

УДК 004.4:336.7

DOI 10.52575/2687-0932-2025-52-4-887-896

EDN SBZJQE

ИИ-ассистент для моделирования арбитражных стратегий в финансах: архитектура, математическая модель и дидактический потенциал

Леонов М.В., Брычкина М.С.

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова,
Россия, 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 7
leonov@istu.ru

Аннотация. Целью исследования является преодоление разрыва между теоретической подготовкой и практическими требованиями к современным финансистам путем проектирования архитектуры специализированного ИИ-ассистента для моделирования арбитражных стратегий. В качестве методологической основы предлагается модульная архитектура системы, интегрирующая сбор рыночных данных, аналитическое ядро, симулятор торгов и диалоговый интерфейс. Ключевым элементом является математическая модель генерации адаптивных учебных сценариев на основе парадигмы обучения с подкреплением, где ИИ-ассистент выступает в роли мета-агента, динамически настраивающего сложность среды под уровень студента. Наиболее важные результаты включают формализованную архитектуру системы, дидактическую модель, обеспечивающую глубокое погружение в предметную область, и критерии оценки педагогической эффективности. Значение работы заключается в создании научно-технического основания для персонализированного практико-ориентированного обучения, способного кардинально повысить качество подготовки кадров для цифровой экономики.

Ключевые слова: ИИ-ассистент, модульная архитектура, арбитражная стратегия, финансовое моделирование, адаптивная обучающая система

Для цитирования: Леонов М.В., Брычкина М.С. 2025. ИИ-ассистент для моделирования арбитражных стратегий в финансах: архитектура, математическая модель и дидактический потенциал. *Экономика. Информатика*, 52(4): 887–896. DOI 10.52575/2687-0932-2025-52-4-887-896; EDN SBZJQE

AI Assistant for Simulating Arbitrage Strategies in Finance: Architecture, Mathematical Model, and Didactic Potential

Mikhail V. Leonov, Marya S. Brychkina

M.T. Kalashnikov Izhevsk State Technical University
7 Studencheskaya St., Izhevsk 420069, Udmurt Republic, Russia
leonov@istu.ru

Abstract. This research addresses the critical gap between theoretical knowledge and practical skills in modern financial education by designing a specialized AI assistant for simulating arbitrage strategies. The study aims to develop a comprehensive solution that moves beyond traditional static teaching methods. The proposed methodology is based on a modular system architecture that integrates real-time data collection, an analytical core for identifying opportunities, a trading simulator, and an AI-powered dialog interface for feedback. A key innovation is the application of a reinforcement learning model, where the AI assistant acts as a meta-agent, dynamically adapting the complexity of the market simulation to the student's proficiency level. The main results include the formalized architecture of the system and a set of criteria for evaluating its pedagogical effectiveness. The study concludes that the implemented AI assistant creates an

© Леонов М.В., Брычкина М.С., 2025

intelligent learning environment capable of providing personalized, hands-on training, thereby significantly enhancing the quality of future financiers' preparation for the digital economy.

Keywords: AI Assistant, modular architecture, arbitrage strategy, financial modeling, adaptive learning system

For citation: Leonov M.V., Brychkina M.S. 2025. AI Assistant for Simulating Arbitrage Strategies in Finance: Architecture, Mathematical Model, and Didactic Potential. *Economics. Information technologies*, 52(4): 887–896 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2025-52-4-887-896; EDN SBZJQE

Введение

Современное высшее финансовое образование сталкивается с комплексом взаимосвязанных вызовов, обусловленных как глобальными трендами цифровизации экономики, так и внутренней спецификой развития финансового сектора. Ключевыми проблемами являются необходимость оперативной адаптации учебных программ к стремительно меняющимся условиям цифровой экономики, международным санкционным реалиям и глубинной трансформации финансовых рынков [Абраменко, 2024; Синь, 2024]. Традиционная лекционно-семинарская модель, сохраняющая доминирующие позиции во многих российских вузах, демонстрирует растущее отставание от динамики предметной области и зачастую не способна обеспечить формирование у студентов практических компетенций и прикладных навыков, реально востребованных работодателями [Воробьева, 2024, Singun, 2025]. Возникает устойчивый институциональный разрыв между теоретической подготовкой и практическими задачами, такими как построение финансовых моделей в условиях макроэкономической нестабильности, анализ неструктурированных данных или принятие инвестиционных решений при ограниченном доступе к глобальным информационным ресурсам и аналитическим платформам.

