

Пространство педагогических исследований. 2024. № 1 (1). С. 60–75.
Education Research Environment, 2024, no. 1 (1), pp. 60–75.

Научная статья
УДК 378

Реализация возможностей искусственного интеллекта в образовании

Ирэна Веняминовна Роберт
Институт стратегии развития образования,
Информатизация образования,
Москва, Россия
rena_robert@mail.ru

Irena V. Robert
Institute for Strategy of Education Development,
Informatization of education,
Moscow, Russia
rena_robert@mail.ru



Аннотация. В статье описываются возможности искусственного интеллекта и их использование в целях повышения эффективности образовательного процесса. Обосновывается необходимость развития нового направления научно-педагогических исследований «Искусственный интеллект в образовании». Представлены два направления подготовки учителей информатики: искусственный интеллект как объект изучения в рамках учебного предмета «Информатика» и искусственный интеллект как средство повышения эффективности процесса обучения.

Ключевые слова: «большие данные», интеллектуальная информационная система, искусственный интеллект, кибернетика «черного ящика», нейрокибернетика, нейросеть, познавательный процесс, система искусственного интеллекта, цифровая трансформация образования, «цифровой двойник», человеко-машинная система

Для цитирования: Роберт И. В. Реализация возможностей искусственного интеллекта в образовании // Пространство педагогических исследований. 2024. № 1 (1). С. 60–75.

Implementation of artificial intelligence capabilities in education

Abstract. The article considers the capabilities of artificial intelligence and its use to increase educational process efficiency. The necessity of developing a new direction of scientific and pedagogical research “Artificial Intelligence in Education” is considered in the article. Two areas of training for computer science teachers are presented: artificial intelligence as an object of study within the educational subject “Informatics” and artificial intelligence as a means of increasing learning process efficiency.

© Роберт И. В., 2024

© Robert I. V., 2024

Keywords: “big data”, intelligent information system, artificial intelligence, “black box” cybernetics, neurocybernetics, neural network, cognitive process, artificial intelligence system, digital transformation of education, “digital twin”, man-machine system

For citation: Robert I. V. Implementation of artificial intelligence capabilities in education. *Education Research Environment*, 2024, no. 1 (1), pp. 60–75.

Введение

В современном обществе информатизации, глобальной массовой коммуникации искусственный интеллект активно входит во все сферы жизнедеятельности и, конечно, в образование, что отражено во многих государственных документах¹. В Национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации»² искусственный интеллект обозначен как стратегически важное направление, обеспечивающее ускоренное развитие приоритетных отраслей экономики и социальной сферы. Принятая в 2019 г. «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. в Российской Федерации»³ ставит задачи совершенствования системы подготовки кадров в этом направлении, а также разработки и внедрения модулей по искусственному интеллекту в образовательные программы. В настоящее время в условиях цифровой трансформации образования⁴ не только отечественные вузы активно вводят различ-

¹ Указ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы»; Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.». Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»; Указ от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»; Указ Президента РФ от 10.10.2019 г. № 490 «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. в Российской Федерации», утверждено Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490.

² Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.». Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации».

³ Указ Президента РФ от 10.10.2019 г. № 490 «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. в Российской Федерации», утверждено Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490.

⁴ Роберт И. В. Перспективные фундаментальные и прикладные научные исследования в области развития образования в условиях цифровой трансформации // Россия: Тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 18: материалы XXII Национальной научной конференции с международным участием «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения». Ч. 2 / ответственный редактор В. И. Герасимов. Москва, 2023. Ч. 2. С. 427–434; Роберт И. В. Научно-педагогические условия развития образования периода цифровой трансформации // Современное дополнительное профессиональное педагогическое образование. Научно-методический журнал. Т. 5. № 1 (18) 2022. С. 42–50; Роберт И. В. Развитие информатизации образования в условиях цифровой трансформации // Педагогика. 2022. Т. 86, № 1. С. 40–50; Роберт И. В. Цифровая трансформация образования: вызовы и возможности совершенство-

ные дисциплины и курсы, ориентированные на изучение многих аспектов искусственного интеллекта, но и школы также включаются в изучение искусственного интеллекта через олимпиадное движение и введение факультативных курсов по искусственному интеллекту¹.

Вместе с тем, в современной научно-педагогической литературе нет обоснования педагогической целесообразности (на уровне общего среднего образования) ни изучения возможностей искусственного интеллекта, ни реализации этих возможностей для повышения эффективности образовательной деятельности. Не обоснованы также направления подготовки учителей, как в области изучения возможностей искусственного интеллекта и их реализации в современном обществе, так и в области использования искусственного интеллекта в качестве средства повышения эффективности учебного процесса.

