

Сокровища мировой архитектуры, отражающие теории и концепции, принципы и приемы проектирования, являются неисчерпаемой базой для роста и развития молодых архитекторов, поиска идей для создания образа и формы объекта. Искусственный интеллект, помимо разработки поэтажных планов, конструктивных схем, паттернов для принятия экологических и организационных решений и т. п., может эффективно генерировать концептуально-прототипные образы, применяя метод диффузий. Искусственный интеллект позволяет значительно сократить время творческого процесса, предлагая широкий выбор вариантов креативных и практических решений на основе предложенных ему прототипных образцов и их описаний.

Ключевые слова: прототипное проектирование; искусственный интеллект; инновации; творческий процесс; обучение искусственного интеллекта. /

The treasures of world architecture, reflecting theories and concepts, principles and techniques of design, are an inexhaustible base for the growth and development of young architects, searching for ideas to create the image and form of an object. Artificial intelligence, in addition to developing floor plans, structural layouts, patterns for environmental and organisational decisions, etc., can effectively generate conceptual and prototypical images using the diffusion method. Artificial intelligence can significantly reduce the time of the creative process by offering a wide range of options for creative and practical solutions based on the prototype patterns and their descriptions offered to it.

Keywords: prototype design; artificial intelligence; innovation; creative process; artificial intelligence training.

Искусственный интеллект в концептуально-прототипном проектировании / Artificial intelligence in conceptual prototyping design

текст

Ольга Воличенко

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы (Москва)

Татьяна Цурик

Юго-Западный государственный университет (Курск)

text

Olga Volichenko

National Research Moscow State University of Civil Engineering; Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (Moscow)

Tatiana Tsurik

South-West State University (Kursk)

Искусственный интеллект (ИИ) постепенно проникает во все сферы жизнедеятельности человека. В течение ближайших десятилетий, по прогнозам исследователей, ожидается, что он сможет полностью заменить врачей, юристов, экономистов, менеджеров и т. п. Во многих отраслях искусственный интеллект способен значительно облегчить и сократить монотонную работу, быстро просчитать варианты и предложить методы решения сложно выполнимых задач. Оценивая возможности искусственного интеллекта, аналитики приходят к выводу, что роботы смогут заменить также и людей творческих профессий – музыкантов, художников, архитекторов и дизайнеров. Нейросеть способна обучаться, используя бесчисленное количество цифровых копий предметов искусства, размещенных в интерактивном пространстве, и на их основе генерировать новые изображения. В 2022 году начинающий американский художник Джейсон Аллен победил на конкурсе, представив картину «Пространственный театр», созданную с помощью искусственного интеллекта в программе синтеза изображений Midjourney (рис. 1).

Данный прецедент вызвал огромное беспокойство творческой общественности. Возникла необходимость в переосмыслении природы искусства и роли художника в процессе создания произведения. В основном критики придерживаются двух точек зрения: пессимисты полагают, что человечество обречено, специалистов интеллектуальной и творческой сферы деятельности вытеснят машины; оптимисты считают, что наука и искусство будут развиваться, адаптируясь к новым технологиям.

Надо признать, что использование различных технологий, аналоговых или цифровых, в творческом процессе ни в коей мере не снижает ценности произведения искусства. Например, еще в 1956 году художник Ив Кляйн творил при помощи изобретенного им «воздушного пистолета» для метания краски, получая необходимый эффект цветового звучания (рис. 2). Американский художник Джексон Поллак использовал различные механизмы, благодаря которым создавал свои картины в технике капельной живописи (рис. 3). Условием авторства остается участие художника в акте создания художественного произведения. Независимо от того, какие технологии

применялись, он должен моделировать и контролировать весь творческий процесс.

Термин «искусственный интеллект» был придуман в середине XX века (1956) на конференции в Ганновере. Английский математик Алан Тьюринг еще в 1950 году высказал идею плавного поступательного обучения машин – накопления ими информации в процессе их так называемого взросления. Он предложил «строить детские машины», которые смогут постепенно сами по себе вырасти и научиться общаться на уровне взрослых людей» [1, с. 455]. Именно данная модель используется при обучении искусственного интеллекта в настоящее время. В основу положено умение системы распознавать закономерности и учиться на них, улучшая свои познавательные способности без вмешательства человека. Парадигмы искусственного интеллекта, такие как нейронные сети и эволюционные алгоритмы, в первую очередь моделируют методы бессознательного рассуждения и обучения. Уровень обработки и анализа статистических данных позволяет искусственному интеллекту делать прогнозы, приближающиеся к точности человеческих интуитивных догадок.