Особую актуальность данной теме придает тот факт, что современное поколение студентов еще со школьной скамьи активно и в большинстве случаев бессистемно использует публичные ИИ-инструменты для подготовки домашних заданий, решения задач и выполнения творческих работ [Галагузова, Перекальский, 2024]. Это стихийное нерегламентированное применение формирует у них навыки поверхностного взаимодействия с искусственным интеллектом и создает серьезные риски академической недобросовестности, что ставит преподавателей перед стратегическим выбором: продолжать запретительную политику в отношении новых технологий или создать принципиально новую педагогическую модель их легитимного и эффективного использования в образовательном процессе [Heung, Chiu, 2025; Naque, Li, 2025].

В контексте данного исследования указанные системные вызовы наиболее остро проявляются при изучении специализированных разделов финансовых дисциплин, таких как, например, арбитраж на финансовых рынках. Арбитражные стратегии, требующие глубокого понимания микроструктуры рынка, алгоритмической торговли и анализа больших объемов данных в режиме, близком к реальному времени, практически не поддаются эффективному освоению в рамках традиционных форматов [Berlinger et al., 2025]. Существующие текстовые наборы учебных задач, как правило, не обладают необходимой гибкостью, реализмом и аналитической глубиной для адекватного моделирования быстротекущих арбитражных возможностей [Tzirides et al., 2024]. В результате студенты лишены возможности безопасно отрабатывать и закреплять соответствующие компетенции, что делает данный раздел учебной программы одним из наименее проработанных в практическом отношении.

Проблема исследования заключается в противоречии между объективной необходимостью формирования у будущих финансистов практических навыков анализа и исполнения арбитражных стратегий и отсутствием в образовательном процессе адаптивных, реалистичных и дидактически выверенных инструментов, которые бы не только моделировали рыночную среду, но и интеллектуально поддерживали процесс обучения.

Целью исследования является преодоление противоречия путем проектирования архитектуры ИИ-ассистента, предназначенного для моделирования арбитражных стратегий в преподавании финансовых дисциплин.

В настоящее время изучение арбитражных стратегий получает новый импульс благодаря развитию нового класса финансовых активов – криптовалют и криптоактивов [Marei, 2023]. Децентрализованная природа крипторынка, характеризующаяся фрагментарной ликвидностью, одновременным существованием множества торговых площадок (как централизованных, так и децентрализованных бирж) и высокой волатильностью, создает перманентно существующий широкий спектр арбитражных возможностей. В отличие от традиционных финансовых рынков, где классические пространственные арбитражные окна практически мгновенно закрываются высокочастотными алгоритмами, криптографический рынок в силу своей архитектурной незрелости и продолжающегося процесса институционализации демонстрирует более продолжительные ценовые диспропорции [Алешина, Булгаков, 2022]. Это позволяет рассматривать криптоактивы как уникальный полигон для отработки и исследования арбитражных стратегий различных типов – от простого пространственного арбитража между биржами до более сложных форм, таких как триангуляционный арбитраж на децентрализованных биржах с использованием смарт-контрактов, что открывает перед образовательным процессом новые методические перспективы.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- провести анализ предметной области и сформулировать функциональные требования к ИИ-ассистенту, ориентированному на образовательные задачи;
- разработать модульную архитектуру системы, интегрирующую блоки сбора данных, аналитики, симуляции торгов и диалоговой поддержки на основе ИИ;
- описать дидактический потенциал системы и ожидаемые педагогические результаты ее внедрения.