Основная часть

В связи с необходимостью решения вышеозначенных проблем предлагается «*Искусственный интеллект в образовании*»² рассматривать как направление

вания // Информатизация образования и науки. 2020. 3 (47). С. 3–16; Average class size / OECD.Stat. 2020. URL: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EDU_CLASS Искусственный интеллект в образовании; Robert I. V. Formation and development of digital transformation of domestic education on the basis of systemic convergence of pedagogical science and technology 03017 Published online: 26 April 2021 (WOS) DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110103017>.

¹ Карелина М. В. Практико-ориентированное обучение элементам искусственного интеллекта при реализации возможностей высокотехнологичных тренажеров в транспортном вузе // Теория и практика информатизации образования: внедрение результатов и перспективы развития: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 464–476; Карелина М. В. Реализации возможностей систем искусственного интеллекта и робототехнических устройств в тренажерах железнодорожного транспорта в процессе подготовки по направлению «Технология транспортных процессов» // Актуальные проблемы методологии научно-педагогических исследований и практической деятельности педагога. Сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 26–40; Каstorнова В. А. К вопросу о внедрении технологий искусственного интеллекта в школьное образование // Педагогическая информатика. 2022. № 1. С. 18–29; Люгер Дж., Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. Москва: Вильямс, 2003. 864 с.; Матвеев М. Г., Свиридов А. С., Алейникова Н. А. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике. Москва: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2014. 448 с.; Педагогические практики подготовки школьников к олимпиаде по искусственному интеллекту: сборник аналитических материалов / под редакцией Ю. Ю. Пустыльник, И. И. Трубиной, Е. В. Чмыховой. Москва: ФГБНУ «ИСПО РАО», 2022. 159 с.

² Информатизация образования: толковый словарь понятийного аппарата / составители И. В. Роберт, В. А. Каstorнова. Москва: АЭО, 2023. 182 с.

научно-педагогических исследований, ориентированных на разработку *теоретико-методических оснований*, обосновывающих:

- педагогическую целесообразность изучения в общем среднем образовании вопросов применения искусственного интеллекта во всех областях современного социума (в экономике, науке, образовании, промышленности и пр.);

- научно-методическое сопровождение реализации возможностей искусственного интеллекта для повышения эффективности образовательной деятельности;

- условия функционирования информационных систем, предназначенных для восприятия, обработки, хранения, тиражирования больших объемов информации об образовательном процессе и формирования решений по их использованию в ситуациях, моделирующих состояния различных образовательных систем.

Система искусственного интеллекта при этом рассматривается как информационная система (программная реализация):

- имитирующая решение человеком достаточно сложных задач в процессе его деятельности,

- использующая программно-аппаратные средства, позволяющие на основе применения знаний осуществлять решение неформализованных творческих задач,

- моделирующая некоторые аспекты человеческой деятельности, включая процесс обучения,

- обеспечивающая диалог с компьютером на языке, максимально приближенном к естественному,

- осуществляющая автоматизацию поведения роботов и робототехнических систем.

Обязательным условием существования такой системы является наличие сложной архитектуры: база фактов (данных) – база знаний различных областей сферы образования – средства автоматизации решения задач – комфортный интерфейс между пользователем и системой.

Анализ проведенных исследований¹ убеждает в том, что в настоящее время реализация возможностей систем искусственного интеллекта в образовании осуществляется в основном по следующим направлениям:

¹ Карелина М. В. Практико-ориентированное обучение элементам искусственного интеллекта при реализации возможностей высокотехнологичных тренажеров в транспортном вузе // Теория и практика информатизации образования: внедрение результатов и перспективы развития: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 464–476; Карелина М. В. Реализации возможностей систем искусственного интеллекта и робототехнических устройств в тренажерах железнодорожного транспорта в процессе подготовки по направлению «Технология транспортных процессов» // Актуальные проблемы методологии научно-педагогических исследований и практической деятельности педагога. Сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 26–40; Кастор-

- обеспечение информационного взаимодействия между обучающимся (обучающимися) и обучающим (обучающими) в режиме удаленного доступа с использованием больших объемов информации (данных) сферы образования при реализации обратной связи и организации информационной деятельности;
- осуществление диагностики результатов обучения или уровня обученности (компетентности) и предоставление индивидуализированной методической поддержки обучающемуся;
- обеспечение субъектов образовательного процесса необходимыми учебно-методическими материалами, в том числе в режиме реального времени или с временной задержкой, адекватно их потребностям или результатам обучения, или уровню обученности (компетентности), устанавливаемым предварительно;
- обработка больших объемов информации по научно-педагогическим исследованиям, учебно-методическим материалам, по персональным данным субъектов образовательного процесса и предоставление необходимой информации конкретному пользователю;
- обобщение результатов обучения (отдельного обучающегося, группы, коллектива) по результатам интеллектуального анализа, управляемого пользователем.

