



Оригинальное исследование

УДК 004.8:378

DOI: 10.18413/2313-8971-2024-10-1-0-3

Платов А.В.* ,
Гаврилина Ю.И. 

Искусственный интеллект в образовании: эволюция и барьеры

Московский государственный университет спорта и туризма,
ул. Кировоградская, д. 21, стр. 1, Москва 117519, Россия
aplatov@yandex.ru*

Статья поступила 24 октября 2023; принята 15 марта 2024;
опубликована 30 марта 2024

Аннотация. *Введение.* В течение последних десятилетий искусственный интеллект рассматривается как мощный инструмент и драйвер перехода к новым парадигмам образования. Использование образовательных технологий на базе искусственного интеллекта подразумевает трансформацию самой философии образования. *Целью исследования* является выделение основных моделей применения искусственного интеллекта в образовании с описанием соответствующих теоретических основ и практических реализаций. *Методология и методы:* метод контент-анализа. Теоретическую базу составили научные работы, посвященные различным аспектам применения искусственного интеллекта в образовании. В качестве академических баз данных, использованных для отбора статей, использовались Web of Science, Scopus, Wiley Online Library, IEEE, EBSCO. Отобранные статьи категоризированы, стратегия категоризации была использована для группировки статей по основным теориям обучения, таким как, бихевиоризм, когнитивизм, конструктивизм, коннективизм, теория сложности. *Результаты.* Эволюция использования искусственного интеллекта в образовании представлена как последовательность сменяющих друг друга трех моделей. В первой модели искусственный интеллект управляет когнитивным обучением, обучающиеся являются получателями его услуг; во второй модели обучающийся действует как партнер, искусственный интеллект используется для поддержки обучения; в третьей модели, обучающийся является лидером процесса, искусственный интеллект расширяет возможности обучения. Обосновано, что искусственный интеллект способствует персонализации обучения, созданию умных кампусов, установлению справедливости в образовании, расширяет возможности преподавателей, снижая их нагрузку. Выявлен ряд барьеров внедрения искусственного интеллекта в образование. Большинство разработок для обучения на базе искусственного интеллекта созданы без участия педагогов и используют бихевиористскую модель обучения. Педагоги не уделяют должного внимания потенциалу искусственного интеллекта, видят в нем угрозу своей занятости.

Ключевые слова: образование; модель; обучение, искусственный интеллект в образовании

Информация для цитирования: Платов А.В., Гаврилина Ю.И. Искусственный интеллект в образовании: эволюция и барьеры // Научный результат. Педагогика и

психология образования. 2024. Т.10. №1. С. 26-43. DOI: 10.18413/2313-8971-2024-10-1-0-3.

A.V. Platov* ,
Yu.I. Gavrulina 

Artificial intelligence in education: evolution and barriers

Moscow State University of Sports and Tourism,
bld. 1, 21 Kirovogradskaya Str., Moscow, 117519, Russia
aplato@yandex.ru*

Received on October 24, 2023; accepted on March 15, 2024;
published on March 30, 2024

Abstract. *Introduction.* Over the past decades, artificial intelligence has been viewed as a powerful tool and driver of the transition to new paradigms of education. The use of educational technologies based on artificial intelligence implies the transformation of the philosophy of education itself. *The purpose* of the study was to identify the main models of the use of artificial intelligence in education with a description of the relevant theoretical foundations and practical implementations. *Methodology and methods.* The method of content analysis was used in the work. The theoretical basis of the research was scientific works devoted to various aspects of the use of artificial intelligence in education. Web of Science, Scopus, Wiley Online Library, IEEE, EBSCO were used as academic databases used for the selection of articles. The selected articles are categorized, the categorization strategy was used to group the articles according to the main theories of learning, such as behaviorism, cognitivism, constructivism, connectivism, complexity theory. *Results.* The evolution of the use of artificial intelligence in education is presented as a sequence of three successive models. In the first model, artificial intelligence manages cognitive learning, students are recipients of its services; in the second model, the student acts as a partner, artificial intelligence is used to support learning; in the third model, the student is the leader of the process, artificial intelligence expands learning opportunities. Artificial intelligence contributes to the personalization of learning, the creation of smart campuses, the establishment of equity in education, expands the capabilities of teachers, reducing their workload. There are a number of barriers to the introduction of artificial intelligence in education. Most of the developments for training based on artificial intelligence were created without the participation of teachers and use a behavioral learning model. Teachers do not pay due attention to the potential of artificial intelligence, they see it as a threat to their employment.

Keywords: education; model; training, artificial intelligence in education

Information for citation: Platov, A.V. and Gavrulina, Yu.I. (2024), “Artificial intelligence in education: evolution and barriers”, *Research Result. Pedagogy and Psychology of Education*, 10 (1), 3-15, DOI: 10.18413/2313-8971-2024-10-1-0-3.

Введение (Introduction). Искусственный интеллект – система функциональных компьютерных технологий, которые приближенно моделируют человеческое мышление и навыки, такие как: анализ сложных систем,

взвешенное суждение, поддержка диалога и т.д. Искусственный интеллект (далее – ИИ) можно определить, как научное направление, в рамках которого ставятся и решаются

задачи аппаратного или программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными.

V. Nabiyev (2010) определяет ИИ как способность управляемого компьютером устройства выполнять задачи в манере человека. Как указывает автор, речь идет о таких психических процессах, как рассуждение, смыслообразование, обобщение и обучение на основе прошлого опыта. S. Russell и P. Norvig (2003) описывают термин ИИ как машинный интеллект или вычислительный интеллект, который охватывает различные сферы, в которых происходит обучение и «могут выполняться определенные задачи, такие как игра в шахматы, доказательство математических теорем, написание стихов и диагностика заболеваний». N. Nilsson (2014) определяет ИИ как алгоритмическую конструкцию, копирующей человеческий интеллект.

Можно утверждать, что способность к пополнению первичных знаний является одной из ключевых черт интеллектуальных систем. Это свойство интеллектуальных систем называется обучаемостью. Таким образом, интеллектуальной системой можно называть самоуправляемую кибернетическую систему, имеющую определенную сумму знаний о мире и способную на основе непосредственного восприятия и дальнейшего анализа текущей ситуации к планированию действий, направленных на достижение цели, а также к обучению.

Интеллектуальная система может предполагать внешнее управление, но для нее характерна самоуправляемость. Система имеет определенную цель и стремится так планировать свои действия, чтобы достигать этой цели. В качестве входных стимулов системы можно рассматривать текущую ситуацию, которая воспринимается и анализируется системой. Результатом реакции системы становится изменение внешней ситуации, и поведение системы корректируется в зависимости от того, желательно или нежелательно это изменение.

В целом существует три основных подсистемы ИИ – нейронные сети, машинное обучение и глубокое обучение. Нейронные сети являются математическими вычислительными моделями, непосредственно или частично воспроизводящими биологические нейронные сети. Машинное обучение – это подсистема искусственного интеллекта, в приближении воспроизводящая процесс обучения, в котором программное обеспечение «обучается» по принципу систематичности и последовательности (тренировки). На протяжении такого обучения программа анализирует значительные пласты данных и отслеживает закономерности для классификации данных или создания прогнозов (Bosede and Cheok, 2018, Kaplana, and Haenleinb, 2019). Искусственный интеллект и машинное обучение уже не является производением фантастики, а является неотъемлемой составляющей современной инновационной экономики. Голосовые ассистенты, такие как Amazon Echo либо Siri, внедрили эти технологии в нашу жизнь. Уже существуют онлайн-ассистенты и адаптивные программы, которые позволяют индивидуализировать учебный процесс и автоматизировать конкретные технические задачи с использованием искусственного интеллекта. Конечно, искусственный интеллект не может полностью заменить человека, но он может прорабатывать гораздо большие объемы данных, поэтому задачи могут выполняться гораздо быстрее и точнее.

