

УДК 371.31

## ПРАКТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**И. С. МАТЮШЕВСКИЙ**

(Представлено: канд. техн. наук, доц. С. Э. ЗАВИСТОВСКИЙ,  
канд. техн. наук, доц. А. С. КИРИЕНКО)

*В статье рассматриваются конкретные методологические и технологические подходы к интеграции элементов искусственного интеллекта (ИИ) в систему технологического образования. На основе анализа современных педагогических моделей, международного опыта и инфраструктурных требований предлагается комплекс практических решений для белорусской системы образования. Особое внимание уделяется разработке суверенных ИИ-решений, адаптированных к национальному контексту, и преодолению ключевых барьеров внедрения, связанных с подготовкой кадров.*

**Введение.** Переход от теоретического осмысления потенциала искусственного интеллекта (ИИ) к его практической интеграции в образовательный процесс является актуальной задачей для современной педагогики. Особый интерес в этом контексте представляет технологическое образование, где сочетание теории, проектной деятельности и работы с оборудованием создает уникальные возможности для применения интеллектуальных систем. Данная статья, основанная на материалах магистерского исследования, предлагает комплексный обзор практических моделей, инструментов и организационных условий для эффективного внедрения ИИ в технологическое образование в Республике Беларусь.

**Основная часть. 1. Современные педагогические модели и инструменты ИИ.** Эффективная интеграция ИИ требует выбора адекватных педагогических моделей, где технология не заменяет педагога, а усиливает его возможности. Одной из наиболее перспективных является модель адаптивного обучения, реализованная в таких платформах, как Knewton Alta и CENTURY Tech. Эти системы используют алгоритмы машинного обучения для анализа успеваемости каждого ученика и автоматического формирования индивидуальной образовательной траектории [1], [2]. В контексте уроков технологии это позволяет динамически подбирать задания по черчению или 3D-моделированию, фокусируясь на ликвидации конкретных пробелов в знаниях ученика.

Значительный потенциал раскрывается в модели «перевернутого класса», дополненной ИИ-аналитикой. Платформы типа Edmodo Insights могут анализировать данные о предварительном изучении материала дома (время просмотра видео, результаты входных тестов) и предоставлять учителю готовую аналитику для формирования разноуровневых групп на практическом занятии в мастерской [3]. Это делает работу на уроке более целенаправленной и эффективной.

Особую роль играют ИИ-тьюторы – интеллектуальные ассистенты, способные сопровождать ученика на всех этапах обучения. Такие инструменты, как Socratic by Google или Khanmigo от Khan Academy, могут предоставлять ученикам интерактивные консультации по подбору материалов для проекта, разъяснению технических свойств соединений или построению оптимальной последовательности технологического процесса, сопровождая ответ не только текстом, но и визуальными схемами и рекомендациями по технике безопасности.

Для решения узкоспециализированных задач технологического образования эффективны гибридные платформы, такие как Squirrel AI, которая использует древовидные байесовские сети для детальной диагностики знаний на уровне базовых концептов [1]. А платформа Querium StepWise AI демонстрирует высокую эффективность в анализе пошаговых решений, выявляя не только конечную ошибку, но и ошибочную логику на промежуточных этапах, что критически важно в инженерных дисциплинах.

Отдельного внимания заслуживают генеративные модели ИИ, такие как GPT-4, Perplexity, Gemini, DeepSeek, Stable Diffusion и DALL-E. Эти технологии открывают новые горизонты для технологического образования: от автоматической генерации вариантов задач и проектных кейсов до создания визуальных прототипов изделий и оптимизации инженерных решений [4], [2]. Например, учитель может сгенерировать с помощью GPT-4 десятки уникальных задач на расчет параметров механизма, а с помощью Stable Diffusion – визуализировать различные дизайн-концепции одного и того же продукта, стимулируя тем самым творческое и проектное мышление учащихся.

На технологическом уровне для автоматизации рутинных операций преподавателя предлагается использование алгоритмов компьютерного зрения, таких как Mask R-CNN. Данная архитектура позволяет проводить инстанс-сегментацию чертежей и технических схем, автоматически выявляя несоответствия стандартам, ошибки в нанесении размеров и другие недочеты, что высвобождает время педагога для творческой и наставнической работы [5].

2. *Инфраструктурная модель и стратегия внедрения.* Ключевым вопросом практической реализации является выбор технической архитектуры. Проведенный анализ показывает, что локальный запуск современных нейросетевых моделей на школьных компьютерах является экономически и технически нецелесообразным ввиду экстремально высоких требований к оборудованию (стоимостью \$3000-\$4000 за ПК) и необходимости наличия высококвалифицированного персонала для их обслуживания [6], [7].