В условиях цифровой трансформации современного образования особое значение в равной степени приобретает, как профессиональная ориентация молодого поколения в области изучения возможностей искусственного интеллекта, так и их реализация для повышения эффективности образовательной деятельности.

Опираясь на исследования в области реализации возможностей и методов искусственного интеллекта¹, а также на научно-педагогические исследования¹,

нова В. А. К вопросу о внедрении технологий искусственного интеллекта в школьное образование // Педагогическая информатика. 2022. № 1. С. 18–29; Матвеев М. Г., Свиридов А.С., Алейникова Н.А. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике. Москва: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2014. 448 с.

¹ Люгер Дж., Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. Москва: Вильямс, 2003. 864 с.; Матвеев М. Г., Свиридов А.С., Алейникова Н.А. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике. Москва: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2014. 448 с.; Роберт И. В. Научно-педагогические условия развития образования периода цифровой трансформации // Современное дополнительное профессиональное педагогическое образование. Научно-методический журнал. Т. 5. № 1 (18) 2022. С. 42–50; Average class size / OECD.Stat. 2020. URL: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EDU_CLASS Искусственный интеллект в образовании; Milligan S., Luo R., Hassim E., Johnston J. Future-proofing students: What they need to know and how educators can assess and credential them. Melbourne Graduate School of Education: The University of Melbourne, 2020. P. 17–29. URL:

предлагаем рассматривать искусственный интеллект в общем среднем образовании (в контексте подготовки учителей информатики) по двум направлениям:

- искусственный интеллект как объект изучения в рамках учебного предмета «Информатика»;
- искусственный интеллект как средство повышения эффективности процесса обучения.

Рассмотрим подробно каждое из этих направлений в контексте теоретико-методических оснований подготовки учителя.

I. Первое направление «Искусственный интеллект как объект изучения».

Прежде, чем перейти к конкретике, остановимся на некоторых общеизвестных понятиях. Мышление является одной из основных категорий психологии, которая отображает сложность самого феномена мышления, его многоаспектность, которая раскрывается в многообразных определениях данного понятия, раскрывающих различные его стороны и дополняющих друг друга. Мышление рассматривается в большинстве определений психологов (В. В. Богословский, В. П. Зинченко, А. А. Крылов, Б. Г. Мещеряков, А. В. Петровский, М. Г. Ярошевский и др.) как психический процесс, осуществляемый в результате мыслительной деятельности человека, как «форма внутренней деятельности» человека (Г. Г. Гранатов). Философское понимание мышления базируется на диалектическом характере познания как активного процесса отражения внешнего мира в сознании человека при активной роли субъекта как социального существа в этом процессе.

https://education.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/3397469/MGSE_Future-Proofing-Students_Web_Updated-9-7-20.pdf.

¹ Карелина М. В. Практико-ориентированное обучение элементам искусственного интеллекта при реализации возможностей высокотехнологичных тренажеров в транспортном вузе // Теория и практика информатизации образования: внедрение результатов и перспективы развития: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 464–476; Карелина М. В. Реализации возможностей систем искусственного интеллекта и робототехнических устройств в тренажерах железнодорожного транспорта в процессе подготовки по направлению «Технология транспортных процессов» // Актуальные проблемы методологии научно-педагогических исследований и практической деятельности педагога. Сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 26–40; Кастирова В. А. К вопросу о внедрении технологий искусственного интеллекта в школьное образование // Педагогическая информатика. 2022. № 1. С. 18–29; Матвеев М. Г., Свиридов А.С., Алейникова Н.А. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике. Москва: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2014. 448 с.; Педагогические практики подготовки школьников к олимпиаде по искусственному интеллекту: сборник аналитических материалов / под редакцией Ю. Ю. Пустыльник, И. И. Трубиной, Е. В. Чмыхой. Москва: ФГБНУ «ИСПО РАО», 2022. 159 с.

Поэтому при рассмотрении познавательного процесса, который является базисным понятием первого направления, мы оперируем понятием мышления с этих позиций. Таким образом, понятие «познавательный процесс» рассматривается нами в контексте выявления (обнаружения) знаний, предложения (прогнозирования) знаний, приращения знаний, принятия знаний, интеграции знаний в другие системы знаний.

