

Интеллектуальные агенты в образовании: краткий обзор концепций

Е. Н. Волков

ФИЦ ИУ РАН

E-mail envolkoff@gmail.com

Аннотация. Данное исследование представляет собой систематизированный анализ фундаментальных концепций, связанных с применением интеллектуальных агентов в образовательном процессе. Рассмотрены основные типы и функциональные возможности ИИ-агентов, включая диагностику образовательных потребностей учащихся, обеспечение персонализированной поддержки, реализацию формирующего оценивания и содействие взаимодействию в учебной среде. Приведены примеры архитектур современных интеллектуальных агентов. Особое внимание уделяется вопросам прозрачности и этичности использования ИИ-агентов, а также их влиянию на мотивацию обучающихся. Представлен обзор эмпирических исследований, подтверждающих эффективность агентов, наряду с выявлением текущих методологических ограничений. В заключении обозначены перспективы интеграции генеративных моделей в образовательные системы и сформулированы направления для дальнейших междисциплинарных исследований в области применения искусственного интеллекта в образовании.

Ключевые слова: искусственный интеллект; интеллектуальные агенты; персонализированное обучение; обработка естественного языка; генеративные модели

I. ВВЕДЕНИЕ

Искусственный интеллект (ИИ) становится неотъемлемой частью современного образовательного процесса на всех уровнях – от начальной школы до университетского образования и систем онлайн-обучения. Под интеллектуальными агентами в образовании понимаются программные системы, способные воспринимать информацию из образовательной среды, самостоятельно принимать решения и осуществлять действия, направленные на достижение конкретных педагогических целей. В основе таких агентов лежат сложные нейросетевые архитектуры, позволяющие им обучаться на примерах и адаптировать свои действия под индивидуальные особенности учащихся.

Использование интеллектуальных агентов открывает множество преимуществ, среди которых персонализация учебного процесса, автоматическое формирующее оценивание и обеспечение непрерывной обратной связи с учащимися. Тем не менее, широкое внедрение ИИ порождает и ряд значительных проблем. Одна из них – риск утраты критического мышления и самостоятельности учащихся из-за чрезмерной зависимости от рекомендаций ИИ [1]. Кроме того, отмечается сложность методологической интеграции технологий ИИ в образовательные практики, что зачастую обусловлено отсутствием должной подготовки педагогов и недостаточным пониманием педагогических принципов работы таких систем [2].

Этические и правовые аспекты применения ИИ также требуют повышенного внимания. Основные опасения связаны с непрозрачностью принимаемых алгоритмами решений, возможной предвзятостью и несправедливостью, которые могут негативно повлиять на учащихся. Недостаток прозрачности и объяснимости ИИ-решений порождает вопросы доверия и требует разработки соответствующих этических норм и правовых регламентов [3]. Возникает необходимость обеспечения безопасности данных и защиты конфиденциальности учащихся.

Еще одна острая проблема – влияние ИИ на академическую честность. Появление мощных генеративных моделей позволяет студентам автоматизировать выполнение учебных заданий, что ставит под угрозу самостоятельность образовательного процесса и требует пересмотра существующих академических норм и правил [4]. Кроме того, внедрение передовых цифровых решений может усилить цифровое неравенство, поскольку доступ к таким технологиям далеко не всегда равномерно распределён среди учебных заведений и учащихся.

Таким образом, успешное применение интеллектуальных агентов в образовании предполагает всесторонний учёт педагогических, методологических, этических и правовых аспектов, что позволит обеспечить прозрачность, эффективность и справедливость их внедрения.

II. МЕТОДЫ

Систематический поиск литературы проводился в период с 2020 года по настоящее время (2020–2025 гг.) по источникам, индексируемым в базах данных Scopus, Web of Science и Google Scholar. Поиск осуществлялся на английском языке по названиям, аннотациям и ключевым словам публикаций с использованием ряда ключевых фраз, например: «artificial intelligence agents in education», «AI tutor», «chatbot learning support», «pedagogical agent» и др. Использовались следующие критерии включения: рецензируемые научные публикации (статьи журналов и полные тексты материалов конференций), представляющие собой эмпирические исследования, систематические обзоры или концептуальные статьи по тематике интеллектуальных агентов в образовании. Критерии исключения предусматривали исключение источников без доступа к полному тексту, нерецензируемых (неакадемических) материалов, дубликатов, а также работ, не связанных напрямую с образовательным применением ИИ-агентов.