Формализация задачи моделирования арбитражной стратегии

Арбитраж представляет собой финансовую операцию, целью которой является получение безрисковой прибыли путем одновременной покупки и продажи одного и того же актива (или экономически эквивалентных активов) на разных рынках или в разных формах в условиях ценового дисбаланса [Huberman, Wang, 2017]. Существование арбитражных возможностей свидетельствует о невыполнении гипотезы об эффективности финансовых рынков, что может быть вызвано асимметрией информации, задержками в распространении данных или институциональными ограничениями [Проскураков, 2019].

В контексте разработки ИИ-ассистента арбитражная стратегия определяется как формализованный набор правил и алгоритмов для идентификации, оценки и реализации арбитражных возможностей. Ключевые компоненты арбитражной стратегии представлены в табл. 1.

Для описания принципа работы ИИ-ассистента рассмотрим модель классического пространственного арбитража для идентичного финансового актива, торгуемого на двух финансовых площадках А и В. Учебная задача в данной постановке заключается в обнаружении ценовой диспропорции и оценке экономической целесообразности ее использования.

Пусть в момент времени t цены актива на площадках А и В составляют P_t^A и P_t^B соответственно. Абсолютный ценовой спред $Spread_t$ вычисляется как:

$$Spread_t = |P_t^A - P_t^B|.$$

Чистая прибыль π_t от арбитражной операции определяется с учетом совокупных транзакционных издержек C (например, комиссии бирж, плата за вывод средств, сетевые комиссии):

$$\pi_t = Spread_t - C.$$

Таблица 1
Table 1

Ключевые компоненты арбитражной стратегии
Key Components of an Arbitrage Strategy

№	Компонент стратегии	Содержание и функциональное назначение
1	Критерии обнаружения неэффективности рынка	математические условия, при которых разница в ценах становится статистически значимой и экономически целесообразной для извлечения прибыли
2	Модель управления рисками	система ограничений и параметров, учитывающая транзакционные издержки, валютные риски, риск ликвидности, временной риск исполнения сделок
3	Механизм исполнения сделок	алгоритм одновременного открытия и закрытия позиций, учитывающий объем операций, временные интервалы и технологические ограничения
4	Система мониторинга и адаптации	процедуры постоянного отслеживания эффективности стратегии и её корректировки в условиях изменяющейся рыночной конъюнктуры

Источник: составлено авторами

Условие совершения арбитражной сделки формализуется неравенством:

$$\pi_t > \Theta,$$

где Θ – порог прибыльности, который может быть статическим или динамическим параметром, зависящим, например, от стоимости капитала r .

Таким образом, в рамках учебной симуляции от студента требуется не только идентифицировать ценовой спред *Spread*, но и провести комплексную оценку чистой прибыльности операции π_t , оперативно управляя параметрами издержек C и порога прибыльности Θ в условиях непрерывного потока рыночных данных.

Модель генерации учебных сценариев

Ключевой функциональной возможностью проектируемого ИИ-ассистента является генерация и адаптация учебных сценариев в режиме реального времени. Для реализации этой задачи предлагается использование модели, основанной на парадигме обучения с подкреплением [Memarian, Doleck, 2024; Riedmann et al., 2025], где взаимодействие студента с ИИ-ассистентом формализуется как марковский процесс принятия решений [Еремеев, Подогов, 2008]. В контексте обучения с подкреплением среда представляет собой имитационную модель финансового рынка, агентом является студент, осуществляющий торговые операции, а мета-агентом выступает ИИ-ассистент, управляющий сложностью и параметрами среды. Формальная модель описывается классическим кортежем, приведенным в табл. 2.

Адаптивная сложность сценария достигается за счет модификации параметров среды ИИ-ассистентом, который стремится максимизировать совокупное вознаграждение студента в долгосрочной перспективе. Политика ИИ-ассистента $\pi_t(s_t / a_t)$ определяет, какие рыночные условия s_t генерировать в ответ на текущий уровень компетенций студента.