Так как познавательный процесс связан с преобразованием знаний, что происходит, как в мозге человека (в процессе мышления, как психического процесса), так и в современных информационных системах, то познавательный процесс представляет собой результат взаимодействия человека не только с личностной системой знаний, но и с другими источниками знаний, в том числе, представленными в цифровой форме, и функционирующими на базе использования информационных систем. Иными словами, познавательный процесс сосредоточен не только в мозге человека и осуществляется в процессе его мыслительной деятельности, но протекает и в научно-технологической сфере продуцирования нового знания на базе использования информационных систем различного уровня и сложности. Это определяет возможность перевести познавательный процесс с помощью технологий искусственного интеллекта в плоскость взаимодействия человека с источниками объективного знания, что может инициировать появление нового знания.

Анализ развития искусственного интеллекта от возникновения этого понятия до современных достижений показывает, что основными подходами к его изучению были и остаются: нейрокибернетика, кибернетика «черного ящика» и эволюционные алгоритмы. Остановим внимание на первых двух как наиболее востребованных.

1. Нейрокибернетика занимается системами и программами, воспроизводящими в той или иной сложности структуру человеческого мозга. Иными словами, это направление занимается моделированием структуры и внутренних процессов мозга человека.

Эта идея основана на том, что если все познавательные процессы, происходящие в мозге человека, представить в виде математической конструкции, которую можно назвать «нейронные сети», то будут решены все проблемы искусственного интеллекта. Однако общеизвестно, что познавательный процесс рассматривается как результат взаимодействия не только с личностной системой знаний человека, но и с другими источниками знаний, т. е. познавательный процесс находится еще и в той или иной системе знаний, реализованной на базе возможностей цифровых технологий (автоматизация: обработки, формализации, продуцирования информации, представленной в любой форме; обеспечения обратной связи и информационного взаимодействия пользователя с ин-

формационными объектами; взаимодействия пользователя с объектами виртуальных процессов и пр.). Именно по этой причине инициировать появление нового знания (продуцировать новое знание) можно путем взаимодействия человека не только с личностной системой знаний, но и с другими источниками объективного знания. Это определяет взаимодействие познавательного процесса, происходящего в мозге человека, с познавательным процессом, происходящем в той или иной системе знаний, реализованной на базе возможностей цифровых технологий.

2. В основу кибернетики «черного ящика» положен подход, предполагающий получение выходных параметров, аналогичных параметрам деятельности человеческого мозга, при заданных входных воздействиях.

При этом особое значение приобретают такие концептуально значимые содержательные блоки, как: эвристическое программирование и разработка стратегий действия на основе заданных заранее эвристик; экспертные системы, в которых основное внимание уделяется моделированию знаний экспертов в конкретных областях; эволюционное программирование; системы искусственного разума; машинный интеллект и «машинное обучение» как обучение за счет применения решений множества однотипных задач; языки программирования высокого уровня, приближенные к естественному языку; технологии искусственного интеллекта («компьютерное зрение», обработка естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальная поддержка принятия решений, ситуационное управление), определяющие прикладное направление, которое занимается изучением реализации возможностей искусственного интеллекта в современном обществе.

Таким образом, в настоящее время можно уже говорить (в общих чертах) о современных подходах к изучению содержательных теоретических и практико-ориентированных аспектов искусственного интеллекта как объекта изучения в общем среднем образовании.

Представим обобщенно следующие блоки для подготовки учителей.

Блок 1. Теоретические основания реализации возможностей искусственного интеллекта в областях, где знания слабо формализованы, но данные могут быть структурированы.

Содержание этого блока ориентировано на изучение теоретических основ и практических применений следующих позиций, которые стали почти традиционными: экспертные системы, нейронные сети, интеллектуальные информационные системы, основы машинного обучения, возможности использования роботизированных средств и устройств.

Блок 2. Гуманитарно-прикладные аспекты изучения возможностей искусственного интеллекта. Содержание этого блока ориентировано на изучение следующих аспектов:

- аксиологический, ориентированный на формирование, как у разработчика систем искусственного интеллекта, так и у пользователя, значимых для него при выборе жизненных ориентиров и присвоенных им гуманитарно-этических приоритетов об основополагающей роли человека, делегирующей системе искусственному интеллекту решение определенных проблем или задач (технико-технологических, научных, образовательных, досуговых и пр.);

- информационно-технологической безопасности личности, ориентированный на формирование, как у разработчика систем искусственного интеллекта, так и у пользователя, приоритетность условий, при которых действие или бездействие по отношению к человеку со стороны внешних информационных источников, порождаемых искусственным интеллектом, не влекут за собой информационные угрозы и риски, связанные с вмешательством в личную жизнь пользователя или с несанкционированным доступом к персональным данным, к информационным ресурсам (личностным, корпоративным);

- **безопасности психического и физического здоровья**, как разработчика систем искусственного интеллекта, так и пользователя, ориентированного на формирование, приоритетность условий, при которых действие или бездействие по отношению к человеку со стороны внешних информационных источников искусственного интеллекта, не влекут за собой негативные последствия, связанные с воздействием на него информации, «вредоносной», запрещенной законодательством, или агрессивной, нелегитимной, неэтичной информации, или информации, оскорбляющей традиционные моральные ценности и чувства пользователя.