Процедура отбора литературы соответствовала рекомендациям PRISMA [5]. Первоначальный поиск по трём базам дал суммарно порядка тысячи источников. После удаления дубликатов и скрининга названий и

аннотаций осталось 81 потенциально релевантных работ. Эти публикации прошли оценку полного текста на соответствие критериям включения, после чего в обзор включено 16 публикаций. На всех этапах фильтрации участвовали два независимых исследователя; возникающие разногласия устранялись совместным обсуждением.

Для синтеза данных был проведён качественный контент-анализ включённых публикаций. Сведения из работ кодировались по ключевым характеристикам: тип исследования (эмпирическое, обзорное, концептуальное), образовательный уровень (например, школьное или высшее образование), регион исследования и др. Большинство включённых источников – это недавние эмпирические исследования, преимущественно посвящённые высшему образованию. Географически работы охватывают разные регионы. Наиболее широко представлены исследования из Северной Америки, Европы и Восточной Азии.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе изучения отобранных для обзора работ, сформировано шесть концепций применения ИИ-агентов в образовании. Каждая рассмотрена подробно. В табл. I представлен сравнительный анализ.

ТАБЛИЦА I. СРАВНЕНИЕ КОНЦЕПЦИЙ

Концепция	Функции	Особенности
Педагогические агенты	Наставничество; мотивация; персонализация обучения	Аватар или чат-интерфейс; модель ученика для адаптации; мгновенный обратный связь
Разговорные агенты (чат-боты)	Консультации 24/7; поддержка студентов; помощь преподавателям	NLP-диалог; интеграция с БД знаний (RAG); LLM-модели; текстовый/голосовой интерфейс
Интеллектуальные обучающие системы (ITS)	Индивидуализация маршрута; адаптивные подсказки; оценка знаний	Модули: предметный, студента, дидактический; правило Bayes/ML; адаптивный контент
Многоагентные образовательные системы	Распределенное наставничество; координация агентов; инклюзия разных ролей	Несколько автономных агентов; коммуникация между агентами; распределение задач
Социальные агенты	Формирование сообщества; фасилитация общения; групповые рекомендации	Встроены в форумы/LMS; анализ профилей студентов; механизм сопоставления по интересам
Гибридный подход (человек+ИИ)	Совместная работа с учителем; автоматизация рутины; контроль качества	Человек в цикле принятия решений; интерфейсы для наставника; ограничение ИИ (guardrails)

A. Педагогические агенты. Представляют собой интерактивных виртуальных персонажей или системы, встроенные в образовательную среду для поддержки обучения. Они выполняют роль наставников, мотиваторов и персональных помощников учащихся, предлагая персонализированную помощь и рекомендации [11]. Такие агенты могут быть реализованы в виде воплощенных персонажей (аватаров)

или невоплощенных чат-интерфейсов – в обоих случаях цель состоит в создании эффекта непосредственного педагогического взаимодействия. Основные функции педагогических агентов включают наставничество (направление учебной деятельности и помощь в решении задач), мотивационную поддержку (поддержание интереса и уверенности студента) и адаптацию под индивидуальные потребности (персонализация контента и темпа обучения). Архитектурные особенности: большинство педагогических агентов имеют модуль студент-модели для отслеживания прогресса учащегося и модуль дидактических стратегий для выбора следующего шага обучения, а также могут обладать элементами естественного языка для общения. Примеры: виртуальные тьюторы и помощники в e-learning системах, например, персонализированные агенты, дающие обратную связь на работы студентов [11] или адаптивные персонажи в системах обучения языкам, демонстрирующие улучшение успеваемости за счет персонализированной поддержки. В совокупности исследования показывают, что педагогические агенты способны положительно влиять на когнитивную активность и результаты обучения за счет имитации деятельности наставника и предоставления своевременной, ориентированной на студента помощи [10].