Искусственный интеллект получил широкое применение в образовательной практике, например, в интеллектуальных системах обучения, обучающих роботах, информационных аналитических панелях, адаптивных системах обучения и т. д. (Chen, Xie, and Hwang, 2020). С самого своего появления несколько десятилетий назад искусственный интеллект рассматривался как мощный инструмент и условие формирования новых парадигм образования и технологического развития (Holmes et al., 2019; Hwang et al., 2020).

Искусственный интеллект создал новые возможности для образовательных инноваций, например, переход к персонализированному обучению изменил роль преподавателя (Baker et al., 2019; Starcic, 2019). Различные технологии, основанные на применении искусственного интеллекта, такие, как обработка естественного языка, искусственные нейронные сети, машинное обучение, глубокое обучение и генетический алгоритм были реализованы для создания интеллектуальных обучающих сред (Chen, Xie, and Hwang, 2020; Rowe, 2019).

Хотя ИИ, несомненно, может трансформировать образование (Holmes et al., 2019), для достижения качественных результатов образовании недостаточно простого использования передовых вычислительных технологий, основанных на ИИ (Castaneda and Selwyn, 2018; Du Boulay, 2000; Selwyn, 2016). Использование многих инновационных образовательных технологий обычно подразумевает изменение философских и педагогических взглядов (Hwang et al., 2020).

Несмотря на то, что применение ИИ в образовании давно находится в центре внимания, до сих пор ряд важных аспектов этого явления еще не изучен.

ИИ сталкивается с серьезными проблемами в области образования, например, как удовлетворить потребности обучающихся, что предоставить им и когда, и как дать им возможность принимать активное участие в своем собственном обучении (Du Boulay, 2000). Несмотря на то, что ИИ опирается на передовые методы вычислений и обработки информации, это само по себе не гарантирует хороших образовательных результатов и высокого качества обучения (Castaneda and Selwyn, 2018; Du Boulay, 2000; Selwyn, 2016). Инновационные технологии должны быть тесно связаны с теорией обучения (Bower, 2019). Ряд авторов (Zawacki-Richter et al., 2019; Chen, Xie, Zou, and Hwang, 2020; Deeva et al., 2021) провели исследования с целью выявления общей проблемы ИИ в образовании, то есть отсутствия связи между мето-

дами ИИ и теоретическими основами обучения, что критически влияет на результаты внедрения ИИ в образование. Например, изучив 146 статей, посвященных применению ИИ в высшем образовании, авторы (Zawacki-Richter et al., 2019) пришли к выводу об отсутствии критического осмысления теоретических, педагогических и этических последствий внедрения приложений ИИ в высшее образование. X. Chen, et al. (2020) провели обзор 45 крупных исследований ИИ и резюмировали, что только в нескольких из них использовались теории обучения для обоснования внедрения ИИ, включая теорию ситуативного обучения и теорию совместного обучения. G. Deeva, et al. (2021) провели обзор 109 статей об автоматизированных системах обратной связи и пришли к выводу, что в большинстве случаев о прикладных теориях обучения или образовательных структурах не сообщалось, даже несмотря на то, что теории играли важную роль в понимании контекста, в котором система была реализована.

Таким образом, проведенный анализ исследований в обозначенной области позволил установить значительный пробел, что послужило основанием для постановки цели исследования, которая заключалась в выделении основных моделей применения искусственного интеллекта в образовании с описанием соответствующих теоретических основ и практических реализаций. Главными вопросами данного исследования были:

- Какова роль ИИ в образовании на различных стадиях его эволюции?
- Как ИИ связан с существующими теориями обучения?
- В какой степени использование технологий ИИ влияет на обучение?

Методология и методы (Methodology and methods). Методологической базой представленного исследования явились теория и методики информатизации образования, личностно-ориентированный подход к обучению. Основным методом исследования выступил контент-анализ.

Теоретической основой исследования стали научные работы, посвященные различным аспектам применения ИИ в образовании. Академическими базами данных, используемыми для отбора статей, являются Web of Science, Scopus, Wiley Online Library, IEEE, EBSCO.

Отобранные статьи категоризированы, стратегия категоризации была использована для группировки статей по основным теориям обучения, таким как, бихевиоризм, когнитивизм, конструктивизм, коннективизм, теория сложности и т.д.

Были рассмотрены статьи, опубликованные с 1990 года по 2023 год.

Научные результаты и дискуссия (Research Results and Discussion). Эволюция ИИ в образовании.

Эволюцию применения ИИ в образовании можно представить, как последовательность сменяющих друг друга моделей. В рамках данной статьи мы рассматриваем три модели (Таблица 1). В первой модели ИИ используется для управления когнитивным обучением, обучающиеся являются получателями услуг ИИ; во второй модели обучающийся выступает как партнер, ИИ используется для поддержки обучения, в то время как обучающиеся действуют совместно с ИИ; в третьей модели, обучающийся является лидером, ИИ используется для расширения возможностей обучения, обучающиеся берут на себя ответственность за свое обучение.

Таблица 1

Модели применения искусственного интеллекта в образовании

Table 1

Models of artificial intelligence application in education

Характеристики модели	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Теоретическая основа	Бихевиоризм	Когнитивный и социальный конструктивизм	Комплексные адаптивные системы, коннективизм
Реализация	Интеллектуальные обучающие системы	Системы обучения, основанные на диалоге, исследовательские среды обучения	Взаимодействие человека и компьютера, персонализированное / адаптивное обучение
Методы искусственного интеллекта	Статистический реляционный искусственный интеллект	Байесовская и марковская сети, обработка естественного языка	Нейрокомпьютерный интерфейс, машинное обучение, глубокое обучение
Примеры	ACT Programming Tutor, Stat Lady	Исследовательская среда QUE	Прогнозное моделирование в реальном времени

Модель 1: ученик как реципиент. В рамках первой модели обучающийся выступает реципиентом, то есть ИИ предоставляет знания в предметной области и направляет процессы обучения, в то время как обучающийся действует как получатель услуги ИИ. Теоретической основой данной парадигмы является бихевиоризм, который делает упор на построение тщательно организованных

последовательностей содержания, ведущих к правильному выполнению задания обучающимся (Skinner, 1953). Первая модель рассматривает обучение как подкрепление приобретения знаний с помощью запрограммированных инструкций, которые вводят новые понятия в логической, поэтапной манере, обеспечивают учащемуся немедленную обратную связь в случае неправильных

ответов и максимизируют положительное подкрепление (Greeno et al., 1996; Schommer, 1990).

Обучающийся действует как реципиент, реагируя на заранее заданные последовательные блоки учебного контента, следуя заранее установленным процедурам и траектории обучения (Holmes et al., 2019; Koschmann, 2009). В первой модели системы ИИ наследуют характеристики обучающей машины.