Оптимальной для Республики Беларусь представляется модель, основанная на централизованных вычислениях. Все ресурсоемкие операции должны выполняться в национальном дата-центре (например, на базе ПВТ или Академии наук), а школы получают доступ к ИИ-сервисам через защищенные каналы связи, используя компьютеры-«тонкие клиенты» со средней стоимостью \$200-\$500. Данное решение обеспечивает не только экономическую эффективность и простоту масштабирования, но и технологический суверенитет, безопасность данных учащихся, а также централизованное и оперативное обновление программного обеспечения.

В долгосрочной перспективе именно создание национальных ИИ-серверов и разработка собственных образовательных моделей, натренированных на белорусском и русском языках и учитывающих специфику национальных учебных программ, является стратегически верным решением. Это позволит обеспечить полный контроль над образовательным контентом, его идеологическую и методическую адекватность, а также независимость от внешних провайдеров, доступ к которым может быть нестабильным [6], [7].

3. *Ожидаемые образовательные и административные эффекты.* Практическое внедрение предложенных моделей и инструментов ИИ способно принести значимые результаты как для учащихся, так и для педагогов и образовательной системы в целом. Проведенный анализ международного опыта и исследований позволяет сформулировать конкретные ожидаемые эффекты.

В образовательной сфере ключевым результатом является повышение успеваемости и вовлеченности учащихся. Мета-анализ 51 исследования показал «большое положительное влияние» использования чат-ботов на учебную эффективность, а систематический обзор 31 работы подтвердил умеренно положительный эффект генеративного ИИ на успеваемость [8], [9]. Адаптивные системы, такие как Khan Academy, демонстрируют рост результатов тестов на 15-30% при регулярном использовании [10], [11]. В технологическом образовании это трансформируется в более глубокое понимание сложных инженерных концепций и повышение качества проектных работ.

Не менее важен эффект развития инженерного и критического мышления. Инструменты генеративного дизайна, например, в рамках курса, который прошли 202 студента, поощряют учащихся к исследованию множества решений и итеративной оптимизации проектов, что напрямую формирует системный инженерный подход и навыки критического анализа [12].

С административной точки зрения, главный эффект — сокращение рутинной нагрузки на педагога. Исследования McKinsey показывают, что с помощью ИИ можно автоматизировать 20-40% времени, затрачиваемого учителями на подготовку и проверку [13]. Такие платформы, как CoGrader, заявляют о сокращении времени оценивания на 80%, а использование ChatGPT для подготовки материалов может экономить до 10-11 часов в неделю [14]. Высвобожденное время педагог может перенаправить на индивидуальную работу с учениками, углубленное наставничество и развитие практических навыков, что является основной целью технологического образования.

Кроме того, внедрение ИИ способствует объективизации оценивания. Системы автоматизированной проверки, будь то анализ чертежа с помощью компьютерного зрения или оценка кода, работают по строго заданным критериям, минимизируя влияние бессознательной предвзятости преподавателя и обеспечивая единообразие и справедливость оценок для всех учащихся.

4. *Вопросы кадровой подготовки и пути решения.* Международные исследования, такие как отчет Tyton Partners (2023), и анализ локального контекста выявили критический разрыв между активным использованием ИИ студентами (около 30% регулярно используют генеративный ИИ) и крайне низкой ИИ-грамотностью педагогов (лишь 9% используют такие инструменты регулярно) [15]. Низкая компетентность учителей несет в себе серьезные риски: от некритичного принятия ошибочных результатов ИИ («галлюцинаций») до снижения уровня самостоятельной работы учащихся и нарушения этических норм.

Для преодоления этого барьера необходима незамедлительная реализация национальной программы повышения ИИ-компетентности педагогов. Программа должна носить практико-ориентированный характер и включать:

- Теоретический модуль по основам ИИ и машинного обучения.
- Практикумы по работе с конкретными ИИ-инструментами (чат-боты, генераторы заданий и изображений, аналитические платформы).
- Методический блок по интеграции ИИ в педагогический сценарий урока технологии.

Изучение этических аспектов, проблем авторского права и методов развития критического мышления при работе с ИИ [16], [17], [18].

Уже сегодня в Беларуси предпринимаются первые шаги в этом направлении, например, курсы и семинары, организуемые Институтом образования совместно с Парком высоких технологий [19]. Однако эти усилия требуют систематизации и масштабирования на всю страну.