Предложенная модель обладает значительным дидактическим потенциалом за счет возможности тонкой настройки функции вознаграждения. Преподаватель может динамически корректировать весовые коэффициенты α и β , смещая фокус обучения студента. Например, на начальном этапе доминирующий вес α позволяет акцентировать внимание на механике выявления и реализации арбитражных возможностей. По мере роста компетенций студента вес β , отвечающий за управление рисками, может быть увеличен, моделируя работу в условиях

повышенной волатильности или низкой ликвидности, что характерно для крипторынка. Такой подход позволяет реализовать принцип постепенного усложнения учебных задач в рамках индивидуальной образовательной траектории.

Таблица 2
Table 2

Формальная модель взаимодействия студента и ИИ-ассистента
Formal Model of the Student-AI Assistant Interaction

Компонент модели	Обозначение	Описание и составляющие элементы
Пространство состояний среды	$s_t \in S$	Совокупность данных, специфичных для криптовалютного рынка: временные ряды цен пар криптовалют, комиссии в сети блокчейнов, текущие открытые арбитражные позиции на различных площадках, рыночные показатели торговой активности.
Пространство действий студента	$a_t \in A$	Множество доступных студенту операций с учетом специфики криптоактивов: пространственный арбитраж, расчет и хеджирование риска, установка параметров проскальзывания, корректировка порога прибыльности.
Функция вознаграждения	$R(s_t, a_t)$	Скалярная функция, комплексно оценивающая эффективность действия студента в условиях крипторынка: $R(s_t, a_t) = \alpha * \pi_t(s_t, a_t) - \beta * Risk(s_t)$, где $\pi_t(s_t, a_t)$ – реализованная прибыль, $Risk(s_t)$ – метрика риска, включающая просадку и риск ликвидности, α, β – весовые коэффициенты, смещающие фокус обучения между доходностью и риск-менеджментом.

Источник: составлено авторами

**Модульная архитектура ИИ-ассистента
для моделирования арбитражных стратегий**

Для реализации образовательных задач в области арбитража на криптовалютном рынке была разработана модульная архитектура ИИ-ассистента. Архитектура спроектирована как система взаимосвязанных сервисов [Thaiya et al., 2023; Çelik, 2024], обеспечивающих полный цикл обучения: от сбора данных до интеллектуального анализа результатов студента. Общая схема архитектуры ИИ-ассистента представлена на рис. 1.

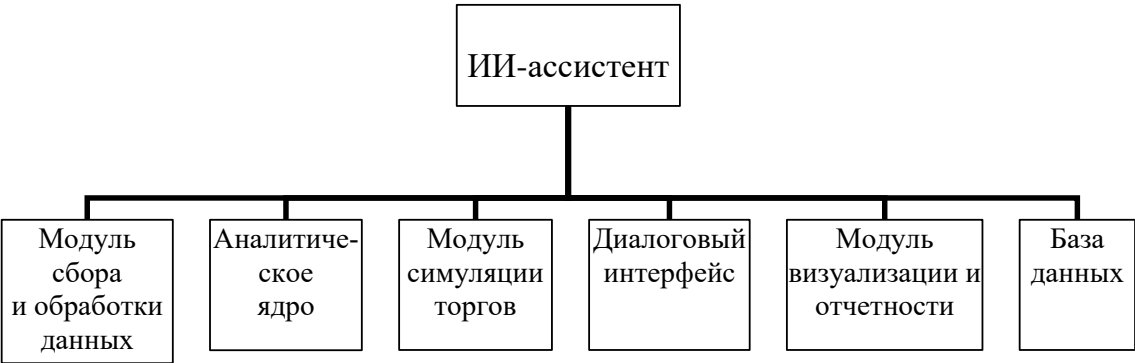


Рис. 1. Модульная архитектура ИИ-ассистента
Fig. 1. General Architecture of the AI Assistant

Модуль сбора и обработки данных отвечает за получение и первичную нормализацию рыночной информации из множества гетерогенных источников. Модуль выполняет очистку

данных от аномалий, синхронизацию временных меток, приведение к единому формату и обогащение данных базовыми индикаторами.