Можно сделать вывод, что в рамках первой парадигмы системы ИИ наименее ориентированы на учащегося.

Типичным примером Модели 1 являются ранние программные системы интеллектуального обучения, например, АСТ Programming Tutor. АСТ – это интеллектуальный репетитор, построенный на основе когнитивной модели знаний о программировании. По мере того, как студент работает, преподаватель оценивает растущие знания студента в процессе, называемом отслеживанием знаний. Отслеживание знаний использует простую модель обучения с двумя состояниями и байесовские обновления, что оказалось довольно точным в прогнозировании успеваемости.

Другой пример – Stat Lady, серия компьютеризированных экспериментальных учебных сред, в которых преподаются темы начальной статистики. (Shute, 1995). Дизайн программы отражает теоретические постулаты о том, что обучение – это конструктивный процесс, усиленный эмпирическим вовлечением в предмет, что обеспечивается реальными примерами и проблемами. Учащемуся представляется соответствующая концепция или правило, затем ему ставится задача для решения, которое должно продемонстрировать понимание (овладение) каждым элементом учебной программы. Обучающиеся должны правильно решить по крайней мере две задачи, прежде чем перейти к следующему элементу. Если обучающийся неправильно понимает задачу, предоставляется обратная связь, относящаяся к концепции, формуле или правилу, в которых была

допущена ошибка, и дается указание повторить попытку.

ИИ, основанный на статистических реляционных методах, обычно используется в Модели 1 для представления знаний в виде набора правил, для выявления определенных моделей поведения обучающихся или для предоставления автоматической обратной связи или подсказок. В целом, в Модели 1 ИИ руководит всеми процессами обучения, и обучающиеся получают услуги ИИ для проведения когнитивных исследований, решения проблем и достижения целей обучения.

Главный вопрос в первой модели ИИ заключается в том, сколько и какой информации об учащемся требуется для адекватной диагностики и эффективного руководства процессом обучения. В Модели 1, хотя некоторые системы и собирают информацию об обучающемся для диагностики состояния обучения, в то же время его принуждают следовать определенному пути обучения, определяемому системой ИИ, индивидуальные характеристики, потребности и цели ученика не принимаются во внимание (Du Boulay, 2019).

Модель 2: ученик как партнер. Система ИИ отходит от своей управляющей роли, чтобы служить вспомогательным инструментом, в то время как ученик работает в качестве соавтора с системой, сосредоточившись на процессе персонализированного обучения. Вторая модель основана на когнитивном и социальном конструктивистском взгляде на обучение, который представляет обучение, как процесс взаимодействия учащегося с людьми, информацией и технологиями в социально обусловленных контекстах (Bandura, 1986; Liu and Matthews, 2005; Vygotsky, 1978). Соответственно, во второй модели система искусственного интеллекта и ученик должны выстраивать активные взаимодействия для оптимизации ориентированного на учащегося персонализированного обучения. ИИ собирает индивидуальную информацию от обучающихся в качестве входных данных в целях адаптивной оптимизации модели обучения, в то время как ученик

выступает в качестве соавтора, взаимодействующего с ИИ для организации более эффективного обучения (Baker et al., 2019; Du Boulay, 2019; Rose et al., 2019). В целом, по сравнению с первой моделью, во второй модели делается решающий шаг в направлении персонализации обучения, посредством устойчивого сотрудничества между учеником и системой искусственного интеллекта.

Системы обучения на основе диалога или среды исследовательского обучения, были разработаны для достижения взаимодействия между системой и обучающимися. С одной стороны, система ИИ собирает и анализирует мультимодальные данные от учащегося, чтобы точно понять его статус обучения. Например, J. Stamper (2006) использовал марковский процесс принятия решений для автоматического создания правил, используя данные обучающихся, и для уточнения правил по мере того, как они генерировали новые данные. T. Käser (2017) использовал модели динамической байесовской сети для представления нескольких иерархий навыков обучающихся и взаимосвязей между различными навыками, что повысило точность представления знаний учащегося. С другой стороны, ученик может общаться с системой, чтобы понять ее процесс принятия решений и сделать лучший выбор для дальнейшего обучения. Например, исследовательская среда под названием QUE была разработана, чтобы исследовать несоответствия между неправильными ответами ученика и знаниями системы (Metzler and Martincic, 1998). Таким образом, ученик исследовал процессы рассуждений интеллектуальной системы, задавая вопросы «почему нет» и «что, если бы», которые имели решающее значение для объяснения или понимания процессов рассуждений в интерактивной учебной ситуации. Таким образом, в отличие от первой модели, где системы искусственного интеллекта предопределяют путь когнитивного обучения, во второй модели система искусственного интеллекта и обучающийся выстраивают взаимодействия, что

обеспечивает более ориентированное на учащегося обучение.

Главный вопрос второй парадигмы заключается в том, в какой степени и как информация обучающихся интегрируется в систему ИИ для оптимизации модели ученика, отражения различных аспектов статуса обучения и разработки адаптивного обучения с поддержкой ИИ. Общая проблема заключается в отсутствии непрерывной связи или синергетического взаимодействия человека с компьютером. Это взаимодействие является сложным, потому что ни данные учащегося, ни состояние системы не являются статичными или простыми. Они имеют сложную иерархическую структуру и динамически меняются в процессе обучения. Другими словами, для систем ИИ критически важно реализовывать анализ данных в реальном времени и немедленную обратную связь с учеником, который должен использовать эту обратную связь для улучшения текущих процессов обучения. Поэтому было бы целесообразно, если бы система ИИ поддерживала непрерывный сбор и анализ данных, генерируемых обучающимися, и предоставляла бы им исследовательские возможности в режиме реального времени для принятия решений об обучении.

Модель 3: ученик как лидер. В модели 3 ученик рассматривается как лидер, обладающий свободой действий (Bandura, 2006), ИИ выступает инструментом для расширения возможностей человеческого интеллекта (Law, 2019). Модель 3 отражает содержание теории сложности, которая рассматривает образование как сложную адаптивную систему (Mason, 2008), где имеет место синергетическое сотрудничество между несколькими элементами (например, обучающимся, тьютором, информацией и технологиями). В этом случае ИИ необходимо применять с осознанием того, что его методы являются частью системы более высокого порядка (Riedl, 2019). Для достижения синергетического сотрудничества в сложной системе используются такие концепции, как сотрудничество человека и компьютера

(Нос, 2000), системы искусственного интеллекта и машинного обучения, ориентированные на человека (Riedl, 2019), сотрудничество человека и ИИ (Hwang et al., 2020), человеко-ориентированный искусственный интеллект в образовании (Yang et al., 2021). В третьей модели ИИ помогает обучающимся и преподавателям достичь усиления интеллекта, обеспечивая высокий уровень прозрачности, точности и эффективности (Riedl, 2019; Yang et al., 2021).

Ученик берет на себя ответственность быть лидером процесса своего собственного обучения и управляет его рисками. В целом, третья модель, как тенденция развития ИИ, отражает главную цель применения ИИ в образовании, а именно усиление интеллекта, способностей и потенциала человека (Law, 2019; Tegmark, 2017).