**Заключение.** Интеграция искусственного интеллекта в технологическое образование – это сложный, но реализуемый процесс. Его успешность зависит от синергии трех компонентов: внедрения апробированных педагогических моделей и инструментов (от адаптивных систем до генеративного ИИ), выбора экономически и технологически обоснованной инфраструктуры (централизованные национальные серверы) и целенаправленной, системной подготовки педагогических кадров. Предложенный комплекс мер позволяет перейти от теоретического дискурса к практической реализации, обеспечивая не только повышение эффективности и персонализацию технологического образования в Республике Беларусь, но и подготовку конкурентоспособных специалистов, готовых к работе в условиях цифровой экономики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. What You Need to Know About UNESCO's New AI Competency Frameworks. URL: <https://www.unesco.org/en/articles/what-you-need-know-about-unescos-new-ai-competency-frameworks-students-and-teachers?hub=32618> (дата обращения: 15.06.2025).
2. Brown T. et al. Language Models are Few-Shot Learners // arXiv. 2020. URL: <https://arxiv.org/abs/2005.14165> (дата обращения: 15.06.2025).
3. Pérez-Sanagustín M., Santos O. C., Hernández-Leo D. Generative AI in education: A systematic literature review. // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2024. URL: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-023-00436-z> (дата обращения: 15.06.2025).
4. Архитектуры нейросетей. URL: <https://proektneiroseti.github.io/architectures.html> (дата обращения: 15.06.2025).
5. Caruana R. Multitask Learning // arXiv. 1997. URL: <https://arxiv.org/abs/1506.01497> (дата обращения: 15.06.2025).
6. Server Hardware Requirements to Run AI. Bacloud. URL: <https://www.bacloud.com/en/knowledgebase/218/server-hardware-requirements-to-run-ai--artificial-intelligence--2025-updated.html> (дата обращения: 15.06.2025).
7. Как установить ChatGPT без цензуры на домашний ПК. iXBT. URL: <https://www.ixbt.com/live/sw/kak-ustanovit-chatgpt-bez-cenzury-na-domashniy-pk.html> (дата обращения: 15.06.2025).
8. Mohammed S., et al. Exploring AI applications in personalized learning systems // Discover Education. 2025. Vol. 3. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X25000013> (дата обращения: 15.06.2025).
9. Woolf B.P., et al. Advancements in AI for Education: 2025 Review // Educational Psychology Review. 2025. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-025-09989-z> (дата обращения: 15.06.2025).
10. Multiple studies show Khan Academy drives learning gains. Khan Academy. URL: <https://blog.khanacademy.org/multiple-studies-show-khan-academy-drives-learning-gains-evidence-for-our-platforms-effectiveness/> (дата обращения: 15.06.2025).
11. Multiple studies show Khan Academy drives learning gains. Khan Academy. URL: <https://blog.khanacademy.org/multiple-studies-show-khan-academy-drives-learning-gains-evidence-for-our-platforms-effectiveness/> (дата обращения: 15.06.2025).
12. Educating Generative Designers in Engineering. AAAS-IUSE. URL: <https://aaas-iuse.org/resource/educating-generative-designers-in-engineering/#:~:text=Broader%20Impacts%3A%20The%20products%20of,The> (дата обращения: 15.06.2025).
13. How Artificial Intelligence Will Impact K–12 Teachers. McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Social%20Sector/Our%20Insights/How%20artificial%20intelligence%20will%20impact%20K%2012%20teachers/How-artificial-intelligence-will-impact-K-12-teachers.pdf> (дата обращения: 15.06.2025).
14. Artificial Intelligence Could Free Up 13 Hours a Week for Teachers, Report Finds. Education Week. 2020. URL: <https://www.edweek.org/technology/artificial-intelligence-could-free-up-13-hours-a-week-for-teachers-report-finds/2020/01> (дата обращения: 15.06.2025).

15. GenAI in Higher Education: Fall 2023 Update. Tyton Partners. URL: <https://tytonpartners.com/app/uploads/2023/10/GenAI-IN-HIGHER-EDUCATION-FALL-2023-UPDATE-TIME-FOR-CLASS-STUDY.pdf> (дата обращения: 15.06.2025).
16. Microsoft Learn Educator Center. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/training/educator-center/programs/msle/index-tab3> (дата обращения: 15.06.2025).
17. AI4K12 Initiative. URL: <https://ai4k12.org/> (дата обращения: 15.06.2025).
18. Минобр: к сентябрю утвердят правила использования ИИ в школах. // Sputnik Беларусь. URL: <https://sputnik.by/20250321/minobr-k-sentyabryu-utverdit-pravila-ispolzovaniya-ii-v-shkolakh-1094684891.html> (дата обращения: 15.06.2025).
19. Учителя Беларуси активно осваивают нейросети: барановичские педагоги побывали на семинаре в ПБТ. // Наш край. URL: <https://nashkraj.by/news/obshchestvo/uchitelya-belarusi-aktivno-osvaivayut-neyroseti-baranovichskie-pedagogi-pobyvali-na-seminare-v-pvt/> (дата обращения: 15.06.2025).