Аналитическое ядро является центральным модулем системы, реализующим интеллектуальные функции. Входящий в него блок обнаружения арбитражных возможностей на основе поступающих данных в реальном времени вычисляет потенциально прибыльные сценарии. Блок управления рисками оценивает потенциальные риски стратегий, введенных студентом. Блок адаптивной генерации сценариев, используя подходы машинного обучения, динамически корректирует сложность учебной среды: ИИ-ассистент получает состояние среды, характеризующее текущую успеваемость студента (историческая прибыльность, типичные ошибки), и выбирает действие, изменяя параметры рынка для максимизации учебного эффекта.

Модуль симуляции торгов представляет собой изолированную среду для исполнения виртуальных сделок. Модуль эмулирует порядок выставления и исполнения ордеров на подключенных биржах, ведет учет виртуального портфеля студента и рассчитывает прибыли и убытки.

Диалоговый интерфейс обеспечивает естественное взаимодействие, позволяя системе объяснять причины возникновения конкретной арбитражной возможности, анализировать ошибки студента, допущенные в ходе симуляции, давать теоретические справки.

Модуль визуализации и отчетности предоставляет студенту и преподавателю инструменты для анализа результатов. В данном модуле приводится визуализация графиков цен с отмеченными точками входа/выхода, отображение динамики изменения портфеля, формирование детальных отчетов по эффективности стратегии.

Данная архитектура позволяет создать замкнутый контур обучения, где каждый модуль вносит вклад в достижение основной цели – формирование у студента устойчивых практических навыков в области арбитражного трейдинга. Таким образом, архитектура представляет собой целостную систему, которая не только моделирует рыночную среду, но и активно способствует обучающему процессу за счет адаптивности и интеллектуальной обратной связи, что выводит практическую подготовку финансистов на качественно новый уровень.

Ожидаемые результаты и критерии оценки педагогической эффективности

Ожидаемая педагогическая эффективность системы определяется ее способностью преодолевать ключевые ограничения традиционных методов обучения за счет обеспечения глубокого погружения в предметную область, адаптивности и непрерывной интеллектуальной поддержки [Chigbu, 2023; Канатьев, 2024]. В отличие от решения статических учебных задач, работа с ИИ-ассистентом позволяет студенту действовать в динамичной, приближенной к реальности среде. Это способствует формированию не разрозненных знаний, а целостного навыка, включающего идентификацию арбитражной возможности, оценку ее риск-профиля, оперативное исполнение сделок и последующий анализ результатов. Студент учится работать с «шумными» данными, учитывать транзакционные издержки и управлять капиталом в условиях неопределенности, что напрямую соответствует требованиям современных финансовых работодателей.

Способность системы генерировать учебные сценарии сложности, адекватной текущему уровню подготовки студента, позволяет индивидуализировать образовательный процесс. Начинающий участник может отрабатывать базовые стратегии пространственного арбитража в упрощенных условиях, в то время как продвинутый студент – переходить к сложным формам с повышенным уровнем волатильности и риска ликвидности. Это предотвращает ситуации как чрезмерной когнитивной нагрузки, так и учебной стагнации.

Диалоговый интерфейс и система развернутой обратной связи стимулируют рефлексию. Студент не просто фиксирует прибыль или убыток, но и получает от ИИ-ассистента объяснение причинно-следственных связей: почему стратегия сработала или

оказалась убыточной, какие факторы риска не были учтены, как можно оптимизировать алгоритм. Это формирует способность к самоанализу и критической оценке собственных действий, что является ключевым метапредметным навыком.

Критерии оценки эффективности внедрения ИИ-ассистента предлагается разделить на две группы: критерии оценки учебных достижений студентов и критерии оценки функционирования самой системы (табл. 3). Комплексная оценка эффективности предлагаемого решения будет включать как объективные количественные данные о прогрессе студентов, так и качественный анализ функционирования системы и обратной связи от всех участников образовательного процесса.