B. Разговорные агенты. Это программные агенты, способные вести диалог на естественном языке, служащие для консультаций и поддержки обучающихся. Основная функция таких агентов – отвечать на вопросы студентов и обеспечивать круглосуточную информационную поддержку, снимая часть нагрузки с преподавателей [14]. Современные чат-боты могут выступать виртуальными репетиторами, помогая в изучении сложных понятий, программировании и языках, а также давать мгновенную обратную связь на ответы учащихся. Архитектурные особенности: разговорные агенты часто основаны на больших языковых моделях (например, GPT), могут интегрироваться с внешними базами знаний (подход Retrieval-Augmented Generation) для более точных ответов [12], и оснащаются интерфейсом ввода-вывода (текстовым или голосовым). Многие чат-боты в образовании имеют модуль NLP для понимания вопросов и генерации ответов, а также механизм для обработки доменных знаний (например, извлечение данных из учебных материалов). Примеры: академические чат-боты в вузах, отвечающие на часто задаваемые вопросы студентов [11], специализированные боты типа CodeHelp для помощи программистам-новичкам [15] или консультативные боты в курсах, повышающие вовлеченность (например, бот ChemQuest для поддержки онлайн-курса химии, отмеченный повышением удержания студентов [14]). Мета-анализ исследований подтверждает, что чат-боты в среднем улучшают результаты обучения, особенно при длительной интеграции и в STEM-дисциплинах [13]. В целом, разговорные агенты рассматриваются как перспективный инструмент для интерактивного обучения, способный при правильном применении повысить персонализацию и оперативность поддержки студентов.

C. Интеллектуальные обучающие системы (ITS). Комплекс программных модулей, создающих адаптивную учебную среду, имитирующую работу личного наставника. В отличие от узконаправленных

чат-ботов, ITS обычно включают продуманную архитектуру, состоящую из нескольких компонентов: модуля предметной области (содержащего знание задач и решений), модуля модели ученика (отслеживающего успехи, ошибки и стиль обучения конкретного ученика) и модуля дидактического планирования (решающего, какой следующий шаг или подсказку дать). Основные функции ITS – индивидуализация обучения и адаптивная поддержка: такие системы подстраивают уровень сложности и маршрут обучения под студента, предоставляют подсказки и разъяснения, диагностируют пробелы в знаниях и дают мгновенную обратную связь [19]. Многие ITS способны автоматически оценивать ответы учащихся и обновлять модель знаний ученика, чтобы персонализировать дальнейшее обучение. Примеры: классические системы типа Cognitive Tutor для математики, которые непрерывно анализируют ответы и в процессе подачи подсказок улучшают успеваемость; современные диалоговые ITS, например мультимодальная система для обучения языку, где ИИ-инструктор задает вопросы по изображениям и дает наводящие подсказки. Систематические обзоры подтверждают эффективность ITS в повышении успеваемости и мотивации учащихся за счет персонализированных траекторий обучения и адаптивного ответа. Отмечается, что архитектурные особенности ITS (наличие диагностической модели ученика и механизма адаптации контента) позволяют достичь более точечной индивидуализации по сравнению с традиционными подходами, что делает ITS важным инструментом в арсенале технологий персонализированного обучения.

Д. Многоагентные образовательные системы. Подразумевают использование нескольких взаимосвязанных интеллектуальных агентов в единой обучающей среде. В такой архитектуре различные агенты могут выполнять специализированные роли (например, один агент – персональный тьютор, другой – виртуальный студент или напарник по обучению, третий – монитор прогресса). Основная идея – распределение функций обучения между агентами для охвата различных аспектов образовательного процесса и повышения масштабируемости системы. Функции: многоагентный подход поддерживает распределенное обучение – агенты могут взаимодействовать друг с другом и с учащимся, совместно решая задачи наставничества, оценки знаний и обеспечения обратной связи. Например, один агент может генерировать задания, второй – оценивать решения, третий – объяснять ошибки, тем самым система охватывает сразу несколько функций одновременно. Это способствует также инклюзии и гибкости: разные агенты могут быть настроены под разные стили и потребности учащихся, обеспечивая более широкое покрытие образовательных запросов. Особенности архитектуры: агенты обмениваются данными и координируют свои действия (нередко на основе multi-agent framework с протоколами коммуникации). Каждый агент относительно автономен в принятии решений и адаптивен, что повышает устойчивость всей системы к нагрузкам [16]. Преимуществами многоагентных систем являются адаптивность, автономность, распределение задач и улучшенная коммуникация внутри системы. Примеры: платформы, где виртуальный класс моделируется набором агентов (один изображает учителя, другие – учеников) для тренировки педагогических навыков; рекомендательные системы обучения, в которых один

агент подбирает учебные материалы, а другой следит за вовлеченностью студента. В реальности многоагентные образовательные системы пока менее распространены, однако исследования показывают высокий потенциал такого подхода для масштабируемого и устойчивого обучения [19].

Е. Социальные агенты. Это специальные программные агенты, нацеленные на поддержание социального аспекта обучения – формирование чувства общности, сотрудничества и социального взаимодействия среди учащихся. В отличие от педагогических агентов, ориентированных главным образом на академическое наставничество, социальные агенты фокусируются на коммуникации и связи между участниками образовательного процесса. Функции: создание и поддержание учебного сообщества, фасилитация взаимодействий между студентами, помощь в групповом обучении. Такие агенты могут приветствовать новых участников, знакомить студентов друг с другом по общим интересам, модерировать дискуссионные форумы, напоминать о групповых активностях, тем самым снижая ощущение изоляции в онлайн-курсе [15]. Архитектурные особенности: социальные агенты обычно интегрируются в платформы дистанционного обучения (форумы, чаты) и используют анализ данных профилей/поведения студентов, чтобы находить точки соприкосновения или вовлекать отстающих участников. Часто применяются алгоритмы социальных сетей или рекомендаций: агент может рекомендовать студентам объединиться в группу по схожим интересам или предлагать темы для обсуждения. Примеры: виртуальный ассистент Jill Watson SA – социальный агент, внедренный в онлайн-курс, который автоматически связывает учащихся с похожим расписанием и увлечениями, способствуя возникновению учебных сообществ. В экспериментах Jill Watson SA помогала студентам чувствовать себя частью группы, что положительно влияло на их участие и успеваемость [20]. В целом, социальные агенты решают проблему недостатка живого общения в онлайн-образовании и способствуют развитию soft skills у обучающихся через стимулирование сотрудничества и обмена знаниями.

Ф. Гибридный подход (человек + ИИ). Данная концепция предполагает совместную работу живых преподавателей и интеллектуальных агентов, объединяя сильные стороны каждого для достижения оптимального образовательного результата. Идеология гибридного подхода исходит из того, что ИИ не заменяет учителя, а дополняет его: рутинные и масштабируемые задачи передаются агентам, тогда как человек концентрируется на сложных педагогических аспектах [6,7]. Функции: в рамках гибридной модели агенты могут выполнять роль ассистентов преподавателя – автоматизировать проверку тестов, отвечать на часто задаваемые вопросы, генерировать черновики заданий, тогда как человек-учитель контролирует процесс, обеспечивая методическую корректность и эмоциональный интеллект [14]. Такой распределение ролей повышает эффективность: например, чат-бот может мгновенно предоставить справку студенту по содержанию лекции, пока преподаватель занимается персональной работой со студентами, требующими особого внимания. Архитектурные особенности: гибридные системы часто предусматривают интерфейсы для преподавателей, позволяющие настраивать поведение ИИ (т.е.

полуавтоматические системы). В некоторых случаях реализуется контур одобрения: агент генерирует, скажем, набор тестовых вопросов или ответов, а преподаватель утверждает или редактирует их (встроенные как в системе CodeHelp, ограничивающие выводы ИИ рамками учебной программы [15]). Примеры: интеграция чат-ботов в курсы вуза, где преподаватель использует их для подготовки материалов и первичной обратной связи студентам, либо системы, в которых ИИ выступает со-тьютором на форуме, отвечая на простые вопросы, в то время как человек-тьютор фокусируется на сложных запросах. Исследования отмечают, что такой подход снижает выгорание преподавателей и улучшает качество обучения: например, благодаря ИИ-ассистентам преподаватели тратят меньше времени на административные рутинные задачи и могут уделить больше внимания разработке творческих заданий и индивидуальной работе со студентами [14]. Таким образом, гибридный подход подчеркивает комплементарность человека и ИИ: сочетание педагогического мастерства учителя с вычислительной мощностью и масштабируемостью агента обеспечивает более сбалансированный и ответственный процесс обучения [11].

Использование интеллектуальных агентов в образовании связано с рядом этических и методологических проблем, особенно касающихся прозрачности и объяснимости решений, принимаемых такими системами. Современные агенты часто реализованы на базе сложных нейросетевых архитектур, которые функционируют по принципу «черного ящика». Это приводит к тому, что пользователи как учащиеся, так и преподаватели сталкиваются с непониманием логики работы системы, что может негативно отразиться на доверии к интеллектуальным агентам и их эффективности [21]. Внедрение объяснительного ИИ (ХАИ) в образовательные агенты становится необходимым шагом для обеспечения прозрачности и этической корректности их использования. Методы локальных объяснений, которые позволяют наглядно представить причины принятия тех или иных решений моделью, становятся особенно важными в контексте работы с большими языковыми моделями, широко используемыми в современных диалоговых и педагогических агентах [22]. Таким образом, объяснительный ИИ является ключевым условием эффективной и этичной интеграции интеллектуальных агентов в образовательные процессы, помогая учащимся и преподавателям лучше понимать и контролировать работу ИИ-систем.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ современных публикаций показал, что интеллектуальные агенты в образовании представляют собой эффективный инструмент для персонализации учебного процесса, диагностики образовательных потребностей и повышения мотивации учащихся. Особенно перспективным представляется применение генеративных моделей, способных обеспечить масштабируемую и гибкую поддержку образовательного процесса.

Однако дальнейшее развитие данной области требует междисциплинарного подхода, в частности, объединения усилий специалистов в области педагогики, психологии и искусственного интеллекта. Перспективными направлениями исследований являются долгосрочные

эмпирические оценки эффективности агентов, разработка прозрачных и этических подходов к их использованию, а также интеграция интеллектуальных агентов в масштабные образовательные платформы.

Таким образом, интеллектуальные агенты открывают широкие возможности для улучшения образовательной среды, при условии, что их применение будет продуманным, ответственным и методологически обоснованным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Al-Zahrani A. M., Alasmari T. M. Exploring the impact of artificial intelligence on higher education: The dynamics of ethical, social, and educational implications // *Humanities and Social Sciences Communications*. 2024. Vol. 11. No. 1. P. 1–12. DOI: 10.1057/s41599-024-03432-4.
- [2] Marín Y. R., Caro O. C., Rituay A. M. C. et al. Ethical Challenges Associated with the Use of Artificial Intelligence in University Education // *Journal of Academic Ethics*. 2025. P. 1–25. DOI: 10.1007/s10805-025-09660-w.
- [3] Khreisat M. N., Khilani D., Rusho M. A. et al. Ethical implications of AI integration in educational decision making: Systematic review // *Educational Administration: Theory and Practice*. 2024. Vol. 30. No. 5. P. 8521–8527. DOI: 10.53555/kuey.v30i5.4406.
- [4] Mittal U., Sai S., Chamola V. A comprehensive review on generative AI for education // *IEEE Access*. 2024. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3468368.
- [5] Page M. J., McKenzie J. E., Bossuyt P. M. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews // *bmj*. 2021. Vol. 372. DOI: 10.1136/bmj.n71.
- [6] Kasneci E., Seßler K., Küchemann S. et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education // *Learning and individual differences*. 2023. Vol. 103. P. 102274. DOI: 10.1016/j.lindif.2023.102274.
- [7] Jeon J., Lee S. Large language models in education: A focus on the complementary relationship between human teachers and ChatGPT // *Education and Information Technologies*. 2023. Vol. 28. No. 12. P. 15873–15892. DOI: 10.1007/s10639-023-11834-1.
- [8] Papoutsis F., Rangoussi M. Pedagogical Agents in E-learning: a review of recent (2009-2019) research results // *Proceedings of the 24th pan-hellenic conference on informatics*. 2020. P. 316–321. DOI: 10.1145/3437120.3437332.
- [9] Apoki U. C., Hussein A. M. A., Al-Chalab H. K. M. et al. The role of pedagogical agents in personalised adaptive learning: A review // *Sustainability*. 2022. Vol. 14. No. 11. P. 6442. DOI: 10.3390/su14116442.
- [10] Zhang S., Jaldi C. D., Schroeder N. L. et al. Pedagogical agent design for K-12 education: A systematic review // *Computers & Education*. 2024. Vol. 223. P. 105165. DOI: 10.1016/j.compedu.2024.105165.
- [11] Yusuf H., Money A., Daylamani-Zad D. Pedagogical AI conversational agents in higher education: a conceptual framework and survey of the state of the art // *Educational technology research and development*. 2025. Vol. 73. No. 2. P. 815–874. DOI: 10.1007/s11423-025-10447-4.
- [12] Swacha J., Gracel M. Retrieval-Augmented Generation (RAG) Chatbots for Education: A Survey of Applications // *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15. No. 8. P. 4234. DOI: 10.3390/app15084234.
- [13] Laun M., Wolff F. Chatbots in education: hype or help? A meta-analysis // *Learning and Individual Differences*. 2025. Vol. 119. P. 102646. DOI: 10.1016/j.lindif.2025.102646.
- [14] Davar N. F., Dewan M. A. A., Zhang X. AI chatbots in education: challenges and opportunities // *Information*. 2025. Vol. 16. No. 3. P. 235. DOI: 10.3390/info16030235.
- [15] Liffiton M., Sheese B. E., Savelka J. et al. Codehelp: Using large language models with guardrails for scalable support in programming classes // *Proceedings of the 23rd Koli Calling International Conference on Computing Education Research*. 2023. P. 1–11. DOI: 10.1145/3631802.3631830.
- [16] Liu Z., Yin, S. X., Lee C. et al. Scaffolding language learning via multi-modal tutoring systems with pedagogical instructions // *2024 IEEE conference on artificial intelligence (CAI)*. IEEE, 2024. P. 1258–1265. DOI: 10.1109/CAI59869.2024.00223.
- [17] Wang Q., Jing S., Camacho I. et al. Jill Watson SA: Design and evaluation of a virtual agent to build communities among online

- learners //Extended abstracts of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems. 2020. P. 1-8. DOI: 10.1145/3334480.3382878.
- [18] Okonkwo C. W., Ade-Ibijola A. Chatbots applications in education: A systematic review //Computers and Education: Artificial Intelligence. 2021. Vol. 2. P. 100033. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100033.
- [19] Córdova-Esparza D. M. Ai-powered educational agents: Opportunities, innovations, and ethical challenges //Information. 2025. Vol. 16. No. 6. P. 469. DOI: 10.3390/info16060469.
- [20] Wang Q. et al. Jill Watson SA: Design and evaluation of a virtual agent to build communities among online learners //Extended abstracts of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems. 2020. P. 1-8. DOI: 10.1145/3334480.3382878.
- [21] Averkin A., Volkov E. Explainable AI 2.0: Conceptual Shifts and New Requirements //2025 XXVIII International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM). IEEE, 2025. P. 171-173. DOI: 10.1109/SCM66446.2025.11060242.
- [22] Volkov E. N., Averkin A. N. Local Explanations for Large Language Models: a Brief Review of Methods //2024 XXVII International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM). IEEE, 2024. P. 189-192. DOI: 10.1109/SCM62608.2024.10554222.