

Научная статья / Original research article

УДК 72; 37.013.75

DOI: <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2025-3-8-25>EDN: <https://elibrary.ru/cplnda>

2.1.12 Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (архитектура)



Интеграция искусственного интеллекта в архитектурное образование: философско-культурологические вызовы и педагогические стратегии

О. Ю. Костко, И. Г. Минулин, К. А. Туранская ✉

Тюменский индустриальный университет

Тюмень, ул. Володарского, 38, 625000, Российская Федерация

✉ turanskaya02@inbox.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме внедрения искусственного интеллекта в учебные планы и программы по специальности «Архитектура». Искусственный интеллект рассматривается в качестве неотъемлемого фактора современного творчества и анализируется как интегративная модель с точки зрения его положительных и отрицательных сторон для подготовки будущих специалистов. Поскольку профессия архитектора находится под сильным влиянием технологических достижений, в том числе искусственного интеллекта, архитектурное образование, во многом сохраняющее традиции классической школы, должно выработать новый системный подход к интеграции данных инноваций в образовательный процесс. В статье анализируются современные способы интеграции искусственного интеллекта в архитектурное образование российских вузов (МАРХИ, ННГАСУ, УрГАХУ, НГАСУ (Сибстрин)), приводится практический опыт работы студентов, выпускников и преподавателей кафедры дизайна архитектурной среды Тюменского индустриального университета. Исследование выявило, что при отсутствии методологической рамки интеграции искусственного интеллекта в архитектурное образование изучение данных технологий становится необходимым условием профессиональной подготовки современного специалиста. Предлагается концептуальная модель поэтапной интеграции, основанная на принципах культурной преемственности, прогрессивной сложности и критической рефлексии.

Ключевые слова: архитектурное образование, искусственный интеллект, педагогические стратегии, архитектурное бюро, дизайн

Для цитирования: Костко О. Ю., Минулин И. Г., Туранская К. А. Интеграция искусственного интеллекта в архитектурное образование: философско-культурологические вызовы и педагогические стратегии. *Архитектура, строительство, транспорт*. 2025;5(3):8–25. <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2025-3-8-25> EDN: CPLNDA

AI integrating into architectural education: philosophical and cultural challenges and pedagogical strategies

Oksana Yu. Kostko, Ilfat G. Minulin, Karolina A. Turanskaya ✉

Industrial University of Tyumen

Tyumen, 38 Volodarskogo St., 625000, Russian Federation

✉ turanskaya02@inbox.ru



Abstract. This article addresses the issue of integrating artificial intelligence into curricula and programs in the "Architecture" specialty. AI is considered as an essence of modern creative work and is analyzed as an integrative model in terms of its positive and negative aspects for training future specialists. Since the architectural profession is heavily influenced by technological advancements, including AI, architectural education, which largely preserves the traditions of the classical school, must develop a new systemic approach to integrating these innovations into the educational process. The study analyzes contemporary methods for integrating AI into the architectural education of Russian universities (Moscow Architectural Institute (State Academy), Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Ural State University of Architecture and Art, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)). It also presents practical experiences of students, graduates, and lecturers from the Department of Architectural Environment Design at the Industrial University of Tyumen. The research revealed that in the absence of a methodological framework for integrating AI into architectural education, studying these technologies is becoming a necessary condition for the professional training of modern specialists. The authors propose a conceptual model for phased integration, based on the principles of cultural continuity, progressive complexity, and critical reflection.

Keywords: architectural education, artificial intelligence (AI), pedagogical strategies, architectural firm, design

For citation: Kostko O. Yu., Minulin I. G., Turanskaya K. A. AI integrating into architectural education: philosophical and cultural challenges and pedagogical strategies. *Architecture, Construction, Transport*. 2025;5(3):8–25. (In Russ.) <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2025-3-8-25>



1. Введение / Introduction

Искусственный интеллект (ИИ) – это эффективный инструмент и необходимая составляющая современного творчества (живописи, дизайна, архитектуры). Цифровой метод проектирования – «электронное барокко» – еще в конце 1990-х вызывал массу философских и гуманитарных вопросов: что должно быть механизировано, а что – предстать для машины как некое табу?

Развитие ИИ в России получило стратегический импульс с принятием в 2019 г. Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года¹. В документе искусственный интеллект называют «одной из важнейших технологий, которая положительно влияет на рост экономики, повышает качество медицинской помощи, труда, жизни, а также образования». Эта стратегия, нацеленная на быстрое и повсеместное его внедрение, предопределяет, что высшее образование в целом и творческие специальности в частности уже столкнулись или столкнутся в ближайшем будущем с ИИ в учебном процессе и проектной практике.

Однако, как отмечает заместитель президента Российской академии архитектуры Павел Жбанов, перед системой образования стоит дилемма: как сохранить классическую архитектурную школу и одновременно адаптироваться к требованиям цифровой трансформации, необходимость которой – вопрос решенный².

Статистические данные подтверждают существующий разрыв между потребностями и реальной подготовкой специалистов. В альманахе «Искусственный интеллект. Индекс 2021 года»³ отмеча-

¹ Указ Президента РФ от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (ред. от 15.02.2024). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (дата обращения: 04.08.2025).

² Студентам-архитекторам нужна цифровая среда. URL: <https://www.comnews.ru/content/234989/2024-09-02/2024-w36/1008/studentam-arkhitektozam-nuzhna-cifrovaya-sreda> (дата обращения: 04.08.2025).

³ Искусственный интеллект. Индекс 2021 года: аналитический сборник. Выпуск № 10. URL: https://ai.gov.ru/knowledgebase/investitsionnaya-aktivnost/2022_alymanah_iskusstvennyy_intellekt_indeks_2021_goda_mfti/ (дата обращения 01.09.2025).

ется, что только 3.7 тыс. выпускников в 2021 г. обладали нужными навыками в области машинного и глубокого обучения.

Усугубляют сложившуюся ситуацию риски, связанные с недостатком исследований в области использования генеративного ИИ в высшем образовании, что может привести к снижению творческой активности студентов. Отсутствует глубокий анализ возможностей и потенциала ИИ в архитектурном образовании⁴. Существуют вполне оправданные опасения, что студенты подсознательно вместо личностного эмоционального подхода к проектному решению предпочтут делегировать полномочия машине и в результате получают сугубо рациональное, деловое, грамотное, но сухое и бездушное творение. Как следствие – эмоциональное выгорание, потеря интереса к работе и отсутствие коммуникационных навыков командной работы.

Таким образом, выявленные данные демонстрируют фундаментальные противоречия: при значительных государственных инвестициях в развитие ИИ-образования архитектурные вузы России испытывают серьезные структурные трудности с интеграцией этих технологий в учебный процесс, что создает риск отставания от мировых тенденций в области цифровизации архитектурного образования. Использование ИИ в архитектурной деятельности заслуживает большого внимания со стороны как теоретиков, так и практиков. Постоянное совершенствование технологий и широкая доступность новых программ выводят его применение на новый уровень.