Таблица 3
Table 3

Критерии оценки эффективности внедрения ИИ-ассистента в образовательный процесс
Criteria for Evaluating the Effectiveness of AI Assistant Introduction in the Educational Process

Учебные достижения студентов	Функционирование ИИ-ассистента
1. Динамика итогового вознаграждения в симуляциях	1. Адекватность адаптации
2. Коэффициент Шарпа и другие метрики риск-менеджмента	2. Качество и полезность обратной связи
3. Сложность успешно реализуемых стратегий	3. Стабильность и реалистичность симуляции
4. Данные рефлексии и самооценки	4. Удовлетворенность пользователей

Ожидаемые педагогические результаты внедрения ИИ-ассистента включают:

- глубокое понимание рыночной микроструктуры через возможность изучать реальные механизмы формирования цен и ликвидности на различных торговых площадках;
- формирование устойчивых навыков управления рисками, так как система в реальном времени рассчитывает и визуализирует их влияние;
- развитие алгоритмического мышления благодаря необходимости формализации стратегии в виде набора правил и параметров;
- снижение когнитивных искажений (например, чрезмерной уверенности) за счет возможности наблюдать статистику успехов и неудач в безопасной среде. Многократное повторение симуляций способствует формированию более объективной оценке собственных возможностей.

Таким образом, предлагаемый ИИ-ассистент представляет собой не просто симулятор, а комплексную интеллектуальную образовательную среду, способную кардинально повысить качество практической подготовки специалистов для работы на современных финансовых рынках.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило высокую актуальность и практическую значимость проектирования ИИ-ассистента для моделирования арбитражных стратегий при преподавании финансовых дисциплин. Разработанная модульная архитектура системы, интегрирующая сбор данных, аналитическое ядро, симулятор торгов и диалоговый интерфейс, позволяет преодолеть ключевой разрыв между теоретической подготовкой и практическими требованиями к современным финансистам. Научная новизна работы заключается в систематизации требований к подобным системам и междисциплинарном синтезе, что создает основу для персонализированного и глубоко практико-ориентированного обучения.

Внедрение предложенного ИИ-ассистента в образовательный процесс позволит повысить качество подготовки студентов финансовых дисциплин. Применение ИИ-ассистента не только сформирует устойчивые навыки анализа и исполнения арбитражных стратегий, но и будет способствовать развитию критически важных компетенций: алгоритмического мышления, управления рисками и системного понимания рыночной микроструктуры. Адаптивный характер обучения, обеспечиваемый замкнутым контуром взаимодействия с интеллектуальным ассистентом, может привести к более глубокому усвоению материала и снижению когнитивных искажений. В перспективе предполагается расширение предметной области на другие классы финансовых стратегий, углубление интеллектуальных функций за счет использования передовых методов ИИ, а также в проведении масштабного педагогического эксперимента для валидации эффективности ИИ-ассистента.