Взаимодействие человека и компьютера на основе передовых методов искусственного интеллекта и процесса принятия решений человеком обладает высоким потенциалом. С одной стороны, передовые методы (такие, как нейрокомпьютерный интерфейс, машинное обучение, глубокое обучение) могут обеспечить точность, прозрачность и интерактивность процесса обучения (Baker et al., 2019; Kay and Kummerfeld, 2019). Разработка и внедрение инноваций, таких как умные носимые устройства, облачные вычисления, Интернет вещей меняют способ взаимодействия человека с системами ИИ (Pinkwart, 2016; Xie et al., 2019).

С другой стороны, располагая персонализированной информацией, предоставляемой ИИ, человек может принимать более обоснованные решения в процессе обучения. Например, С. Le et al. (2018) построили модель глубокого обучения на базе рекуррентной нейронной сети, предоставляющую персонализированные возможности общения для обеспечения прямой связи между преподавателем и обучающимися. М. Sukurova et al. (2019) выдвинули идею усиления человеческого интеллекта, посредством методов ИИ. Были использованы модели алгоритмов прогнозирования и классификации в целях

повышения прозрачности процессов принятия решений. В этой работе предпринята попытка использовать взаимодействие человека и компьютера, чтобы преподаватели могли делать более точные прогнозы и предоставлять обучающимся индивидуальные рекомендации. Таким образом, в третьей модели мы говорим о синергетическом взаимодействии, обеспечиваемом интеграцией системы искусственного интеллекта и человеческого интеллекта, которое необходимо развивать для обеспечения адаптивного персонализированного обучения (Du Boulay, 2019; Tang et al., 2021).

Основная проблема третьей модели – это проблема сложности, то есть, как сочетать сложность процесса обучения со сложностью систем ИИ и сложностью образовательных контекстов.

Такие новые концепции, как системы машинного обучения, ориентированные на человека (Riedl, 2019), сотрудничество человека и искусственного интеллекта (Hwang et al., 2020), искусственный интеллект в образовании, ориентированный на человека, (Yang et al., 2021), служат основой третьей модели.

Резюмируя можно сказать, что третья модель дает обучающимся возможность полностью взять на себя управление процессом обучения, оптимизирует методы ИИ так, чтобы в режиме реального времени получать представление о течении процесса обучения.

Преимущества использования ИИ в образовании. Одна из важных особенностей ИИ в образовании заключается в том, что он способствует персонализации преподавания и обучения. ИИ изменил процессы преподавания и обучения. При использовании ИИ может быть сформирован индивидуальный план обучения в соответствии с потребностями и учебной ситуацией обучающихся (Dishon, 2017), ИИ обеспечивает иммерсивное обучение (Ip et al., 2019) и интеллектуальное отслеживание обучения, чтобы помочь обучающимся повысить свои способности к обучению. ИИ может глубоко оценивать ежедневную текущую успеваемость, а

также ситуативно предоставлять персонализированные рекомендации по обучению (Bingham et al., 2018), сокращая время обучения (Quer et al., 2017) и повышая его эффективность (Kong et al., 2019). Технология адаптивного обучения способствует внедрению индивидуального персонализированного обучения. Интеллектуальная адаптивная технология обучения – это образовательная технология искусственного интеллекта, которая моделирует процесс индивидуального обучения (Kakish and Pollacia, 2018). В настоящее время развитие компьютерных адаптивных сред обучения, получившее начало более трех десятков лет назад, выходит на очередной виток. Инструменты и методы адаптивного обучения вновь оказываются на образовательном ландшафте, но на сегодняшний день во много раз усиленные потенциалом искусственного интеллекта. Синергия объединения ИИ и подходов адаптивного обучения может привести к мощнейшему эффекту и заслуживает самого пристального внимания.

Пионером и флагманом адаптивного образования являются США и Великобритания. В России данное направление получило развитие гораздо позднее. В качестве примеров системы адаптивного обучения или ее элементов можно назвать Skysmart и «Яндекс. Практикум». Постепенно в процесс внедрения адаптивного обучения включаются и некоторые вузы, такие как Высшая школа экономики и Томский государственный университет.

Еще одно преимущество ИИ в образовании заключается в том, что он может снизить нагрузку на преподавателей и позволить им сосредоточиться на непосредственной работе с обучающимися. В настоящее время большая часть времени педагогов уходит на исправление домашних заданий и проверочных работ. Эти повторяющиеся задачи отнимают у преподавателей время преподавания и исследований, а также время взаимодействия учителя и ученика. Интеллектуальные системы обучения (Holstein, et al., 2017 г.),

интеллектуальные системы оценивания, образовательные роботы (Chevalier, et al., 2016 г.) и другие методы ИИ могут помочь преподавателям решать множество механически повторяющихся повседневных задач. Технология ИИ также может расширить возможности преподавателей, помочь им формировать персонализированные и точные рекомендации по обучению, которые они не могли предложить раньше, и значительно повысить эффективность передачи знаний. Кроме того, ИИ позволяет преподавателям сохранять больше времени и энергии для общения с обучающимися, сосредоточиться на воспитании и развитии их способностей. Роль педагогов меняется: от роли распространителей знаний на роль фасилитатора, чья функция заключается в облегчении проявления инициативы и самостоятельности обучающимися, содействии процессу их психического развития, обеспечении положительного межличностного взаимодействия.

Третье преимущество ИИ в образовании заключается в том, что он способствует созданию умных кампусов, являющихся интеллектуальными средами, использующими современные технологии, с которыми взаимодействуют люди в связанных и скоординированных экосистемах. (Du, Meng, and Gao, 2016). Появление технологии ИИ изменило традиционные методы образования. Распознавание лиц, распознавание текста, нейросетевая модель распознавания человека, голосовое взаимодействие, дополненная реальность и другие технологии искусственного интеллекта обеспечивают техническую поддержку создания интеллектуальных кампусов (Kwet and Prinsloo, 2020). С помощью ИИ можно улучшить процессы управления кампусом, повысить его безопасность, осуществлять мониторинг посещаемости занятий (Muhamad et al., 2017), предоставляя обучающимся и преподавателям более удобную среду преподавания и обучения и сокращая расходы на управление. Распознавание лиц с помощью ИИ может эффективно выявлять подозрительных посторонних и повышать безопасность студенческого

общежития. (Zhou, 2020). Технология распознавания лиц также может помочь преподавателям контролировать посещаемость. В классе с помощью технологий искусственного интеллекта, таких как распознавание лиц, анализ телодвижений и распознавание изображений отслеживаются и анализируются во время занятий частота поднятия головы обучающегося, частота использования мобильных телефонов и частота улыбок для получения соответствующей информации (Kim et al., 2018).

В-четвертых, технология ИИ способствует установлению справедливости в образовании (Qiu, 2020). Для различных стран и регионов характерно наличие образовательного неравенства по причинам экономического или географического характера. Технология искусственного интеллекта может помочь преодолеть региональные различия и уменьшить неравенство в доступности образовательных ресурсов между обучающимися из районов с ограниченными учебными ресурсами и обучающимися из крупных городов. Благодаря возможностям Интернета и технологии искусственного интеллекта можно реализовывать дистанционное персонализированное обучение. В отдаленных районах, где не хватает педагогов, один преподаватель может охватить нескольких локаций, используя технологии дистанционного онлайн-обучения. Обучающимся предоставляется возможность взаимодействовать и учиться у выдающихся преподавателей, а также возможность доступа к ресурсам высококвалифицированных педагогов. Преподаватели, благодаря технологиям ИИ, могут больше сосредоточиться на индивидуальном обучении обучающихся из отдаленных районов, интеллектуальном адаптивном обучении и развитии способностей. С помощью смешанных онлайн- и оффлайн-методов обучения можно повысить уровень преподавания в районах с недостаточными учебными ресурсами, а также обеспечить профессиональное развитие учителей в отдаленных районах.

Барьеры внедрения искусственного интеллекта в образование. Существуют

вполне очевидные в целом понятные причины, по которым тормозится внедрение ИИ в образование. Это и традиционное сопротивление новшествам, особенно в такой консервативной сфере, как образование, где базовые модели основных процессов остаются неизменными уже столетиями. Здесь и нежелание идти на риск, который несомненно присутствует, проблемы с финансированием дорогостоящих инноваций (Wheeler, 2019). Многие педагоги пока еще не убеждены в том, что новые технологии на базе ИИ смогут обогатить процесс обучения и повысить его эффективность, поэтому сектор образования все еще остается весьма консервативными по отношению к таким инновациям, причем не только в России, но и в странах, имеющим значительный опыт в данном вопросе.

Но есть и барьеры, которые требуют более пристального изучения. Многие приложения искусственного интеллекта, предназначенные для обучения сегодня в значительной степени сосредоточены на представлении контента и тестировании. В частности, Завацки-Рихтер подчеркивает, что большинство разработок ИИ для обучения созданы учеными, специализирующимися в области информационных технологий, а не педагогами. Поэтому такие разработки, как правило, учитывают в первую очередь алгоритмы работы компьютера или компьютерных сетей. В результате такие приложения ИИ используют совершенно бихевиористскую модель обучения: представление-тестирование-обратная связь. Совершенно очевидно, что требуется укрепление связи между разработчиками инструментов ИИ и экспертами в области обучения. Осмысление и понимание действительно являются важными базовыми навыками, но ИИ пока не помогает в развитии навыков критического мышления, решения проблем, творчества и управления знаниями.

Многие разработчики инструментов ИИ для учебных заведений, особенно имеющие бэкграунд в области компьютерных наук, не признают или не принимают тот

факт, что процесс обучения является развивающим и конструируемым, и вместо этого навязывают особый метод обучения, основанный на бихевиоризме и объективистской эпистемологии, которая плохо сочетается со сложностью феномена обучения. Даже психологи-бихевиористы считают, что знание базируется на развитии сложных схем или конструкторов идей. Подобный подход не обеспечивает твердой основы для персонализации обучения и оценки обучающихся. Большинство педагогов считают, что для развития интеллектуальных навыков высокого уровня, таких, как критическое мышление, креативность, а также эмоциональных навыков, таких как эмпатия – навыков, очень востребованных в эпоху цифровых технологий, – требуется более ориентированный на ученика, конструктивистский подход к образованию. При этом следует признать, что, хотя большинство образовательных приложений ИИ на сегодняшний день больше сосредоточены на «базовых» уровнях обучения, таких как запоминание и тестирование понимания, такие технологии, как моделирование, обучение на основе игр и виртуальной реальности, добились большего успеха в обучении таким навыкам, как решение проблем, критическое мышление и креативность.

В большинстве случаев исследования, проводимые экспертами в области высшего образования, не были междисциплинарными. Несмотря на то, что в последние десятилетия число междисциплинарных исследований растет, эта тенденция не сильно повлияла на исследования в сфере образования. Анализ литературы свидетельствует, что вопрос возможностей применения искусственного интеллекта в учреждениях образования в основном изучается учеными в области компьютерных наук, экспертами по обработке данных, специалистами в области информатики и STEM, а не представителями других научных направлений. О. Zawacki-Richter указывает на отсутствие в этом ряду педагогов (Zawacki-Richter, 2019). По-

скольку большинство исследований применения ИИ в образовании были проведены специалистами в области информационных технологий, неудивительно, что их внимание было сосредоточено на инструментах, алгоритмах, их обоснованности и применении, а не на влиянии на результаты обучения. Если они и проявляли интерес к результатам обучения, то это было вызвано необходимостью проверки алгоритмов. В результате их внимание к результатам обучения, как правило, являлось поверхностным, оно фокусировалось на том, что легко поддается измерению, например, на тестировании кратковременной памяти. В перспективе предстоит проделать большую работу по объединению сообществ педагогов и экспертов из других областей, таких как социальная информатика, социология, психология, антропология и других сфер знаний, представляющих гуманитарные и социальные науки.

Очевидно, что и сами преподаватели не уделяют должного внимания потенциалу ИИ. Чаще они склонны сосредотачиваться на недостатках ИИ, таких как этические проблемы и возможность заменить педагогов машинами. На сегодняшний день, обзор, проведенный О. Zawacki-Richter, демонстрирует, что представители образования стоят в стороне, критикуя, но не участвуя (Zawacki-Richter, 2019).

Для того, чтобы в полной мере раскрыть потенциал ИИ в образовании предстоит преодолеть длинный и непростой путь. То, что хорошо работает в финансах или медицине, совершенно не обязательно применимо к образованию. Хотя на массовом уровне человеческое поведение предсказуемо и в некоторой степени управляемо, каждый студент является личностью и будет реагировать немного иначе, чем другие в том же контексте. Обучение оказывает сильное аффективное или эмоциональное влияние. Обучающиеся часто учатся лучше, когда чувствуют, что преподаватели заботятся о них, они хотят, чтобы к ним относились как к личностям со своими интересами, подходами к обучению и ощущением в некоторой

степени контроля над своим обучением. Из-за этих эмоциональных и личностных аспектов обучения обучающимся необходимо каким-то образом взаимодействовать со своим преподавателем. На одном уровне обучение можно рассматривать как сложную деятельность, в которой можно эффективно автоматизировать лишь относительно незначительную часть процесса, в то время как на личном уровне это интенсивная человеческая деятельность, которая извлекает пользу из отношений и социального взаимодействия.

Существуют убедительные научные доказательства (Garrison, 2007) того, что этим аспектом обучения, связанным с отношениями, можно одинаково хорошо управлять онлайн и лицом к лицу, но для этого требуются компьютеры для поддержки коммуникации, а также для доставки и тестирования контента. Один из способов сделать это – применение чат-ботов, машинное обучение и визуализация здесь также имеют определенный потенциал.

Еще одним барьером на пути внедрения ИИ в образование является восприятие педагогами ИИ как угрозы своей занятости, несмотря на заверения сторонников ИИ, что они не пытаются заменить преподавателей, а пытаются сделать их жизнь проще или эффективнее. Действительно, анализ потенциала применения ИИ в различных отраслях экономики внушает опасения, что результатом автоматизации производственных процессов может стать серьезное сокращение рабочих мест, многие профессии исчезнут или радикально трансформируются. Одной из ключевых причин внедрения приложений ИИ является снижение затрат, что могло бы означать сокращение количества преподавателей, так как это основная статья расходов в образовании. Однако именно производительность – это главная причина, по которой компании хотят автоматизировать рабочую силу. При этом наибольший рост производительности происходит не за счет замены людей машинами, а за счет расширения возможностей людей за счет машин. Кроме

того, ИИ может справляться со многими рутинными функциями, которые в настоящее время выполняют преподаватели и администраторы, высвобождая их для решения более сложных задач и общения со студентами на более глубоких уровнях. Это подтверждает мнение о том, что роль преподавателя должна перейти от представления контента, управления контентом и проверки его понимания (все это можно сделать с помощью компьютеров) к развитию навыков. При таком подходе ИИ поддерживает педагогов, но не заменяет их. Тем не менее многим преподавателям придется изменить методы преподавания, иначе они действительно могут стать лишними. В будущем необходимо будет уделять повышенное внимание аффективным и эмоциональным аспектам жизни в обществе, широко пользующимся технологиями ИИ, поэтому роль педагогов только возрастет.

Заключение (Conclusions). Использование искусственного интеллекта в образовании уже не первый десяток лет находится в центре внимания заинтересованных специалистов и вызывает большое количество споров. Цифровизация образовательного процесса, включая и привлечение к нему искусственного интеллекта, потребовали пересмотра роли педагогов, да и педагогики в целом. Уже сегодня на эти вопросы следует обратить особое внимание, поскольку ряд задач можно решить именно с помощью искусственного интеллекта. Настало время для переосмысления образовательными учреждениями своей функции и педагогических моделей обучения во взаимосвязи с искусственным интеллектом, так как благодаря применению искусственного интеллекта в образовательном процессе перед сферой образования открываются обширные возможности.

Анализ литературы, проведенный в представленном исследовании позволил дифференцировать и идентифицировать основные модели применения искусственного интеллекта в образовании и проследить их эволюцию, представляющую собой последо-

вательность сменяющих друг друга трех моделей. Ученик в первой модели, построенной на основе бихевиоризма, является реципиентом, ИИ управляет когнитивным обучением. В рамках второй модели, базирующейся на конструктивизме, ученик является партнером, ИИ больше не управляет, а служит вспомогательным инструментом. Третья модель опирается на коннективизм и характеризуется лидерской позицией учащегося, ИИ расширяет возможности обучения.

Необходимо отметить, что значительные достижения в области машинного и глубокого обучения не только открывают новые перспективы, но также и формируют новые вызовы и проблемы для образования. Необходимо постоянно помнить о том, что образование, прежде всего, должно быть ориентировано на человека, а не на использование инновационных цифровых технологий. Учитывая все ускоряющееся развитие искусственного интеллекта, важно сосредоточиться на раскрытии и решении возникающих проблем, оценивать последствия и риски использования подобных технологий и учитывать тот факт, что важнейшая цель образовательного процесса – это не только образованные, но и ответственные индивиды, разделяющие общие ценности гуманизма.

Список литературы

- Baker T., Smith L., Anissa N. Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. 2019. URL: <https://www.nesta.org.uk/report/education-rebooted/> (Дата обращения 17.10. 2023).
- Bandura A. Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. 1986. Prentice-Hall. 617 p.
- Bingham A. J., Pane J. F., Steiner E. D., Hamilton L. S. Ahead of the Curve: Implementation Challenges in Personalized Learning School Models // *Educational Policy*. 2018. 32 (3). P. 454-489.
- Bosede E., Cheok D. A. Why not robot teachers: artificial intelligence for addressing teacher shortage // *Applied Artificial Intelligence*. 2018. 32. P.1-16.
- Bower M. Technology-mediated learning theory // *British Journal of Educational Technology*. 2019. 50(3). P. 1035-1048.
- Castaneda L., Selwyn N. More than tools? Making sense of the ongoing digitizations of higher education // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2018. 15(22). P. 1-10.
- Chen X., Xie H., Hwang G. J. A multi-perspective study on artificial intelligence in education: Grants, conferences, journals, software tools, institutions, and researchers // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2020. 1. Article 100005.
- Chevalier M., Riedo F., Mondada F. Pedagogical Uses of Thymio II: How Do Teachers Perceive Educational Robots in Formal Education? // *IEEE Robotics and Automation Magazine*. 2016. 23 (2). P. 16-23.
- Cukurova, M. Kent C., Luckin R. Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision-making: A case study in debate tutoring // *British Journal of Educational Technology*. 2019. 50 (6). P. 3032-3046.
- Deeva G., Bogdanova D., Serral E., Snoeck M., De Weerd J. A review of automated feedback systems for learners: Classification framework, challenges and opportunities // *Computers and Education*. 2021. 162. Article 104094.
- Dishon G. New data, old tensions: Big data, personalized learning, and the challenges of progressive education // *Theory and Research in Education*, 2017. 15 (3). P.1-18.
- Du Boulay B. Can we learn from ITSs? In *International conference on intelligent tutoring systems*. 2000. pp. 9-17. Berlin. Heidelberg: Springer.
- Du S., Meng F., Gao B. Research on the Application System of Smart Campus in the Context of Smart City // *8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*. 2016. P. 714-718.
- Garrison D.R. Online community of inquiry review: Social, cognitive, and teaching presence issues // *Journal of Asynchronous Learning Networks*. 2007. 11(1). P. 61-72.
- Greeno J.G., Collins A.M., Resnick L.B. Cognition and learning. In D.C. Berliner, and R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology*. 1996. P. 15-46. New Jersey, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. 2019. Boston. MA: Center for Curriculum Redesign. 242 p.
- Holstein K., McLaren B. M., Alevin V. Intelligent tutors as teachers' aides: Exploring teacher needs for real-time analytics in blended classrooms. In *Proceedings of the Seventh International Learning*

Analytics and Knowledge Conference, LAK '17, 2017. New York, NY, USA. ACM. P. 257-266.

Hwang G. J., Xie H., Wah B. W., Gasevic D. Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2020. 1. Article 100001.

Ip H. H. S., Li C., Leoni S., Chen Y., Ma K. F., Wong C. H., Li Q. Design and Evaluate Immersive Learning Experience for Massive Open Online Courses (MOOCs) // *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2019. 12 (4). P. 503-515.

Kakish K., Pollacia L. Adaptive learning to improve student success and instructor efficiency in introductory computing course. *Proceedings of the 34th Information Systems Education Conference. ISECON*. 2018. P. 72-78.

Kaplana A., Haenlein M. Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence // *Business Horizons*. 2019. 62 (1). P.15-25.

Käser T., Klingler S., Schwing A. G., Gross M. Dynamic Bayesian networks for student modeling // *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2017. 10(4). P. 450-462.

Kay J., Kummerfeld B. From data to personal user models for life-long, lifewide learners // *British Journal of Educational Technology*. 2019. 50(6). P. 2871-2884.

Kim Y., Soyata T., Behnagh R. F. Towards Emotionally Aware AI Smart Classroom: Current Issues and Directions for Engineering and Education // *IEEE*. 2018. 6. P. 5308-5331.

Kong S. H., Lv Y., Vu H. L., Cano J. C., Choi J. W., Kum D., Morris B. T. Guest Editorial Introduction to the Special Issue on Intelligent Transportation Systems Empowered by AI Technologies // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2019.20 (10). P. 3765-3770.

Koschmann T. Chapter 1. Paradigm shifts and instructional technology: An introduction. In T. Koschmann (Ed.), *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. 2009. New York: Routledge.

Kwet M., Prinsloo P. The 'smart' classroom: a new frontier in the age of the smart university // *Teaching in Higher Education*. 2020. 25(6). P. 1-17.

Law N.W.Y. Human development and augmented intelligence. In *The 20th international conference on artificial intelligence in education (AIED 2019)*. 2019. Springer.