Блок 3. Применение технологий искусственного интеллекта в различных отраслях жизнедеятельности современного общества. Содержание этого блока ориентировано на:

- обучение практической реализации возможностей систем искусственного интеллекта в современном обществе («компьютерное зрение», обработка естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальная поддержка принятия решений и др.);

- изучение современных высокоуровневых объектно-ориентированных языков программирования для выполнения практических заданий (например, Python, Java, C++, PHP, Go, Node, C, C#, Kotlin);

- проведение практикумов по решению заданий по искусственному интеллекту (например, алгоритмизация и программирование на языке Python, использование специализированных библиотек, алгоритмы машинного обучения и др.);

- использование нейросетей в управлении образовательной организацией.

Реализация вышеизложенного может, в том числе, способствовать и развитию инженерно-технологического образования.

II. По второму направлению – «Искусственный интеллект как средство повышения эффективности процесса обучения» – основополагающими становятся научные исследования, реализация которых обеспечивает повышение эффективности процесса обучения в условиях информационной безопасности личности субъектов образовательного процесса и сохранения их здоровья.

Реализация этого направления основана на идее о том, что искусственный интеллект – это научное направление, которое занимается имитацией и усилением познавательной деятельности и рационального поведения человека посредством информационных систем. Научно-технологической основой реализации этого направления является интеллектуальная информационная система, которая является партнерской человеко-машинной системой, где главная задача – порождение эмпирических закономерностей. К таким системам следует отнести: самообучающиеся, адаптивные и гибридные системы искусственного интеллекта, объединяющие в себе возможности, представленные нейронными сетями и моделями представления знаний. В настоящее время в образовании уже активно используются такие системы искусственного интеллекта для контроля показателей результатов работы участников учебного процесса, управления образовательным процессом и поддержки принятия решений, выявления оригинальности разработанного текста.

Остановимся на перспективах развития второго направления.

A. Прежде всего, в качестве перспективного направления применения систем искусственного интеллекта в сфере образования можно предложить обучение систем искусственного интеллекта (в рамках заданной человеком методологии) обнаружению вредоносных проявлений в обучающих или досуговых программах, связанных с: информацией, насаждающей негатив; сетевыми угрозами; демонстрацией неадекватного или деструктивного поведения человека и пр.

B. Другим перспективным направлением является применение искусственного интеллекта для обеспечения конфиденциальности любых процессов в сфере образования. «Большие данные» о любых процессах в сфере образования располагают в определенных «местах хранения», а в эти «места хранения» направляют различные версии моделей для их обработки. После обработки «больших данных» в местах хранилища обратно отправляются не сами данные, а параметры моделей, которые затем интегрируются в одну общую модель. При этом сохраняются сами «большие данные», обеспечивая конфиденциальность исходной информации.

B. В качестве перспективного направления реализации возможностей систем искусственного интеллекта как средства повышения эффективности обу-

чения можно предложить системы машинного обучения. Основными из них являются: обучение с учителем, обучение без учителя, обучение с подкреплением. Они представляют собой модели, методы и алгоритмы, ориентированные на автоматическое накопление знаний на основе анализа и обобщения «больших данных» обо всех аспектах процесса обучения. Так как при этом человек вмешивается в решение образовательных задач, принимает участие в этом процессе, то создается система «человек–машина» и решается главная задача систем искусственного интеллекта – создание партнерских человеко-машинных систем. Рассмотрим это подробнее.

Обучение с учителем имеет определенные ограничения, которые заключаются в необходимости трудоемкого процесса ручной пометки данных. Вместо усвоения всех имеющихся данных алгоритмы обработки ориентируются на их определенные категории, заранее отмеченные исследователем.

При обучении без учителя (самообучение) система искусственного интеллекта обучается выполнять задание, используя весь набор доступных данных, а не только те, которые были помечены заранее, то есть без вмешательства человека. При самообучении часть входных данных используется искусственным интеллектом в качестве контролирующего сигнала для прогнозирования оставшейся части данных. Позитивным можно считать то, что самообучение в перспективе позволит создать системы с интеллектом, приближенным к человеческому уровню, при условии приоритетной роли человека как разработчика.

Обучение с подкреплением является частным случаем машинного обучения – обучения с учителем. Существенным отличием от обучения с учителем является то, что обучающим (учителем) является среда или ее модель, обеспечивающая информационное взаимодействие обучающего с обучающимся (обучающимися). В ходе этого обучения искусственный интеллект взаимодействует с некоторой средой, а обратной связью является не результат действий системы управления на принятые решения (как это происходит в обучении с учителем), а сигналы подкрепления или поддержки процесса обучения.

При всех позитивных прогнозах реализации возможностей машинного обучения имеют место и существенные риски эмоционального отчуждения обучающегося от обучающего, что может привести к непредсказуемым отрицательным последствиям для психического здоровья обучающегося, тем более, что решения данной проблемы на сегодняшний день вообще не просматриваются ни в психолого-педагогической науке, ни в других науках об образовании.

Г. Еще одним перспективным направлением возможного применения искусственного интеллекта в сфере образования для повышения эффективности процесса обучения можно считать проектирование персонализированной траектории обучения и персонализированных методических материалов или реко-

мендаций для конкретного обучающегося. На основе анализа «больших данных» о многолетних и текущих результатах обучения конкретного обучающегося (текущие оценки, уровень обученности (компетентности) и информации о его предпочтениях в области изучаемых дисциплин, в том числе о досуговых увлечениях, о посещениях кружков, секций и пр.) создается персональная траектории обучения и личностно ориентированные методические материалы для индивидуализированного обучения.

Д. С точки зрения практического применения большие перспективы имеет технология «цифровых двойников», которая находит все более широкое применение в промышленности, энергетике, авиации, автомобилестроении. Цифровой двойник представляет собой синхронизированную виртуальную модель реального объекта (информационного продукта, процесса, системы, «цифровой след» человека и пр.). В сфере образования реализовать технологию «цифровых двойников» для повышения эффективности управления образованием можно таким образом. Аккумулируются «большие данные» о прошлом и настоящем состоянии образовательной организации. Далее выявляются внутренние тенденции развития и внешние условия, влияющие на изменения (по различным направлениям), происходящие в образовательной организации. Затем задаются определенные модели возможных изменений (по различным направлениям), происходящих в образовательной организации. На основании этих исходных данных в контексте рассмотрения процессов, происходящих в образовательной организации, и их формализации искусственный интеллект на основе «больших данных» может прогнозировать различные векторы развития образовательной организации.

Заключение

В заключение следует отметить, что оба направления научно-педагогических исследований – искусственный интеллект как объект изучения в сфере образования и как средство повышения эффективности образовательного процесса – должны учитывать необходимость нивелирования возможных рисков и негативных последствий от его использования. Эти вопросы находятся в самой начальной стадии обсуждения, так как нет ни практико-ориентированных исследований использования систем искусственного интеллекта в общем среднем образовании, ни медико-психологических рекомендаций по их применению.

Список литературы

Информатизация образования: толковый словарь понятийного аппарата / составители И. В. Роберт, В. А. Кастиорнова. Москва: АЭО, 2023. 182 с.

Карелина М. В. Практико-ориентированное обучение элементам искусственного интеллекта при реализации возможностей высокотехнологичных тренажеров в транспортном вузе // Теория и практика информатизации образования: внедрение результатов и перспективы развития: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 464–476.

Карелина М. В. Реализации возможностей систем искусственного интеллекта и робототехнических устройств в тренажерах железнодорожного транспорта в процессе подготовки по направлению «Технология транспортных процессов» // Актуальные проблемы методологии научно-педагогических исследований и практической деятельности педагога. Сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 26–40.

Касторнова В. А. К вопросу о внедрении технологий искусственного интеллекта в школьное образование // Педагогическая информатика. 2022. № 1. С. 18–29.

Люгер Дж., Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. Москва: Вильямс, 2003. 864 с.

Матвеев М. Г., Свиридов А.С., Алейникова Н.А. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике. Москва: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2014. 448 с.

Педагогические практики подготовки школьников к олимпиаде по искусственному интеллекту: сборник аналитических материалов / под редакцией Ю. Ю. Пустыльник, И. И. Трубиной, Е. В. Чмыховой. Москва: ИСРО РАО, 2022. 159 с.

Роберт И. В. Научно-педагогические условия развития образования периода цифровой трансформации // *Современное дополнительное профессиональное педагогическое образование. Научно-методический журнал*. Т. 5. № 1 (18) 2022. С. 42–50.

Роберт И. В. Перспективные фундаментальные и прикладные научные исследования в области развития образования в условиях цифровой трансформации // Россия: Тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 18: материалы XXII Национальной научной конференции с международным участием «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения». Ч. 2 / ответственный редактор В. И. Герасимов. Москва, 2023. Ч. 2. С. 427–434.

Роберт И. В. Развитие информатизации образования в условиях цифровой трансформации // Педагогика. 2022. Т. 86, № 1. С. 40–50.

Роберт И.В. Цифровая трансформация образования: вызовы и возможности совершенствования // Информатизация образования и науки. 2020. 3 (47). С. 3–16.

Указ от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

Указ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы».

Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.». Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации».

Указ Президента РФ от 10.10.2019 г. № 490 «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. в Российской Федерации», утверждено Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490.

Average class size / OECD.Stat. 2020. URL: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EDU_CLASS Искусственный интеллект в образовании.

Emotion and Cognition in the Age of AI: white paper / The Economist Intelligence Unit; commissioned by Microsoft. 2019. URL: <https://clouddamcdnprodep.azureedge.net/gdc/gdcWRrXfv/original>.

Milligan S., Luo R., Hassim E., Johnston J. Future-proofing students: What they need to know and how educators can assess and credential them. Melbourne Graduate School of Education: The University of Melbourne, 2020. P. 17–29. URL: https://education.unimelb.edu.au/___data/assets/pdf_file/0005/3397469/MGSE_Future-Proofing-Students_Web_Updated-9-7-20.pdf.

Robert I. V. Formation and development of digital transformation of domestic education on the basis of systemic convergence of pedagogical science and technology 03017 Published online: 26 April 2021 (WOS) DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110103017>.

References

Average class size. *OECD.Stat.* 2020. URL: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EDU_CLASS *Iskusstvennyi intellekt v obrazovanii*.

Emotion and Cognition in the Age of AI: white paper. *The Economist Intelligence Unit; commissioned by Microsoft*, 2019. URL: <https://clouddamcdnprodep.azureedge.net/gdc/gdcWRrXfv/original>.

Informatizatsiya obrazovaniya: tolkovyi slovar' ponyatiinogo apparata [Informatization of education: explanatory dictionary of the conceptual apparatus]. Moscow: AEO, 2023. 182 p. (in Russian)

Karelina M. V. Praktiko-orientirovannoe obuchenie elementam iskusstvennogo intellekta pri realizatsii vozmozhnostei vysokotekhnologichnykh trenazherov v trans-portnom vuze [Practice-oriented teaching to the elements of artificial intelligence when implementing the capabilities of high-tech simulators in a transport university]. *Teoriya i praktika informatizatsii obrazovaniya: vnedrenie rezul'tatov i perspektivy razvitiya: sbornik statei Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Theory and Practice of Informatization of Education: Implementation of Results and Development Prospects: Bulletin of the All-Russian Scientific and Practical Conference], 2020, pp. 464–476. (in Russian)

Karelina M. V. Realizatsii vozmozhnostei sistem iskusstvennogo intellekta i robototekhnicheskikh ustroystv v trenazherakh zheleznodorozhnogo transporta v protsesse podgotovki po napravleniyu «Tekhnologiya transportnykh protsessov» [Capabilities of artificial intelligence systems and robotic devices in railway transport simulators in the process of training at “Technology of transport processes” specialty]. *Aktual'nye problemy metodologii nauchno-pedagogicheskikh issledovaniy i prakticheskoi deyatel'nosti pedagoga* [Current Problems of Methodology of Scientific and Pedagogical Research and Practical Activities of a Teacher. Bulletin of the All-Russian Scientific and Practical Conference], 2020, pp. 26–40. (in Russian)

Kastornova V. A. K voprosu o vnedrenii tekhnologii iskusstvennogo intellekta v shkol'noe obrazovanie [On introducing artificial intelligence technologies into school education]. *Pedagogicheskaya informatika* [Pedagogical Informatics], 2022, no. 1, pp. 18–29. (in Russian)

Lyuger Dzh., Rassel S., Norvig P. *Iskusstvennyi intellekt: strategii i metody resheniya slozhnykh problem* [Artificial intelligence: strategies and methods for solving complex problems]. Moscow: Vil'yams, 2003. 864 p.

Matveev M. G., Sviridov A. S., Alenikova N. A. *Modeli i metody iskusstvennogo intellekta. Primenenie v ekonomike* [Models and methods of artificial intelligence. Application in economics.]. Moscow: Finansy i statistika; INFRA-M, 2014. 448 p. (in Russian)

Milligan S., Luo R., Hassim E., Johnston J. Future-proofing students: What they need to know and how educators can assess and credential them. *Melbourne Graduate School of Education: The*

University of Melbourne, 2020, pp. 17–29. URL: https://education.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/3397469/MGSE_Future-Proofing-Students_Web_Updated-9-7-20.pdf.