Список литературы

- Абраменко Н.Ю. 2024. Использование нейросети в системе обучения в высшей школе. *Современное педагогическое образование*, 10: 167–172.
- Алешина А.В., Булгаков А.Л. 2022. Децентрализованные финансы (DeFi): риски, перспективы и регулирование. *Финансовые рынки и банки*, 12: 23–28.
- Воробьева М.В. 2024. Применение нейросетей в образовательном процессе: примеры, возможности и риски. *Педагогическое образование и наука*, 3: 102–108. <https://doi.org/10.56163/2072-2524-2024-3-102-107>.
- Галагузова Ю.Н., Перекальский И.Н. 2024. Искусственный интеллект на уроках информатики: вызовы и реальность. *Педагогическое образование в России*, 4: 112–118.
- Еремеев А.П., Подогов И.Ю. 2008. Обобщенный метод иерархического подкрепленного обучения для интеллектуальных систем поддержки принятия решений. *Программные продукты и системы*, 2: 35–39.
- Канатьев П.В. 2024. Применение нейросетей в образовательном процессе среднего и высшего профессионального образования. *Проблемы современного педагогического образования*, 84(4): 67–69.
- Проскуряков И.М. 2019. Особенности отдельных видов арбитража и типология арбитражных стратегий. *Инновации и инвестиции*, 1: 116–121.
- Синь В. 2024. Искусственный интеллект как фактор модернизации высшего образования в современном Китае. *Труды БГТУ. Сер. 6, История, философия*: 1(281): 155–163. <https://doi.org/10.52065/2520-6885-2024-281-29>.
- Berlinger E., Domotor B., Megyeri K., Walter G. 2025. Financial literacy of finance students: a behavioral gender gap. *International Journal of Educational Management*, 39(8): 116–133. <https://doi.org/10.1108/IJEM-04-2024-0221>
- Celik T. 2024. AI-Driven Production in Modular Architecture: An Examination of Design Processes and Methods. *Computer and Decision Making: An International Journal*, 1: 320–339. <https://doi.org/10.59543/comdem.v1i.10825>
- Chigbu B. I., Ngwevu V., Jojo A. 2023. The effectiveness of innovative pedagogy in the industry 4.0: Educational ecosystem perspective. *Social Sciences & Humanities Open*, 7(1): 100419. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100419>
- Haque M.A., Li S. 2025. Exploring ChatGPT and its impact on society. *AI and Ethics*, 5(2): 791–803. <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00435-4>
- Heung Y.M.E., Chiu T.K.F. 2025. How ChatGPT impacts student engagement from a systematic review and meta-analysis study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8: 100361. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100361>
- Huberman G., Wang Z. 2017. Arbitrage pricing theory. *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan, London: 197–205. https://doi.org/10.1007/978-1-349-58802-2_53
- Marei Y., Almasarwah A., Bahloul M., Afifa M. 2023. Cryptocurrencies in accounting schools? *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 13(6): 1158–1173. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-12-2022-0284>
- Memarian B., Doleck T. 2024. A scoping review of reinforcement learning in education. *Computers and Education Open*, 6: 100175. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100175>

- Riedmann A., Schaper P., Lugrin B. 2025. Reinforcement learning in education: A systematic literature review. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1: 1–55. <https://doi.org/10.1007/s40593-025-00494-6>
- Singun A.J. 2025. Unveiling the barriers to digital transformation in higher education institutions: a systematic literature review. *Discover Education*, 4(1): 37. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00430-9>
- Thaiya M.S., Julia K., Mbugua S. 2022. On software modular architecture: concepts, metrics and trends. *International Journal of Computer and Organization Trends*, 12(1): 3–10.
- Tzirides A.O.O. 2024. Combining human and artificial intelligence for enhanced AI literacy in higher education. *Computers and Education Open*, 6: 100184. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100184>