Le C.V., Pardos Z.A., Meyer S.D., Thorp R. Communication at scale in a MOOC using predictive engagement analytics. In *International conference on*

artificial intelligence in education. 2018. pp. 239-252. Cham: Springer.

Liu C.H., Matthews R. Vygotsky's philosophy: Constructivism and its criticisms examined // *International Education Journal*. 2005. 6(3). P. 386-399.

Mason M. What is complexity theory and what are its implications for educational change? // *Educational Philosophy and Theory*, 2008. 40(1), P. 3-49.

Metzler D.P., Martincic C.J. Explanatory mechanisms for intelligent tutoring systems. In *International conference on intelligent tutoring systems*. 1998. pp. 136-145. Springer.

Muhamad W., Kurniawan N. B., Suhardi, Yazid S. Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review. *International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*. 2017. P. 384-391.

Murphy R. Artificial Intelligence Applications to Support K–12 Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Challenges, and Risks. 2019. URL: <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE315.html> (Дата обращения: 17.10.2023).

Nabiyev V.V. Yapay zeka: İnsan bilgisayar etkileşimi. 2010. Seçkin Yayıncılık, 816 p.

Nilsson N.J. Principles of artificial intelligence. 2014. Burlington, MA: Morgan Kaufmann, 476 p.

Pinkwart N. Another 25 years of AIED? Challenges and opportunities for intelligent educational technologies of the future // *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2016. 26(2). P. 771-783.

Qiu Y. Education Informationization. *Proceedings of the 2020 6th International Conference on Education and Training Technologies*. 2020. pp. 40-43. New York, NY, USA: ACM.

Quer G., Muse E.D., Nikzad N., Topol E.J., Steinhubl S.R. Augmenting diagnostic vision with AI // *Lancet*. 2017. 390(10091). P. 221.

Riedl M.O. Human-centered artificial intelligence and machine learning // *Human Behavior and Emerging Technologies*. 2019. 1(1). P. 33-36.

Rose C.P., McLaughlin E.A., Liu R., Koedinger K.R. Explanatory learner models: Why machine learning (alone) is not the answer // *British Journal of Educational Technology*. 2019. 50(6). P. 2943-2958.

Rowe M. Shaping our algorithms before they shape us. In J. Knox, Y. Wang, and M. Gallagher

(Eds.). Artificial intelligence and inclusive education: Speculative futures and emerging practices. 2019. pp. 151-163. Springer Nature Singapore.

Russell S., Norvig P. Artificial intelligence: A modern approach (2nd ed.). 2003. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education. 946 p.

Schommer M. Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension // *Journal of Educational Psychology*. 1990. 82(3). P. 498-504.

Selwyn N. Is technology good for education? 2016. Cambridge, UK: Malden, MA: Polity Press. 160 p.

Shute V.J. Smart: Student modeling approach for responsive tutoring // *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 1995. 5(1). P. 1-44.

Skinner B.F. Science and human behavior. 1953. New York: Macmillan. 461 p.

Stamper J. Automating the generation of production rules for intelligent tutoring systems. 2006. In *Proceedings of the 9th international conference on interactive computer aided learning (ICL 2006)*. Kassel University Press. P. 27-29.

Starcic A.I. Human learning and learning analytics in the age of artificial intelligence // *British Journal of Educational Technology*. 2019. 50(6). P. 2974-2976.

Tang K.Y., Chang C.Y., Hwang G.J. Trends in artificial intelligence supported e-learning: A systematic review and co-citation network analysis (1998-2019) // *Interactive Learning Environments*. 2021. 31(4). P. 2134-2152.

Tegmark M. Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence. 2017. Penguin UK. 384 p.

Vygotsky L. Mind in society: The development of higher psychological processes. 1978. Harvard University Press. 159 p.

Wheeler S. Digital learning in organizations. 2019. London: Kogan Page. 272 p.

Xie H., Chu H. C., Hwang G.J., Wang C.C. Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017 // *Computers and Education*. 2019. 140. Article 103599.

Yang S.J., Ogata H., Matsui T., Chen N.S. Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021. 2. Article 100008.

Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? // *International Journal of*

Educational Technology in Higher Education. 2019. 16(1). P. 1-27.

Zhou X. Application Research of Face Recognition Technology in Smart Campus. 2020 IEEE International Conference on Industrial Application of Artificial Intelligence (IAAI). Harbin, China. 2020. P. 27-32.

References

Baker, T., Smith, L., and Anissa, N. (2019), “Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges”. available at: <https://www.nesta.org.uk/report/education-rebooted/> (Accessed: 17 October 2023).

Bandura, A. (1986), “*Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*”, Prentice-Hall, 617.

Bingham, A.J., Pane, J.F., Steiner, E.D., and Hamilton, L.S. (2018), “Ahead of the Curve: Implementation Challenges in Personalized Learning School Models”, *Educational Policy*, 32 (3), 454-489. (In USA).

Bosede, E., and Cheok, D.A. (2018), “Why not robot teachers: artificial intelligence for addressing teacher shortage”, *Applied Artificial Intelligence*, 32, 1-16. (In UK).

Bower, M. (2019), “Technology-mediated learning theory”, *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1035-1048. (In UK).

Castaneda, L., and Selwyn, N. (2018), “More than tools? Making sense of the ongoing digitizations of higher education”, *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(22), 1-10. (In USA).

Chen, X., Xie, H., and Hwang, G.J. (2020), “A multi-perspective study on artificial intelligence in education: Grants, conferences, journals, software tools, institutions, and researchers”, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, Article 100005. (In Netherlands).

Chevalier, M., Riedo, F., and Mondada, F. (2016), “Pedagogical Uses of Thymio II: How Do Teachers Perceive Educational Robots in Formal Education”, *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 23 (2), 16-23. (In USA).

Cukurova, M., Kent, C., and Luckin, R. (2019), “Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision-making: A case study in debate tutoring”, *British Journal of Educational Technology*, 50 (6), 3032-3046. (In UK).

Deeva, G., Bogdanova, D., Serral, E., Snoeck, M., and De Weerd, J. (2021), “A review of automated feedback systems for learners: Classification

framework, challenges and opportunities”, *Computers and Education*, 162, Article 104094. (In UK).

Dishon, G. (2017), New data, old tensions: Big data, personalized learning, and the challenges of progressive education”, *Theory and Research in Education*, 15 (3), 1-18. (In UK).

Du Boulay, B. (2000), “Can we learn from ITSs?” In International conference on intelligent tutoring systems, Berlin, Heidelberg: Springer.

Du, S., Meng, F., and Gao, B. (2016), “Research on the Application System of Smart Campus in the Context of Smart City”. 8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME), 714-718. (In China).

Garrison, D.R. (2007), “Online community of inquiry review: Social, cognitive, and teaching presence issues”, *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 11(1), 61-72. (In USA).

Greeno, J.G., Collins, A.M., and Resnick, L.B. (1996), “Cognition and learning”. In D.C. Berliner, and R.C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology*. New Jersey, NY: Lawrence Erlbaum Associates.

Holmes, W., Bialik, M., and Fadel, C. (2019), “Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning”. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign.

Holstein, K., McLaren, B.M., and Alevin, V. (2017), “Intelligent tutors as teachers’ aides: Exploring teacher needs for real-time analytics in blended classrooms”. In Proceedings of the Seventh International Learning Analytics and Knowledge Conference, LAK ’17, New York, NY, USA, ACM.

Hwang, G.J., Xie, H., Wah, B.W., and Gasevic, D. (2020), “Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education”. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, Article 100001. (In Netherlands).

Ip, H.H.S., Li, C., Leoni, S., Chen, Y., Ma, K.F., Wong, C.H., and Li, Q. (2019), “Design and Evaluate Immersive Learning Experience for Massive Open Online Courses (MOOCs)”, *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12 (4), 503-515. (In USA).

Kakish, K., and Pollacia, L. (2018), “Adaptive learning to improve student success and instructor efficiency in introductory computing course”. *Proceedings of the 34th Information Systems Education Conference*, ISECON 2018, 72-78.

Kaplana, A., and Haenlein, M. (2019), “Siri, in my hand: Who’s the fairest in the land? On the

interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence”, *Business Horizons*, 62 (1), 15-25. (In UK).

Käser, T., Klingler, S., Schwing, A.G., and Gross, M. (2017), “Dynamic Bayesian networks for student modeling”, *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(4), 450-462. (In USA).

Kay, J., and Kummerfeld, B. (2019), “From data to personal user models for life-long, lifewide learners”, *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2871-2884. (In UK).

Kim, Y., Soyata, T., and Behnagh, R.F. (2018), “Towards Emotionally Aware AI Smart Classroom: Current Issues and Directions for Engineering and Education”, *IEEE*, 6, 5308-5331. (In USA).

Kong, S.H., Lv, Y., Vu, H.L., Cano, J.C., Choi, J.W., Kum, D., and Morris, B.T. (2019), “Guest Editorial Introduction to the Special Issue on Intelligent Transportation Systems Empowered by AI Technologies”, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20 (10), 3765-3770. (In USA).

Koschmann, T. (2009), “Chapter 1. Paradigm shifts and instructional technology: An introduction”. In T. Koschmann (Ed.), *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. New York: Routledge.

Kwet, M., and Prinsloo, P. (2020), “The ‘smart’ classroom: a new frontier in the age of the smart university”, *Teaching in Higher Education*, 25(6), 1-17. (In UK).

Law, N.W.Y. (2019), “Human development and augmented intelligence”, In The 20th international conference on artificial intelligence in education (AIED 2019). Springer.

Le, C.V., Pardos, Z.A., Meyer, S.D., and Thorp, R. (2018), “Communication at scale in a MOOC using predictive engagement analytics”, In International conference on artificial intelligence in education (239-252). Cham: Springer.

Liu, C.H., and Matthews, R. (2005), “Vygotsky’s philosophy: Constructivism and its criticisms examined”, *International Education Journal*, 6(3), 386-399. (In Australia).

Mason, M. (2008), “What is complexity theory and what are its implications for educational change?”, *Educational Philosophy and Theory*, 40(1), 35-49. (In UK).

Metzler, D.P., and Martincic, C.J. (1998), “Explanatory mechanisms for intelligent tutoring systems”. In International conference on intelligent tutoring systems (136-145). Springer

- Muhamad, W., Kurniawan, N. B., Suhardi, and Yazid, S. (2017), "Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review". *2017 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, 384-391. (In Indonesia).
- Murphy, R. (2019), "Artificial Intelligence Applications to Support K-12 Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Challenges, and Risks". available at: <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE315.html> (Accessed: 17 October 2023)
- Nabiyev, V.V. (2010), "Yapay zeka: İnsan bilgisayar etkileşimi", Seçkin Yayıncılık.
- Nilsson, N. J. (2014), "Principles of artificial intelligence", Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
- Pinkwart, N. (2016), "Another 25 years of AIED? Challenges and opportunities for intelligent educational technologies of the future", *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 771-783. (In USA).
- Qiu, Y. (2020), "Education Informationization". Proceedings of the 2020 6th International Conference on Education and Training Technologies (40-43). New York, NY, USA: ACM.
- Quer, G., Muse, E.D., Nikzad, N., Topol, E.J., and Steinhubl, S.R. (2017), "Augmenting diagnostic vision with AI", *Lancet*, 390 (10091), 221. (In UK).
- Riedl, M.O. (2019), "Human-centered artificial intelligence and machine learning", *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(1), 33-36. (In USA).
- Rose, C.P., McLaughlin, E.A., Liu, R., and Koedinger, K.R. (2019), "Explanatory learner models: Why machine learning (alone) is not the answer", *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2943-2958. (In UK).
- Rowe, M. (2019), "Shaping our algorithms before they shape us". In J. Knox, Y. Wang, and M. Gallagher (Eds.), *Artificial intelligence and inclusive education: Speculative futures and emerging practices* (151-163). Springer Nature Singapore.
- Russell, S., and Norvig, P. (2003), "Artificial intelligence: A modern approach" (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 946.
- Schommer, M. (1990), "Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension", *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498-504. (In USA).
- Selwyn, N. (2016). "Is technology good for education?" Cambridge, UK: Malden, MA: Polity Press.
- Shute, V.J. (1995), "Smart: Student modeling approach for responsive tutoring", *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 5(1), 1-44. (In Netherlands).
- Skinner, B.F. (1953), "Science and human behavior". New York: Macmillan.
- Stamper, J. (2006), "Automating the generation of production rules for intelligent tutoring systems". In Proceedings of the 9th international conference on interactive computer aided learning (ICL 2006). Kassel University Press.
- Starcic, A.I. (2019), "Human learning and learning analytics in the age of artificial intelligence", *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2974-2976. (In UK).
- Tang, K.Y., Chang, C.Y., and Hwang, G.J. (2021), "Trends in artificial intelligence supported e-learning: A systematic review and co-citation network analysis (1998-2019)", *Interactive Learning Environments*, 31(4), 2134-2152. (In UK).
- Tegmark, M. (2017), "Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence". Penguin UK.
- Vygotsky, L. (1978), "Mind in society: The development of higher psychological processes". Harvard University Press.
- Wheeler, S. (2019), "Digital learning in organizations". London: Kogan Page.
- Xie, H., Chu, H.C., Hwang, G.J., and Wang, C.C. (2019), "Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017", *Computers and Education*, 140, Article 103599. (In UK).
- Yang, S.J., Ogata, H., Matsui, T., and Chen, N.S. (2021), "Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible", *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100008. (In Netherlands).
- Zawacki-Richter, O., Marin, V.I., Bond, M., and Gouverneur, F. (2019), "Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?", *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27. (In Netherlands).
- Zhou, X. (2020), "Application Research of Face Recognition Technology in Smart Campus", *2020 IEEE International Conference on Industrial Application of Artificial Intelligence (IAAI)*. 27-32. (In China).

Информация о конфликте интересов: авторы не имеют конфликта интересов для декларации.

Conflicts of Interest: the authors have no conflict of interests to declare.

Данные об авторах

Платов Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин, Московский государственный университет спорта и туризма.

Гаврилина Юлия Игоревна, заместитель заведующего кафедрой социально-экономических

и гуманитарных дисциплин, Московский государственный университет спорта и туризма.

About the authors:

Aleksey V. Platov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Socio-Economic and Humanitarian Disciplines, Moscow State University of Sports and Tourism.

Yuliya I. Gavrilina, Deputy Head of the Department of Socio-Economic and Humanitarian Disciplines, Moscow State University of Sports and Tourism.