Целью данного исследования являлось обоснование стратегической модели последовательной интеграции искусственного интеллекта в архитектурное образование, направленной на формирование у будущих специалистов способности к осознанному и критическому использованию ИИ как инструмента, усиливающего творческий потенциал при сохранении гуманистических основ профессии. В ходе исследования проведен анализ современных работ по проблематике использования ИИ в сфере архитектурного образования, осмыслен опыт коллег из архитектурных вузов России, а также обобщены практический опыт и теоретические наработки преподавателей и студентов кафедры дизайна архитектурной среды (ДАС) института архитектуры и дизайна (АРХиД) Тюменского индустриального университета (ТИУ).

В конечном счете это исследование, представляющее основу для дальнейших обсуждений текущего состояния традиционной архитектурной подготовки и определения будущих тенденций в этой области, призвано предложить ценную информацию преподавателям архитектуры и практикам.

2. Методы / Methods

Метод сравнения. Был рассмотрен опыт использования ИИ на факультетах архитектуры российских вузов для анализа существующих стратегий, а также развивающиеся образовательные стратегии института архитектуры и дизайна ТИУ.

Метод аналогии. В процессе работы были проанализированы современные отечественные и зарубежные исследования, затрагивающие проблему и перспективы интеграции искусственного интеллекта в архитектурную практику и образование, а именно:

- философско-методологические работы, формирующие этико-эстетический контекст внедрения технологий (А. В. Тимофеев, С. В. Карпов, К. Мангейм);

⁴ Rakhmatullaev M. Analysis of current trends and activities related to the integration of artificial intelligence into higher education in the Commonwealth of Independent States (CIS) Republics. URL: <https://en.ichei.org/Uploads/Download/2025-04-10/67f777f29687f.pdf> (дата обращения: 04.08.2025).

- исследования, посвященные конкретным инструментам и методам ИИ – генеративному дизайну, параметрическому моделированию и работе с большими данными в урбанистике (P. Schumacher, J. Ko, H. Li, V. Calixto, М. Л. Власова и др.);
- педагогические исследования и кейсы, рассматривающие трансформацию архитектурного образования под влиянием ИИ (A. Alshahrani, S. Jin, C. Lan, J. H. Park, K. E. Hedges и др.).

Веским аргументом для применения в архитектурном образовании и в проектировании нейронных сетей является деятельность успешных архитектурных бюро. Zaha Hadid Architects, например, разработали собственное программное обеспечение ZHA Code. Однако имеющаяся на русскоязычных сайтах экспериментальная база пока локальна и недостаточна, поэтому не может служить аргументированной позицией для общих выводов и рекомендаций.

Метод синтеза и обобщений. Отмечена роль преподавательских инициатив кафедры ДАС на примере кейса преподавателя-практика, руководителя компании «ИСТ» И. Г. Минулина.

3. Результаты и обсуждение / Results and discussion

ИИ в философии архитектуры

«Труд человека и состоит в том, чтобы из данных условий возникали новые идеи, а из идей – новые условия» [1]. Философская антропология XIX в., опираясь на прагматику и позитивизм, оперировала понятием человека деятельного, который, приумножая успехи научно-технического прогресса, должен был сохранять активность и креативность мышления.

Для понимания неоднозначности этой ситуации достаточно привести несколько цитат-манифестов корифеев архитектуры того времени: «меньше есть больше» (Мис ван дер Роэ); «форму определяет функция» (Луис Салливан); «дом – машина для жилья» (Ле Корбюзье). Идея прогресса архитектуры как техники, воплощенная в знаменитом поступательном движении – от «жилья для машины» к «машине для жилья» Ле Корбюзье, демонстрировала примат инженерной мысли над эстетской архитектурой почти на всем протяжении XX в. Не может ли так получиться, что архитектор будет зависеть от самой машины? Архитекторы в роли операторов – страшный сон современного зодчего или потенциально возможное будущее? В то время как системы искусственного интеллекта становятся все более распространенными, растет беспокойство тем, что архитекторы могут стать всего-навсего операторами техники, а не активными участниками процесса проектирования. Эта тенденция может привести к снижению уровня критического мышления, навыков решения проблем и прочим не менее серьезным рискам, которые будут не раз упомянуты в данной работе.

Лабораторный статус позволяет трактовать использование ИИ как экспериментальное потенциально перспективное направление, где субъект – *homo sapiens autocreator* (человек самосозидающий) – будет ожидать от дуалистической человеко-машинной цивилизации не вытеснения, а, скорее, смены парадигм, как предсказывают некоторые философы. «Усугубляющееся вторжение инструментального интеллекта в самые интимные основы бытия приведет к перерождению биологического вида *homo sapiens* в надбиологический, адаптированный для человеко-машинной цивилизации, связь с которыми все более совершенствует и трансформирует нас» [2].

Усугубляются данные потенции безусловными преимуществами машины, теми качествами ее работы, с которыми человек не в силах конкурировать, – точностью и непредвзятостью. Аналитическая версия, рожденная машиной, зачастую вызывает у чиновников или заказчиков больше доверия, нежели экзистенциальная позиция архитектора. Само проектное творчество при этом обесценивается и главный посыл архитектурного объекта превращается в тег – иллюстрацию к аналитическому отчету.

Полистилистическая культура сегодня вполне отзывается на принцип поиска мировых аналогов. Поэтому отдельным архитекторам и специализированным бюро-мастерским, принимающим на работу

или проектную практику студентов, приходится объяснять, почему особое внимание необходимо уделять традициям и национальной идентичности, тогда как задействование ИИ в архитектурном проектировании дает возможность использовать и перерабатывать постоянно обновляющуюся базу данных [3].

Недостаточно представить эти инновации, например, только в виде перехода от старых методов представления – макетирования и аксонометрического изображения от руки – к быстрому и фотореалистичному рендеру, точному и гибкому разворачиванию, легкой интеграции 3D-двойника объекта в уже существующий средовой ансамбль. Суть заключается в нетождественности логически, математически объяснимого и иррационального. Если светодизайн напрямую связан со структурой электросетей, а колористика объясняется спецификой ландшафта и материалов, то решение более сложных, эмоциональных задач, таких как поиск духа места, не всегда совпадет с машинной рациональной аналитикой. Подтверждение этому можно найти, когда сложные тексты с использованием гипербола или уподоблений становятся ИИ непонятными. Так, используя цитату Г. Земпера, назвавшего свою «Практическую эстетику» «лоцией», мы столкнулись с корректировкой: «не используйте морскую терминологию».

Таким образом, внедрение ИИ ознаменует не просто появление новых технических инструментов, но и стадию зарождения принципиально новых педагогических и философских идей. Система архитектурного образования оказывается в эпицентре философского спора, где пересмотр целей, методов и самой концепции творчества необходим для подготовки осознанного специалиста. Компетенции в данной области должны включать как овладение ИИ в качестве практического инструментария, так и его осмысление в качестве глубокой философско-методологической и этической проблемы, связанной с трансформацией самого процесса творчества. В связи со стремительной эволюцией технологий компьютерного проектирования прогнозируется постепенная интеграция ИИ в учебные планы – от элективных курсов до базовых дисциплин. Авторы отдают себе отчет, что анализ назревших изменений в образовательных стандартах в сфере архитектурного проектирования должен идти в различных направлениях, образуя синтетический подход: рассмотрение опыта использования нейронных сетей в процессе проектирования; фиксация не подлежащих автоматизации задач архитектора; оценка потенциальных рисков применения искусственного интеллекта.

Возможности и необходимость

Моисей Гинзбург, размышляя о рождении нового стиля эпохи, писал о машине как о силе, которая сперва воспринималась как «апофеоз пошлости и грубости реального мира, его печальная неизбежность», нечто чужеродное для «художественно воспитанного человека». Машина была антитезой искусству, но при этом нельзя игнорировать значение средств производства любой эпохи, которые неизбежно становились фундаментом нового мироощущения: «С каждым годом ее становилось все больше и больше. Она стала проникать во все поры нашего быта, нашей жизни». Согласно известной цитате М. Гинзбурга, «искусство, в особенности архитектура, жить оторванной от экономики и техники, пейзажа, быта и человеческой психики, конечно, не в состоянии»; как итог – ее перерождение, новая эстетика, новый ритм и новые формы.

Столетие спустя мы находимся в ситуации схожего тектонического сдвига. Искусственный интеллект – новый апофеоз, цифровой и алгоритмический, проникающий в нашу реальность неуловимо, но стремительно: от алгоритмов ленты новостей до систем управления мегаполисами. Нельзя было не провести эту параллель: ИИ видят угрозой индивидуальному творчеству, человеческой уникальности – очередной печальной неизбежностью технократического будущего. Но как архитектура 1920-х не могла существовать вне реальности фабрик, элеваторов и рабочих домов, современное искусство не может оставаться в стороне в мире, тотально преобразованном ИИ.

Проектирование и строительство под тяжестью глобализации и ускоряющегося темпа жизни требуют все большей точности и координации. Ресурсы, затраченные на эти сложные процес-

сы, сокращаются за счет внедрения технологий виртуальной реальности, информационного моделирования зданий и искусственного интеллекта. На всех этапах – планирования и проектирования, строительства, эксплуатации, реновации и сноса, – данные технологии повышают эффективность и продуктивность, улучшают визуализацию и упрощают работу с большими данными. Это особенно актуально при комплексном средовом подходе, где необходимы симуляция, анализ и оптимизация сложных систем.

Повышение разнообразия форм, а также создание адаптивных структур, отвечающих заданным условиям ландшафта, часто ограничиваются традиционными процессами проектирования, будь то ручные методы или возможности программного обеспечения. Алгоритмы генеративного проектирования снимают эти ограничения и способствуют дальнейшему развитию творческих возможностей [4].

Машинное обучение, генеративный дизайн и нейронные сети – это основные компоненты искусственного интеллекта в сфере архитектуры и дизайна. Алгоритмы машинного обучения анализируют исторические данные для выявления закономерностей и составления обоснованных прогнозов, помогая при выборе материалов и прогнозировании энергопотребления [5]. Делаются большие шаги в сторону устойчивого развития, когда анализ данных позволяет оптимизировать работу здания [6]. Особо следует выделить дизайн архитектурной среды, где отмечается последовательный рост интереса к устойчивому развитию территорий [7] и многоуровневый подход к проектированию умных городов на основе разных типов данных и вычислительных методов [8].

Генеративный дизайн использует алгоритмы для создания широкого спектра проектных альтернатив, позволяя архитекторам быстро оценить множество вариантов и выбрать оптимальные решения [9]. Сокращение сроков реализации проектов и минимизация ошибок на ранних этапах проектирования позволяют избежать дорогостоящих исправлений на стадиях строительства или эксплуатации. Нейронные сети, особенно модели глубокого обучения, сыграли важную роль в улучшении визуализации и моделирования в архитектуре. С помощью этих моделей можно создавать реалистичные рендеринги и виртуальные среды, предоставляя клиентам возможность полного погружения в предлагаемые проекты. Кроме того, эффективность увеличивается многократно при комплексном использовании разного рода систем. Так, языковой ассистент в сцепке с моделью для преобразования эскизов в фотореалистичные изображения помогает визуализировать идеи и ускорить согласование: идеальный пример того, как машинное обучение улучшает понимание между архитектором и клиентом, который в ходе сложных коммуникационных ситуаций не может четко сформулировать свои ожидания [10].

ИИ и машинное обучение, хоть и находящиеся на начальных этапах своего развития, ежедневно доказывают свою эффективность в профессиональной среде. Следовательно, они уже сейчас должны рассматриваться в качестве одних из компонентов методологии проектирования.

Поэтическая ностальгия, как правило, сменяется осознанием неизбежности. ИИ, как и подарившая миру эстетику конструктивизма машина, без сомнения, станет катализатором рождения новой эстетики. Однако нельзя не учитывать риски, поджидающие архитектора без должного их осмысления.

Риски и вызовы

Несомненно, искусственный интеллект предлагает множество потенциальных преимуществ, что делает его весьма привлекательным инструментом для современных архитекторов и строителей, которые постоянно ищут способы оптимизации процессов и создания более устойчивых, инновационных и эффективных проектов. Однако этот технологический прогресс не лишен существенных недостатков.

Социопсихологические риски. Проблема гармонизации, основанной на принципах симметрии, тектоники и темпоральности, представляет собой междисциплинарный феномен, общий для пространственных и временных искусств. Совокупность этих принципов, проверенных временем

правил и исключений веками служила инструментом созидания эстетически совершенного порядка. Однако конечный эффект зачастую не объясняется логически и рационально, а уходит корнями в область интуитивного, чувственного восприятия. Архитектура по своей сути является областью, требующей комплексного решения проблем и творческого мышления. Процесс проектирования зданий включает в себя нечто большее, чем просто технические знания; он требует глубокого понимания пространственных отношений, эстетики и человеческих потребностей. Однако искусственный интеллект, как правило, в значительной степени полагается на уже существующие данные и алгоритмы для создания проектов. Такой подход может ограничить настоящие инновации, поскольку системы искусственного интеллекта обычно работают в рамках данных, на которых они были обучены, таким образом, не принимая во внимание новые идеи и нетрадиционные решения.

В контексте активного включения цифровых инструментов в архитектурное образование актуализируется ряд социальных и психологических рисков. Один из них заключается в потенциальной подмене личностно-эмоционального взаимодействия в образовательном процессе на сугубо рационально-деловую коммуникацию. Это может привести к двум значимым последствиям: эмоциональному выгоранию студентов вследствие дегуманизации образовательной среды и дефициту формирования критически важных навыков непосредственного человеческого общения.

Профессиональные риски. Архитектура – это отражение человеческой цивилизации и интеллектуального прогресса в ее проявлениях. Чрезмерная зависимость от ИИ создает соблазн переложить на компьютер не только рутинные обязанности, но и принятие решений более важных. И так как ИИ берет на себя все больше профессиональных аспектов, эта зависимость может привести к значительным последствиям для профессии.

Для решения проектных задач требуется творческий созидательный подход. Мультифункциональность вычислительной среды неявно ведет к рационализации и алгоритмизации процессов, традиционно относимых к сфере интуитивно-творческой и духовной. Здесь кроется угроза для развития творчества, креативного и критического мышления, которые, согласно исследованиям, приводят к инновационным решениям [11]. Например, такие известные архитекторы, как Фрэнк Ллойд Райт, Заха Хадид и Ле Корбюзье, известны не только своим техническим мастерством, но и своим особым художественным видением и инновационными подходами к дизайну. Их работы пронизаны личным мироощущением и креативностью, отражающими их уникальные взгляды.

Ценностные установки, профессиональный опыт и творческий замысел архитектора – человеческие факторы, накладывающие свой отпечаток на эффективность и смысловую наполненность алгоритмов. По мере того как системы ИИ становятся все более сложными, растет беспокойство, что они могут затмить суждения автора. Сдвиг парадигмы «точность за машиной, креативность за архитектором» в сторону отказа от привилегированного положения человеческого суждения в пользу машинного превосходства может привести к потере самовыражения и низведет архитекторов до уровня простых операторов [12], превратит их в простые автоматы. В перспективе архитекторы, которые в значительной степени будут полагаться на рекомендации ИИ, могут стать менее опытными в технических и творческих навыках, необходимых для их работы.

Использование ИИ в образовании также актуализирует проблему академической недобросовестности. Бездумное применение новых алгоритмов, как, в сущности, и плагиат, есть форма уклонения от обучения: студент замещает собственный интеллектуальный труд готовым, мертвым продуктом, будь то работа другого автора или результат работы ИИ [13]. Подобные практики – не просто нарушение правил; они несут прямую угрозу профессиональному становлению будущего специалиста. Архитектор, не развивший в процессе обучения критическое мышление, творческие и аналитические способности, оказывается неспособен к самостоятельному решению сложных проектных задач, профессиональной рефлексии. Сиюминутное стремление облегчить учебный процесс за счет

чужих решений ведет к несостоятельности выпускников в реальной практике и творческому бессилию, а профессиональная деградация может произойти незаметно для самих обучающихся.

Наконец, при автоматизации многих аспектов архитектурного проектирования возникает риск необходимости смены работы в рамках профессии или, при более радикальном исходе, – сокращения численности архитекторов. Появление новых ролей, сосредоточенных на управлении и интерпретации результатов ИИ, может привести к реструктуризации рабочей сферы и потребовать от архитекторов приобретения новых навыков. Это движение становится все более ощутимым и болезненным, особенно для студентов, для которых крайне важно после выпуска быть конкурентоспособными на рынке труда и отвечать запросам работодателей.

Конфликт систем. В индустрии доминирует прагматичный подход, что дает архитектурным бюро прямое конкурентное преимущество: скорость, снижение затрат. Академическая система гораздо более инертна. Учебный план, ориентированный на фундаментальные дисциплины, меняется медленно. Во многом консерватизм вузовской подготовки вступает в конфликт с гибкой и технологически оснащенной системой реального проектирования – алогичная с рациональной точки зрения диспропорция, поскольку именно академическая среда призвана быть авангардом внедрения новых методик.

Исследование в Саудовской Аравии выявило статистически значимый разрыв: 75.2 % студентов проявляли высокий интерес к изучению ИИ, в то время как среди преподавателей было только 31.8 % заинтересованных [14]. Причина этому – скептическое отношение многих преподавателей к использованию ИИ и опасения, что он способен подавить креативность студентов.

В современной архитектурно-образовательной среде наметились две позиции. С одной стороны, перспективный взгляд, который, несмотря на признание возможной автоматизации, не предполагает тотальной замены человека машиной. С другой – ностальгическая позиция, которая находит выражение, в частности, в выставках ручной архитектурной графики и профессионального рисунка. Консервативный вуз делает акцент на индивидуальном мастерстве, авторском замысле и оттачивании традиционных навыков. Но при этом наблюдается устойчивая тенденция к деградации качества ручной подачи. Это объясняется сокращением аудиторных часов, отводимых на данные дисциплины, и повсеместным внедрением цифровых инструментов, нивелирующих необходимость в оттачивании классических техник. Проектирование в цифровой среде, анализ алгоритмов, отбор сгенерированных материалов при работе с ИИ требуют переосмысления роли архитектора как независимого и единственного творца, готовя студентов к работе в гибридной среде «человек – машина» [15]. В такой системе можно увидеть эффективность во взаимодействии ее составляющих, которые, формируя друг друга, (co)создают новую реальность [16].

Чтобы снизить риски, крайне важно найти баланс между внедрением технологий и сохранением человеческой активности. Искусственный интеллект следует использовать как инструмент для улучшения, а не замены работы архитекторов. Благодаря осмысленной интеграции ИИ в рабочие процессы, архитекторы могут использовать его для обработки повторяющихся задач и анализа данных, освобождая больше времени для творческого и стратегического мышления.

Анализ современных педагогических стратегий интеграции ИИ в архитектурное образование российских вузов

Преодоление разрыва между рисками и возможностями требует пересмотра устоявшихся педагогических методик и поиска новых форматов развития узкоспециализированных компетенций. Например, Real-Time Virtual Engine (инструмент, не используемый в образовательном процессе) в теории позволил бы студентам погружаться в виртуальные аналоги своих проектов, тестировать пространственные сценарии и корректировать их, в то время как работа исключительно с чертежами и макетами может искажать восприятие масштаба и конструктивных решений [17]. Подобные эксперименты и инициативы являются катализаторами улучшений в сфере архитектурного образования.

И. Г. Минулин является учредителем и генеральным директором ООО «Архитектурно-инженерная группа ИСТ», компании, успешно работающей на рынке с 2000 г. в сфере архитектурного проектирования. Как практик, он активно внедряет в работу бюро современные технологии: для разработки концепций и презентационных материалов его компания использует искусственный интеллект и машинное обучение.

Свой профессиональный опыт И. Г. Минулин, доцент кафедры ДАС, передает и в академической среде. Он преподаёт дисциплину «Правовые основы архитектурно-строительной деятельности» для студентов пятого года обучения. Формально целью курса является освоение нормативной базы и правил проектирования «на бумаге». Итоговая курсовая работа – творческое задание, где студентам необходимо разработать концепцию жилого района на потенциально развивающейся городской территории. Задача: соблюдая все необходимые строительные нормы и правила при разработке генерального плана, предложить оригинальную концепцию района.

В 2025 г. после проведения традиционного предпроектного анализа и поиска аналогов преподаватель, руководствуясь желанием приблизить обучение к актуальным отраслевым реалиям, предложил двум группам (23 студента) использовать искусственный интеллект для быстрого создания визуального представления своих проектных решений (рис. 1). Для выполнения поставленной задачи студентами были выбраны разные платформы: ChatGPT-4 (для генерации технического задания и кон-



Рис. 1. Визуализация концепции с помощью искусственного интеллекта
(фрагменты из студенческих проектов ТИУ)

Fig. 1. Concept visualization using artificial intelligence
(fragments from projects by students of Industrial University of Tyumen)

цептуальных описаний), Stable Diffusion и онлайн-платформа mnml.ai (для создания архитектурных визуализаций и рендеринга 3D-моделей). С помощью ИИ облик фасадов спроецирован на 3D-модель.

Сложности, с которыми столкнулись обучающиеся (не учитывая ограничения программ): временные затраты на освоение новых инструментов и поиск платформ, не требующих финансовых затрат при сохранении качества. Главный положительный результат состоял в том, что этот шаг, не предусмотренный официальной программой дисциплины, позволил будущим выпускникам понять, как сегодня работает практика проектирования и коммуникации с заказчиком, где скорость зачастую играет важную роль. Студенты получили возможность апробировать один из передовых инструментов концептуального поиска, с которым им предстоит столкнуться в профессиональной деятельности. Этот пример показывает, как возможно преодолеть конфликт двух систем: профессионально-практической и академической.

Точечные инициативы архитекторов-практиков – важный шаг, но для масштабных изменений необходима системная интеграция на институциональном уровне. И такие системы уже запущены: искусственный интеллект активно внедряется в архитектурное образование российских вузов с помощью разных подходов и на разных уровнях. Так, в Московском архитектурном институте (МАРХИ) введена дисциплина «Цифровые технологии в архитектурном проектировании и презентации», которая включает изучение параметрического проектирования и специализированных 3D-программ в профессиональной деятельности архитектора; с 2024 г. запущен экспериментальный образовательный модуль «Программы ИИ в архитектурном проектировании», включенный в программу дисциплины «Компьютерная графика» кафедры ИТАрх (3 курс бакалавриата). МАРХИ имеет многолетний опыт преподавания дисциплины «Компьютерный композиционно-комбинаторный курс», направленной на активизацию ассоциативного и образного мышления студентов-архитекторов. Двумя десятками лет учебной практики доказана способность комбинаторных операций провоцировать рождение идей и образов. Ректор МАРХИ Дмитрий Швидковский подчеркивает важность адаптации образования к новым реалиям: «В области архитектуры теперь оказывается важнее поставить задачу, чем ее исполнить. Придется обучать студентов правильно формулировать задачи для ИИ и затем оценить предложенные решения»⁵.

Другой пример – Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, который первым в России начал обучать большую языковую модель GigaChat профессиональным знаниям в области архитектуры и строительства, в частности, дисциплине «Архитектура жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений»; подобная двусторонняя адаптация создает принципиально новую образовательную среду, где академические знания становятся основой для машинного обучения. Важным достижением в этой области является запуск с 2022 г. образовательных программ магистратуры в сфере ИИ, включая профиль «Искусственный интеллект в строительной отрасли».

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин) с 2022 г. готовит специалистов по направлению «Прикладная информатика в архитектуре»; профиль ориентирован на формирование навыков информационного моделирования зданий и сооружений, а также автоматизацию создания объемно-пространственных композиций в архитектуре и дизайне. В 2024 г. одновременно с магистерской программой «Искусственный интеллект в строительстве» университет запустил программу «Технологии информационного моделирования зданий и соору-

⁵ Нейронки для стройки. Будущее архитектуры обсудили ученые в МГСУ. URL: <https://ardexpert.ru/article/28321> (дата обращения: 17.09.2025).

жений», направленную на смежное использование BIM-технологий и элементов искусственного интеллекта.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет (УрГАХУ) является одним из пионеров в области интеграции цифровых технологий. В частности, в университете действует студенческая научно-исследовательская лаборатория «ИТ в архитектуре» (СНИЛ ИТ), деятельность которой включает изучение новых технологий проектирования и искусственного интеллекта, информационное моделирование современных и исторических зданий, практическую работу с технологиями AR/VR и нейросетями и др.

Помимо государственных вузов, активную позицию занимают частные образовательные учреждения: архитектурная школа МАРШ предлагает специализированный курс «Нейросети в архитектуре», направленный на поиск новых подходов к творческим процессам. Программа курса включает изучение технических основ ИИ для осознанного выбора архитектурных инструментов, работу с языковыми моделями для создания технических заданий, генерацию концептуальных идей и эскизов и т. д.

Параллельно с интеграцией в учебные планы развивается и событийная деятельность. Например, в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете в 2024 г. был проведен воркшоп с участием индустриальных партнеров на тему «Искусственный интеллект: архитектор будущего или иллюзия прогресса?». В том же году в Ленинградской области прошел первый конкурс «Искусственный интеллект в архитектуре и градостроительстве». В нем приняли участие студенты из семи вузов Санкт-Петербурга, разрабатывающие проекты в четырех номинациях с обязательным использованием ИИ. А в УрГАХУ на регулярной основе проводятся конференции «Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве», где рассматриваются вопросы применения ИИ в архитектурном образовании. Событийная деятельность позволяет студентам и преподавателям познакомиться с ИИ-технологиями в безопасной среде, снижая подсознательное сопротивление инновациям. Это соответствует принципу поэтапности: от единичных экспериментов к системному внедрению.

Анализ представленных практик позволяет выделить три основные стратегии интеграции ИИ в архитектурное образование на данный момент:

- экспериментально-модульную (внедрение ИИ через отдельные курсы и экспериментальные модули с постепенным расширением охвата);
- системно-программную (создание целых образовательных программ, специализированных на ИИ-технологиях в строительстве и архитектуре);
- исследовательско-лабораторную (развитие через студенческие научно-исследовательские лаборатории с акцентом на практическое освоение технологий).

Именно системное внедрение новых практико-ориентированных технологий в академический процесс способно закрыть разрыв между возможностями инструментов ИИ и традиционными педагогическими методиками.

Стратегическая модель – концептуальный подход

На основе выявленных конфликтов, рисков и возможностей, связанных с внедрением искусственного интеллекта в сферу архитектурного образования, рассматривается концептуальный подход, основанный на балансе сохранения профессиональной традиции и освоения цифровых компетенций.

Изменение роли преподавателя и образовательные педагогические тренинги. На практике преподаватели выражают беспокойство, что их заменят системы ИИ. Студенты, в свою очередь, склонны полагаться на ИИ для решения дизайнерских задач и воспринимают традиционные методы обучения, такие как рисование от руки и создание моделей, как устаревшие. И несмотря на то, что

рисование остается важным навыком в творческом процессе и преподавателям следует продолжать подчеркивать этот постулат студентам-первокурсникам [18], изучение влияния ИИ на архитектурное образование и поиск способов эффективной интеграции технологий ИИ в учебную программу при сохранении традиционных методов преподавания имеет важное значение не только для учеников, но и для самих учителей.

Принцип прогрессивной сложности. Анализ учебных планов бакалавриата кафедры ДАС ТИУ на примере наборов 2020 и 2023 гг. наглядно показывает попытку системы адаптироваться к технологическим вызовам. Студенты, поступившие в 2023 г., уже имеют в учебном плане специализированную дисциплину, связанную с ИИ, на четвертом курсе. Безусловно, это позитивный шаг вперед, позволяющий студентам освоить основные методы теории интеллектуальных систем, приобрести навыки по их использованию, изучить основные методы представления знаний и моделирования рассуждений. Однако существенны риски столкновения с двумя проблемами: 1) студенты подойдут к этому курсу без базовой систематизированной подготовки, основываясь лишь на стихийном фрагментарном опыте работы с ИИ, который они приобрели, используя эти технологии с интуитивно понятным интерфейсом в открытом доступе; 2) внедрение изучения ИИ на старших курсах предполагает, что предыдущие учебные проекты были сделаны в рамках традиционных методик, без использования новых технических моделей, тогда как в реальности современные абитуриенты и студенты младших курсов уже активно используют открытые ИИ-инструменты (например, ChatGPT) для личных и учебных целей. Университету важно найти способы контроля и систематизации этого процесса.

Таким образом, зреет необходимость более раннего введения основ искусственного интеллекта в учебные планы и программы определенных дисциплин. Отличный пример: компьютерные технологии преподаются с первого курса несмотря на то, что основные работы по архитектурно-дизайнерскому проектированию вплоть до третьего курса выполняются в ручной подаче. Это постепенно и планомерно подготавливает учащихся к разработке учебного проекта – от концепции до визуализации и вывода готового широкоформатного планшета – с использованием возможностей программного обеспечения и проектирования в цифровой среде. Так, при адаптации учебных курсов и включении новых инструментов уже сейчас существует ряд возможностей: инструменты генеративного ИИ (Midjourney, Stable Diffusion) могут быть использованы в архитектурно-дизайнерском проектировании для быстрого исследования концепции, визуального представления атмосферы; языковые модели (ChatGPT) могут служить для проведения мозгового штурма, структурирования и анализа больших массивов информации; ИИ может применяться для обработки картографических и экологических данных при предпроектном анализе. Экспериментально доказано, что внедрение в процесс учебного проектирования технологий искусственного интеллекта к уже существующему компьютерному 3D-моделированию оказывает положительное влияние на обучение студентов, повышает их средний балл и эффективность работы [19], а также помогает прийти к более новаторским результатам, чем процесс, ограниченный использованием только традиционных инструментов [20].

Акцент на критическом мышлении и этике. Знание фундаментальных основ и насмотренность закладывают профессиональную основу. Генеративная модель, способная выдать бесчисленное количество результатов, должна регулироваться архитектором, обладающим необходимым базисом: здесь возникает проблема выбора необходимого решения для определенной среды, исторического и социокультурного контекстов. Исследование [21] подтверждает, что обучение работе с ИИ должно обязательно включать модули по этике и философии архитектуры, вопросам авторского права в отношении сгенерированного контента.

С целью недопущения рисков, с которыми может столкнуться профессиональная архитектурная среда в будущем, необходимо доносить до студентов положительные стороны сбалансирован-

ного подхода и последствия, к которым может привести отказ от него: истощение культурного и интеллектуального богатства, которое и определяет человеческую цивилизацию. Использование ИИ в качестве инструмента, а не императива, – залог сохранения сущности человеческого интеллекта и художественного самовыражения в архитектуре.

Предлагаемая концептуальная модель интеграции ИИ в архитектурное образование строится на принципе постепенного, поэтапного погружения, где синтез традиций и технологий играет главную роль.

Формирование фундамента (младшие курсы). Акцент делается на базовые архитектурные компетенции: ручное исполнение, освоение архитектурной графики, рисунка, а также изучение теории и истории архитектуры в широком общекультурном и философско-эстетическом контексте. Это формирует базовое понимание жанрового и функционального многообразия, вкус и критическое мышление, объясняет взаимодействие с другими видами искусств. Взаимодействие с ИИ происходит в ознакомительном режиме, как с одним из инструментов современной практики.

Критический анализ (средние курсы). Акцент смещается на развитие аналитических способностей: студенты знакомятся с ранними и более предсказуемыми версиями ИИ-инструментов, где роль человека-куратора остается определяющей. Задача этапа – не генерация, а критический анализ. Студенты учатся формулировать запросы (например, для Stable Diffusion или Midjourney), оценивать эстетическую и конструктивную состоятельность сгенерированных вариантов, отбирать и дорабатывать их (рис. 2). Это развивает навык осознанного управления алгоритмом, а не пассивного потребления его результатов.



Рис. 2. Процесс работы над проектом, в котором финальная часть представлена сгенерированными с помощью ИИ визуализациями (фрагменты из студенческих проектов ТИУ)

Fig. 2. The project workflow with AI-generated visualizations in its final stage (fragments from projects by students of Industrial University of Tyumen)

Творческая интеграция (старшие курсы). Происходит синтез традиционных методов с возможностями ИИ: студенты работают с новейшими ИИ-системами, используя мультимодальный ввод (эскизы, тексты, данные), и сочетают машинные возможности с авторским замыслом и сохранением контроля над процессом. При этом им уже известен и доступен широкий выбор инструментов, позволяющих проводить градостроительный анализ (работа с большими данными [22]), разрабатывать концепции (подсказки генеративного дизайна и эволюционные алгоритмы [23]), проектировать (BIM-моделирование, оптимизация и симуляторы [24]) и производить вывод (компьютерная визуализация и автоматизация) на новом профессиональном уровне. Итогом подобного подхода станет компетентный специалист, обладающий проектной культурой.

4. Заключение / Conclusions

Архитектура всегда была средством личного самовыражения и художественного видения. Каждый архитектор под влиянием происхождения, образования и культурного контекста привносит в свою работу уникальный взгляд и жизненный опыт, придавая своим проектам индивидуальность и культурную значимость. Эта индивидуальность – то, что делает архитектуру, окружающий человека материальный мир богатым и разнообразным, где каждое здание рассказывает уникальную историю. Искусственному интеллекту не хватает способности улавливать эти нюансы.

Проведенное исследование подтверждает, что интеграция искусственного интеллекта в архитектурное образование представляет собой не просто технологическую модернизацию, а комплексный философско-культурологический и педагогический вызов. Анализ показал, что ИИ обладает значительным потенциалом для трансформации традиционных подходов к обучению, предлагая новые инструменты для генерации и анализа проектных решений, оптимизации процессов и расширения творческих возможностей. Однако его внедрение сопряжено с серьезными рисками: снижением роли критического мышления и усилением разрыва между быстро развивающейся профессиональной практикой и консервативной академической средой. Вместе с тем, анализ практик российских архитектурных вузов показывает готовность образовательной системы к поэтапной интеграции ИИ; единая методологическая рамка пока только формируется, но в будущем она позволит масштабировать успешные практики и избежать дублирования ошибок.

Ключевым выводом работы является необходимость разработки сбалансированной и поэтапной модели интеграции ИИ, которая бы сочеталась с сохранением фундаментальных основ архитектурного образования. Предложенный стратегический подход, включающий этапы от формирования базовых профессиональных компетенций и критического освоения технологий до их полного внедрения в проектный процесс, направлен на подготовку специалиста, способного к осознанному и этичному использованию ИИ как инструмента, усиливающего, а не подменяющего человеческое творчество. Но несмотря на концептуальную обоснованность, тема требует дальнейшего осмысления и проработки из-за имеющихся ограничений:

- институциональных: поэтапная системная интеграция ИИ в образовательный процесс требует значительных финансовых вложений в техническое оборудование, лицензии на ПО и повышения квалификации преподавательского состава;
- кадровых проблем: существует дефицит преподавателей, владеющих одновременно архитектурными компетенциями и знаниями в области ИИ;
- технологических рисков: развитие ИИ-технологий создает проблему быстрого устаревания образовательного контента из-за потери актуальности программ;
- культурных рисков: может возникать сопротивление изменениям со стороны как преподавателей, так и студентов, предпочитающих классические методы обучения;
- этических дилемм: традиционные критерии оценки архитектурных проектов не учитывают

специфику работы с ИИ-инструментами, что может привести к неравенству в оценке студенческих работ.

В конечном счете успешная интеграция ИИ в архитектурное образование возможна лишь при условии его рассмотрения не как самоцели, а как элемента более широкой системы, направленной на формирование архитектора нового поколения, способного отвечать на вызовы современности, сохраняя при этом гуманистические ценности и ответственность за формирование окружающей среды.



Вклад авторов. Костко О. Ю.: научное руководство, разработка общей концепции и методологии исследования, формулировка философско-методологического раздела, разработка и предложение основных положений. Минулин И. Г.: представление эмпирических данных и опыта практического применения ИИ в архитектурном проектировании и образовательном процессе. Туранская К. А.: разработка структуры исследования, сбор и анализ литературы, визуализация данных, общее редактирование текста, описание практического кейса на основе личного опыта участия в учебном проекте с применением ИИ.

Author contributions. Oksana Yu. Kostko: scientific supervision, development of the general concept and research methodology, formulation of the philosophical and methodological section, development and proposal of main provisions. Ilfat G. Minulin: presentation of empirical data and practical experience in applying AI to architectural design and the educational process. Karolina A. Turanskaya: development of the research structure, literature review and analysis, data visualization, general text editing, description of a practical case study based on personal experience in an AI-integrated educational project.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare no relevant conflict of interest.

Список литературы

1. Мангейм К. *Диагноз нашего времени*. Москва: Юрист; 1994. 700 с. ISBN 5-7357-0046-4.
2. Назаретян А. П. Человек для биосферы? *Человек*. 1997;(2).
3. Флах П. *Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных*. Москва: ДМК Пресс, 2015. 400 с. ISBN 978-5-97060-273-7.
4. Lere H. M., Bilkisu H. AI-driven architectural design: opportunities and ethical challenges. *ARC International Journal of Sustainable Development*. 2025;14(2):97–110. URL: <https://arcnjournals.com/wp-content/uploads/2025/05/2726-4-573-1-1430-1.pdf>
5. Ko J., Ajibefun J., Yan W. Experiments on generative AI-powered parametric modeling and BIM for architectural design. *ArXiv*. 2023;2308.00227. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.00227>
6. Sourek M. Artificial intelligence in architecture and built environment development 2024: a critical review and outlook. *Remspace*. 2024. <https://www.wemakespaces.archi/uploads/Artificial-Intelligence-in-Architecture-and-Built-Environment-Development.pdf>
7. Anwar M. R., Sakti L. D. Integrating artificial intelligence and environmental science for sustainable urban planning. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*. 2024;5(2):179–191. <https://doi.org/10.34306/itsdi.v5i2.666>
8. Calixto V., Canuto R., Noronha M., Afrooz A., Gu N., Celani G. A layered approach for the data-driven design of smart cities. In: *Projections: Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 2021), Hong Kong, 29 March – 1 April 2021. Vol. 2*. Hong Kong: The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA); 2021. P. 739–748. URL: <https://research.monash.edu/en/publications/a-layered-approach-for-the-data-driven-design-of-smart-cities>
9. Zhu Shuyan, Mac Henlong, Xiang Ke. Research on the architectural generative design practices driven by optimization algorithms. *Journal of South Architecture*. 2024;1(3):14–25. URL: <https://doi.org/10.33142/jsa.v1i3.13922>

10. Cheng-Lin Chuang, Sheng-Fen Chien. Facilitating architect-client communication in the pre-design phase. In: *Projections: Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 2021), Hong Kong, 29 March – 1 April 2021. Vol. 2.* Hong Kong: The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA); 2021. P. 71–80. URL: https://caadria2021.org/wp-content/uploads/2021/03/caadria2021_415.pdf
11. Park J. H., Niu W., Cheng L., Allen H. Fostering creativity and critical thinking in college: a cross-cultural investigation. *Frontiers in Psychology*. 2021;12:760351. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.760351>
12. Choulwoong Kwon, Yonghan Ahn. Critical views on AI (Artificial Intelligence) in building design. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*. 2024;15(2):240–246. <https://doi.org/10.22712/susb.20240017>
13. Hedges K. E. Artificial Intelligence (AI) art generators in the architectural design curricula. In: *2023 ASEE Annual Conference & Exposition, June 25–28, 2023.* ASEE, 2023. URL: <https://peer.asee.org/artificial-intelligence-ai-art-generators-in-the-architectural-design-curricula.pdf>
14. Alshahrani A., Mostafa A. M. Enhancing the use of artificial intelligence in architectural education – case study Saudi Arabia. *Frontiers in Built Environment*. 2025;11:1610709. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1610709>
15. Yu Ch., Zheng P., Peng T., Xu X., Vos S., Ren X. Design meets AI: challenges and opportunities. *Journal of Engineering Design*. 2025;36(5–6):637–641. <https://doi.org/10.1080/09544828.2025.2484085>
16. Тимофеев А. В. Сущность и проблемы искусственного интеллекта в контексте современных научных и философских представлений. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Философские науки*. 2020;(2):127–133. URL: <https://www.elibrary.ru/oqmksa>
17. Moleta T. Traversing unknown territories: notes on researching the learners' experience of real-time virtual engines in the architectural design studio. In: *Projections: Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 2021), Hong Kong, 29 March – 1 April 2021. Vol. 2.* Hong Kong: The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA); 2021. P. 55–60. URL: https://caadria2021.org/wp-content/uploads/2021/03/caadria2021_290.pdf
18. Chih-Wen Lan. Adapting architectural design education for the AI era: preliminary findings and future directions. In: *END 2023 International Conference on Education and New Developments*. Lisbon; 2023. P. 380–384. <https://doi.org/10.36315/2023v1end080>
19. Jin Sh., Tu H., Li J., Fang Yu., Qu Zh. Xu F., et al. Enhancing architectural education through artificial intelligence: a case study of an AI-assisted architectural programming and design course. *Buildings*. 2024;14(6):1613. <https://doi.org/10.3390/buildings14061613>
20. Cudzik J., Nyka L., Szczepański J. Artificial intelligence in architectural education – green campus development research. *Global Journal of Engineering Education*. 2024;26(1):20–25. URL: https://www.researchgate.net/publication/378149030_Artificial_intelligence_in_architectural_education_-_green_campus_development_research
21. Карпов С. В. Философия архитектуры как этико-эстетическое основание архитектурной практики. *Гуманитарные ведомости ТГПУ им. Л. Н. Толстого*. 2021;(2):77–83. URL: <https://www.elibrary.ru/cofjbo>
22. Салех М. С. Внедрение цифровых методов на различных этапах архитектурного проектирования. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2021;1(54):268–278. <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2021-1-268-278>
23. Chaillou S. *AI + Architecture Towards a New Approach: Master's thesis*. Harvard University; 2019. URL: https://www.academia.edu/39599650/AI_Architecture_Towards_a_New_Approach
24. Власова Е. Л., Власова М. Л., Боровикова Н. В., Карелин Д. В. Искусственный интеллект в архитектурно-градостроительном проектировании. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2023;(4):311–324. <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2023-4-311-324>

References

1. Mannheim K. *Diagnosis of our time*. Moscow: Yurist; 1994. (In Russ.) ISBN 5-7357-0046-4.
2. Nazaretyan A. P. Is man for the biosphere? *Chelovek*. 1997;(2). (In Russ.)
3. Flach P. *Machine learning. The art and science of algorithms that make sense of data*. Cambridge: Cambridge University Press; 2012. 416 p. URL: https://thepearlie.com/wp-content/uploads/2023/11/Machine-Learning-The-Art-and-Science-of-Algorithms-that-Make-Sense-of-Data-by-Peter-Flach-z-lib.org_.pdf

4. Lere H. M., Bilkisu H. AI-driven architectural design: opportunities and ethical challenges. *ARC International Journal of Sustainable Development*. 2025;14(2):97–110. URL: <https://arcnjournals.com/wp-content/uploads/2025/05/2726-4-573-1-1430-1.pdf>
5. Ko J., Ajibefun J., Yan W. Experiments on generative AI-powered parametric modeling and BIM for architectural design. *ArXiv*. 2023;2308.00227. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.00227>
6. Sourek M. Artificial intelligence in architecture and built environment development 2024: a critical review and outlook. *Remspace*. 2024. <https://www.wemakespaces.archi/uploads/Artificial-Intelligence-in-Architecture-and-Built-Environment-Development.pdf>
7. Anwar M. R., Sakti L. D. Integrating artificial intelligence and environmental science for sustainable urban planning. *IATC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*. 2024;5(2):179–191. <https://doi.org/10.34306/itsdi.v5i2.666>
8. Calixto V., Canuto R., Noronha M., Afrooz A., Gu N., Celani G. A layered approach for the data-driven design of smart cities. In: *Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Projections, CAADRIA 2021, Hong Kong, 29 March – 1 April 2021*. Vol. 2. Hong Kong: The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA); 2021. P. 739–748. URL: <https://research.monash.edu/en/publications/a-layered-approach-for-the-data-driven-design-of-smart-cities>
9. Zhu Shuyan, Mac Henlong, Xiang Ke. Research on the architectural generative design practices driven by optimization algorithms. *Journal of South Architecture*. 2024;1(3):14–25. URL: <https://doi.org/10.33142/jsa.v1i3.13922>
10. Cheng-Lin Chuang, Sheng-Fen Chien. Facilitating architect-client communication in the pre-design phase. In: *Projections: Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 2021), Hong Kong, 29 March – 1 April 2021*. Vol. 2. Hong Kong: The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA); 2021. P. 71–80. URL: https://caadria2021.org/wp-content/uploads/2021/03/caadria2021_415.pdf
11. Park J. H., Niu W., Cheng L., Allen H. Fostering creativity and critical thinking in college: a cross-cultural investigation. *Frontiers in Psychology*. 2021;12:760351. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.760351>
12. Choulwoong Kwon, Yonghan Ahn. Critical views on AI (Artificial Intelligence) in building design. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*. 2024;15(2):240–246. <https://doi.org/10.22712/susb.20240017>
13. Hedges K. E. Artificial Intelligence (AI) art generators in the architectural design curricula. In: *2023 ASEE Annual Conference & Exposition, June 25–28, 2023*. ASEE, 2023. URL: <https://peer.asee.org/artificial-intelligence-ai-art-generators-in-the-architectural-design-curricula.pdf>
14. Alshahrani A., Mostafa A. M. Enhancing the use of artificial intelligence in architectural education – case study Saudi Arabia. *Frontiers in Built Environment*. 2025;11:1610709. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1610709>
15. Yu Ch., Zheng P., Peng T., Xu X., Vos S., Ren X. Design meets AI: challenges and opportunities. *Journal of Engineering Design*. 2025;36(5–6):637–641. <https://doi.org/10.1080/09544828.2025.2484085>
16. Timofeev A. V. The essence and problems of artificial intelligence in the context of modern scientific and philosophical conceptions. *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Philosophy*. 2020;(2):127–133. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/oqmksa>
17. Moleta T. Traversing unknown territories: notes on researching the learners' experience of real-time virtual engines in the architectural design studio. In: *Projections: Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 2021), Hong Kong, 29 March – 1 April 2021*. Vol. 2. Hong Kong: The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA); 2021. P. 55–60. URL: https://caadria2021.org/wp-content/uploads/2021/03/caadria2021_290.pdf
18. Chih-Wen Lan. Adapting architectural design education for the AI era: preliminary findings and future directions. In: *END 2023 International Conference on Education and New Developments*. Lisbon; 2023. P. 380–384. <https://doi.org/10.36315/2023v1end080>
19. Jin Sh., Tu H., Li J., Fang Yu., Qu Zh. Xu F., et al. Enhancing architectural education through artificial intelligence: a case study of an AI-assisted architectural programming and design course. *Buildings*. 2024;14(6):1613. <https://doi.org/10.3390/buildings14061613>
20. Cudzik J., Nyka L., Szczepański J. Artificial intelligence in architectural education – green campus development research. *Global Journal of Engineering Education*. 2024;26(1):20–25. URL: https://www.researchgate.net/publication/378149030_Artificial_intelligence_in_architectural_education_-_green_campus_development_research

21. Karpov S. V. Philosophy of architecture as an ethical and aesthetic foundation of architectural practice. *Gumanitarny`e vedomosti TGPU im. L. N. Tolstogo*. 2021;(2):77–83. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/cofjbo>
22. Saleh M. S. Implementation of digital methods at different stages of architectural design. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2021;1(54):268–278. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2021-1-268-278>
23. Chaillou S. *AI + Architecture Towards a New Approach: Master's thesis*. Harvard University; 2019. URL: https://www.academia.edu/39599650/AI_Architecture_Towards_a_New_Approach
24. Vlasova E. L., Vlasova M. L., Borovikova N. V., Karelin D. V. Artificial intelligence in architectural and urban design. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2023;(4):311–324. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2023-4-311-324>



Информация об авторах

Костко Оксана Юрьевна, доцент кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Российская Федерация, oksandra-muz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5203-7926>

Минулин Илфат Гумарович, доцент кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Российская Федерация, aigist@yandex.ru

Туранская Каролина Андреевна, выпускница кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Российская Федерация, turanskaya02@inbox.ru

Information about the authors

Oksana Yu. Kostko, Associate Professor in the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation, oksandra-muz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5203-7926>

Ifat G. Minulin, Associate Professor in the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation, aigist@yandex.ru

Karolina A. Turanskaya, Graduate of the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation, turanskaya02@inbox.ru

Получена 18 августа 2025 г., одобрена 23 сентября 2025 г., принята к публикации 25 сентября 2025 г.
Received 18 August 2025, Approved 23 September 2025, Accepted for publication 25 September 2025