References

- Abramenko N.Yu. 2024. Ispol'zovanie neiroseti v sisteme obucheniya v vysshei shkole [The Use of Neural Networks in the Higher Education System]. *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie*, 10: 167–172.
- Alyoshina A.V., Bulgakov A.L. 2022. Decentralizovannyye finansy (DeFi): riski, perspektivy i regulirovanie [Decentralized Finance (DeFi): Risks, Prospects and Regulation]. *Finansovye rynki i banki*, 12: 23–28.
- Vorobyeva M.V. 2024. Primenenie neirosetei v obrazovatel'nom protsesse: primery, vozmozhnosti i riski [The Use of Neural Networks in the Educational Process: Examples, Opportunities and Risks]. *Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka*, 3: 102–108. <https://doi.org/10.56163/2072-2524-2024-3-102-107>.
- Galaguzova Yu.N., Perekalsky I.N. 2024. Iskusstvennyi intellekt na urokakh informatiki: vyzovy i real'nost' [Artificial Intelligence in Computer Science Lessons: Challenges and Reality]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*, 4: 112–118.
- Yeremeyev A.P., Podogov I.Yu. 2008. Obobshchennyy metod ierarkhicheskogo podkreplennogo obucheniya dlya intellektual'nykh sistem podderzhki prinyatiya reshenii [A Generalized Method of Hierarchical Reinforcement Learning for Intelligent Decision Support Systems]. *Programmye produkty i sistemy*, 2: 35–39.
- Kanat'ev P.V. 2024. Primenenie neirosetei v obrazovatel'nom protsesse srednego i vysshego professional'nogo obrazovaniya [The Use of Neural Networks in the Educational Process of Secondary and Higher Professional Education]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*, 84(4): 67–69.
- Proskuryakov I.M. 2019. Osobennosti otdel'nykh vidov arbitrazha i tipologiya arbitrazhnykh strategii [Features of Certain Types of Arbitrage and Typology of Arbitrage Strategies]. *Innovatsii i investitsii*, 1: 116–121.
- Sin V. 2024. Iskusstvennyi intellekt kak faktor modernizatsii vysshego obrazovaniya v sovremennom Kitae [Artificial Intelligence as a Factor in the Modernization of Higher Education in Modern China]. *Trudy BSTU. Ser. 6, Istoriya, filosofiya*: 1(281): 155–163. <https://doi.org/10.52065/2520-6885-2024-281-29>.
- Berlinger E., Domotor B., Megyeri K., Walter G. 2025. Financial literacy of finance students: a behavioral gender gap. *International Journal of Educational Management*, 39(8): 116–133. <https://doi.org/10.1108/IJEM-04-2024-0221>
- Celik T. 2024. AI-Driven Production in Modular Architecture: An Examination of Design Processes and Methods. *Computer and Decision Making: An International Journal*, 1: 320–339. <https://doi.org/10.59543/comdem.v1i.10825>
- Chigbu B.I., Ngwevu V., Jojo A. 2023. The effectiveness of innovative pedagogy in the industry 4.0: Educational ecosystem perspective. *Social Sciences & Humanities Open*, 7(1): 100419. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100419>
- Haque M.A., Li S. 2025. Exploring ChatGPT and its impact on society. *AI and Ethics*, 5(2): 791–803. <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00435-4>
- Heung Y.M.E., Chiu T.K.F. 2025. How ChatGPT impacts student engagement from a systematic review and meta-analysis study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8: 100361. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100361>
- Huberman G., Wang Z. 2017. Arbitrage pricing theory. *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan, London: 197–205. https://doi.org/10.1007/978-1-349-58802-2_53
- Marei Y., Almasarwah A., Bahloul M., Afifa M. 2023. Cryptocurrencies in accounting schools? *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 13(6): 1158–1173. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-12-2022-0284>
- Memarian B., Doleck T. 2024. A scoping review of reinforcement learning in education. *Computers and Education Open*, 6: 100175. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100175>



- Riedmann A., Schaper P., Lugin B. 2025. Reinforcement learning in education: A systematic literature review. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1: 1–55. <https://doi.org/10.1007/s40593-025-00494-6>
- Singun A.J. 2025. Unveiling the barriers to digital transformation in higher education institutions: a systematic literature review. *Discover Education*, 4(1): 37. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00430-9>
- Thaiya M.S., Julia K., Mbugua S. 2022. On software modular architecture: concepts, metrics and trends. *International Journal of Computer and Organization Trends*, 12(1): 3–10.
- Tzirides A.O.O. 2024. Combining human and artificial intelligence for enhanced AI literacy in higher education. *Computers and Education Open*, 6: 100184. <https://doi.org/10.1016/j.cao.2024.100184>

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 14.10.2025

Поступила после рецензирования 25.11.2025

Принята к публикации 02.12.2025

Received October 14, 2025

Revised November 25, 2025

Accepted December 02, 2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Леонов Михаил Витальевич, доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Программное обеспечение», Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

Брычкина Мария Сергеевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение», Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mikhail V. Leonov, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Software, M.T. Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

Marya S. Brychkina, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Software, M.T. Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia