267) (mode of access: 20.07.2024).

23. Podymov, N. A. (2023). Teoreticheskie podkhody k izucheniyu personalizirovannogo obucheniya [Theoretical Approaches to the Study of Personalized Learning]. In *Strategiya razvitiya obrazovaniya dlya budushchego Rossii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, priurochennoi k Godu pedagoga i nastavnika v Rossiiskoi Federatsii*. Vladimir, Vladimirskaia institut razvitiya obrazovaniya imeni L. I. Novikovo, pp. 312–317.

24. Skafa, E. I., Evseeva, E. G., Abramenkova, Yu. V., Goncharova, I. V. (2021). Sistema podgotovki novogo pokoleniya uchitelei matematiki na osnove proektno-evristicheskoi deyatel'nosti [System of Training a New Generation of Mathematics Teachers Based on Project-Heuristic Activities]. In *PNiO*. No. 5 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podgotovki-novogo-pokoleniya-uchiteley-matematiki-na-osnove-proektno-evristicheskoy-deyatelnosti> (mode of access: 01.07.2024).

25. Skugareva, I. V., Torgovanova, O. N., Shabanova, A. E. (2023). Ispol'zovanie geimifikatsii v obrazovanii [Using Gamification in Education]. In *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya mirovoi nauki i tekhniki: sostoyaniye, problemy i puti resheniya: materialy XV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Rostov-na-Donu, Izdatel'stvo «Manuskript», pp. 95–97.

26. Slepchenko, N. N., Yamskikh, T. N., Savitskaya, M. V. (2016). Adaptivnye obuchayushchie sistemy: uchet individual'nykh uchebnykh stilei [Adaptive Learning Systems: Taking Individual Learning Styles into Account]. In *Vestnik KGPU im. V. P. Astafeva*. No. 4 (38). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnye-obuchayushchie-sistemy-uchet-individualnyh-uchebnyh-stiley> (mode of access: 01.07.2024).

27. Chaplot, D., Rim, E., Kim, J. (2016). Personalizirovannoe adaptivnoe obuchenie s ispol'zovaniem neuronnykh setei [Personalized Adaptive Learning Using Neural Networks]. In *Third Annual ACM Conference on Learning at Scale*, pp. 165–168.

28. Etko, E. A. (2015). Idei personalizatsii i personifikatsii v otechestvennoi psikhologii: sovremennoe sostoyaniye i perspektivy issledovaniya [Ideas of Personalization and Personification in Domestic Psychology: Current State and Research Prospects]. In *Psikhologicheskie issledovaniya*. Vol. 8. No. 41, p. 8.

29. *Learning Compass 2030*. OECD. URL: [https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD\\_Learning\\_Compass\\_2030\\_concept\\_note.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf) (mode of access: 01.07.2024).