Pedagogicheskie praktiki podgotovki shkol'nikov k olimpiade po iskusstvenno-mu intellektu [Pedagogical experience in training schoolchildren for the Olympiad in artificial intelligence]. Moscow: FGBNU «ISRO RAO», 2022. 159 p. (in Russian)

Robert I. V. *Formation and development of digital transformation of domestic education on the basis of systemic convergence of pedagogical science and technology 03017* Published online: 26 April 2021 (WOS). DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110103017>.

Robert I. V. Nauchno-pedagogicheskie usloviya razvitiya obrazovaniya perioda tsif-rovoi transformatsii [Scientific and pedagogical conditions for the development of education during the period of digital transformation]. *Sovremennoe dopolnitel'noe professional'noe pedagogicheskoe obrazovanie. Nauchno-metodicheskii zhurnal [Modern Additional Professional Pedagogical Education. Scientific and Methodological Journal]*, 2022, T. 5, no. 1 (18), pp. 42–50. (in Russian)

Robert I. V. Perspektivnye fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya v oblasti razvitiya obrazovaniya v usloviyakh tsifrovoi transformatsii [Promising fundamental and applied scientific research in the field of educational development in digital transformation]. *Rossiya: Tendentsii i perspektivy razvitiya*. Vyp. 18: materialy XXII Natsional'noi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Modernizatsiya Rossii: priority, problemy, resheniya». Ch. 2 [Russia: Trends and Development Prospects. Vol. 18: Bulletin of the XXII National Scientific Conference with International Participation “Modernization of Russia: Priorities, Problems, Solutions.” Part 2]. Moscow, 2023, Vol. 2, pp. 427–434. (in Russian)

Robert I. V. Razvitie informatizatsii obrazovaniya v usloviyakh tsifrovoi transformatsii [Development of informatization of education in digital transformation]. *Pedagogika [Pedagogics]*, 2022, T. 86, no. 1, pp. 40–50. (in Russian)

Robert I.V. Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya: vyzovy i vozmozhnosti sovershenstvovaniya [Digital transformation of education: challenges and opportunities for improvement]. *Informatizatsiya obrazovaniya i nauki [Informatization of Education and Science]*, 2020, no. 3 (47). pp. 3–16. (in Russian)

Ukaz ot 1 dekabrya 2016 g. № 642 «O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii» [Decree of December 1, 2016 No. 642 “On the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation”]. (in Russian)

Ukaz ot 9 maya 2017 g. № 203 «O Strategii razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiiskoi Federatsii na 2017–2030 gody» [Decree of May 9, 2017 No. 203 “On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017-2030”]. (in Russian)

Ukaz Prezidenta RF ot 10.10.2019 g. № 490 «Natsional'naya strategiya razvitiya iskusstvennogo intellekta na period do 2030 g. v Rossiiskoi Federatsii», utverzhdeno Ukazom Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 10 oktyabrya 2019 g. № 490 [Decree of the President of the Russian Federation of October 10, 2019 No. 490 “National Strategy for the Development of Artificial Intelligence for the Period until 2030 in the Russian Federation”, approved by Decree of the President of the Russian Federation dated October 10, 2019 No. 490]. (in Russian)

Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 7 maya 2018 g. № 204 «O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2024 g.». Natsional'naya programma «Tsifrovaya ekonomika Rossiiskoi Federatsii» [Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2018 No. 204 “On National Goals and Strategic Objectives of the Development of the Russian Federation for the Period until 2024.” National Program “Digital Economy of the Russian Federation”]. (in Russian)

Информация об авторе

Ирэна Веняминовна Роберт – академик РАО, доктор педагогических наук, профессор, дважды лауреат Премии Правительства РФ в области образования, rena_robert@mail.ru, заведующий лабораторией информатики и информатизации образования ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», руководитель научной школы «Информатизация образования» (д.16, ул. Жуковского, 101000 Москва, Россия); **Irena V. Robert** – Academician of the Russian Academy of Education, Doctor of Pedagogical Sciences, professor, twice laureate of the Russian Government Prize in education, rena_robert@mail.ru, Head of the laboratory of computer science and education informatization of the Federal State Budgetary Institution "Institute of Education Development Strategy", Head of the scientific school " Informatization of education" (16, Zhukovsky st., 101000 Moscow, Russia)

Статья поступила в редакцию – 02.10.2023; одобрена после рецензирования – 14.11.2023; принята к публикации – 28.11.2023.

The article was submitted – 02.10.2023; approved after reviewing – 02.10.2023; accepted for publication – 02.10.2023.