Экспертная группа Европейской комиссии, исходя из задач, выполняемых искусственным интеллектом, определяет его как «программные (и, возможно, также аппаратные) системы, разработанные людьми, которые, имея сложную цель, действуют в физическом или цифровом измерении, воспринимая окружающую среду посредством сбора данных, интерпретации собранных структурированных или неструктурированных данных, обобщения знаний или обработки информации, полученной на основе этих данных, и принятия решения о наилучших действиях, которые следует предпринять для достижения поставленной цели. Системы искусственного интеллекта могут либо использовать символические правила, либо изучать числовую модель, а также адаптировать свое поведение, анализируя, как на окружающую среду влияют их предыдущие действия» [2, с. 16].

Искусственный интеллект прочно вошел в архитектурную теорию и проектную практику. Он превратился в инструмент, необходимый для создания объемных изображений, проведения предпроектного и проект-



< Рис. 1.
Пространственный театр.
Автор Д. Аллен (<https://clck.ru/36wp8Q>)

ного анализа, улучшения городского планирования, разработки внутренней планировки поэтажных планов, автоматизации документации, оптимизации организации деятельности и т. д. Использование систем искусственного интеллекта в архитектуре обуславливается необходимостью обеспечения потребностей населения, численность которого, по прогнозам ООН, к 2100 году достигнет 10,4 млрд чел. [3]. Рост населения будет сопровождаться стремительными темпами урбанизации, что потребует от архитекторов и градостроителей разработки более эффективной городской инфраструктуры, повышения комфорта жилых и общественных пространств (рис. 4).

Искусственный интеллект в архитектурном проектировании и строительстве позволит оптимизировать проектные решения, экологические и экономические характеристики, повысить скорость возведения зданий, качество планирования и точность конструктивных расчетов. Программные инструменты помогают архитекторам и дизайнерам эффективно выполнять эти технические задачи, освобождая время для творческого процесса. «Благодаря автоматизации, – говорит разработчик обучающих программ искусственного интеллекта в компании NVIDIA Майк Мендельсон, – мы можем освободить время, затрачиваемое на повторяющиеся задачи, и инвестировать это время в дизайн» [4].

Искусственный интеллект в архитектурном проектировании опирается на компьютерные программы, имитирующие в решении сложных проблем человеческий разум. Машинное обучение относится к способности системы искусственного интеллекта распознавать шаблоны и учиться на них, самостоятельно улучшая свои когнитивные функции. «Обучение без учителя – используется в тех случаях, когда требуется обнаружить внутренние взаимосвязи, зависимости и закономерности, существующие между объектами, но заранее мы не знаем, в чем именно заключаются эти закономерности» [5, с. 174]. А. Тьюринг предсказывал, что «наблюдая за результатами своего поведения, он (ИИ. – Прим. автора) может модифицировать свои программы для более эффективного достижения какой-либо цели. Это возможности ближайшего будущего, а не утопические мечты» [1, с. 449].



^ Рис. 2. Бизон. Художник
Ив Кляйн (<https://clck.ru/36wpAQ>)



< Рис. 3. Номер 8 – 1950.
Художник Джексон Поллак
(<https://clck.ru/36wpDx>)



^ Рис. 5. «Марсельская единица». Архитектор Ле Корбюзье (<https://clck.ru/34xvCJ>)



^ Рис. 4. Многофункциональное здание, созданное с помощью DALL-E 2 (<https://clck.ru/36wb9f>)

В то же время в среде ученых нет единого мнения о способности искусственного интеллекта мыслить и творить как человек. Философ Хьюберт Дрейфус утверждал, что интеллект человека и его опыт зависят в первую очередь от быстрых, интуитивных суждений, а не от пошагового манипулирования символами и что эти навыки никогда не могут быть отражены в формальных правилах [6, с. 415]. Математик и психолог Дэниел Канеман в когнитивной системе познания выделяет два способа, используемых людьми для решения проблем. Первый, названный «Система 1», строится на быстром интуитивном суждении, второй – «Система 2» – использует медленное пошаговое мышление [7]. Второй способ уже получил широкую апробацию в обучении программ искусственного интеллекта. Американский философ Джон Сёрл, рассматривая возможности создания и развития искусственного сознания, различал «сильный ИИ» и «слабый ИИ». Две версии искусственного интеллекта определялись исходя из целей, которые они стремились достичь. «Сильный» – обладал всеми умственными способностями человека, включая феноменальное сознание. В данном случае разум по отношению к человеку – это то же самое, что программа по отношению к компьютеру. «Слабый» – это модели компьютеров, используемые в качестве средства обработки информации и исследования разума и сознания человека [8]. В основном исследователи сходятся в том, что цифровые технологии «не слишком хороши для открытых творческих решений, это все еще прерогатива людей...» [4].

Художника делает художником замысел и идея произведения, а воплощать задуманное может кто угодно – хоть техники или начинающие архитекторы, хоть нейросеть. Создавая «форму, художник меняет ее, чтобы осмыслить. Условность освобождает художника от необходимости копировать предмет, делает способным обнажить суть, скрытую за оболочкой предмета» [9, с. 102]. Творческий метод и концептуальные идеи проектов архитектора формируются под влиянием трудов философов, теоретиков и мыслителей. Философия присутствует везде, где существует идея. Глубокое осмысление творческого процесса, осознанный выбор собственного пути и его теоретическое обоснование характеризует зрелого мастера. Очень часто взгляды, теории, концеп-

ции архитекторов формируются в некий слоган, девиз, емко и целостно выражающие творческую философию. Например, Ле Корбюзье, заявляющий, что «архитектура формируется технологическими возможностями времени», реализовал способ индустриального возведения зданий (рис. 5). Френк Гери дополнил данный тезис: «Архитектура должна говорить о своем времени и пространстве, но стремиться к безвременью», разрабатывая вневременную архитектуру. Людвиг Мис ван дер Роэ использовал принцип «Меньше значит больше», создавая и устанавливая связи в многофункциональном пространстве. Бьярке Ингельс идет дальше, утверждая: «Да, это больше», максимально учитывая все запросы заказчика и одновременно подчиняясь различным требованиям места. Заха Хадид утверждала «отсутствие прямых углов», сочиняя архитектуру, меняющую привычное пространство. Мысль, обращенная в словесную формулу, сохраняет творческий аспект зодчего, становясь важной вехой в истории архитектуры.

Как известно, история архитектуры – это история стилей: готика, ренессанс, барокко, классицизм, ампири и т. д. Архитектура стилей всегда опиралась на образец (прототип). Архитектор стремился осмыслить основные стилевые приемы и на базе принятой канонической парадигмы разработать собственное видение композиции архитектурных форм, создавая индивидуальный, присущий только ему авторский почерк. И в настоящее время молодые архитекторы, формируя собственную концепцию творчества, подражают известным мэтрам – звездным архитекторам Ле Корбюзье, Мис ван дер Роу, Филиппу Джонсу, Марио Ботта, Майклу Грейвсу, Захе Хадид, Даниэлю Либескиндю, Бьярке Ингельсу и др. Идеи и опыт мастеров воплощаются в архитектурных формах, становясь общим достоянием человечества. Архитектура, рассматриваемая в культурной перспективе, формируется не только в виде мейнстрима, но и в виде клише (установленных образцов, прототипов), принятых и распространяемых в данное время. В целях сокращения времени на поиск образа на основе концептуально-прототипного проектирования искусственный интеллект может быстро генерировать изображения в соответствии с заданным стилем или концептуальным направлением. Традиционные методы проектирования предполагают выполнение значительно-



^ Рис. 6. Прототипное моделирование: ряд А – в стиле экспрессионизма; ряд Б – в стиле структурализма. Изображения сгенерированы авторами с помощью нейросети Kandinsky 2.1



^ Рис. 7. Моделирование в стиле экспрессивного структурализма. Изображения сгенерированы авторами с помощью нейросети Kandinsky 2.1

го количества эскизов по модификации дизайна. Ручная графика, даже в виде быстрых скоростных набросков, требует времени, что приводит к низкой эффективности проектирования. Искусственный интеллект справляется с этим мгновенно, генерируя множество изображений высокого качества в соответствии с заданным прототипом и кратким текстовым описанием.

Модель ChatGPT, разработанная в 2022 году американской компанией OpenAI, совместно с архитектором на основе конкретных указаний создает развернутые текстовые описания и изображения будущего проекта. Сложность при обучении искусственного интеллекта возникает в определении стилей, течений, концептуальных направлений. В архитектурной теории отсутствуют единый понятийный аппарат и выработанная система определений принятой терминологии. Особенно остро эта проблема ощущается при изучении истории архитектуры XX и XXI веков. Запутанность терминологии затрудняет обучение не только искусственного интеллекта, но и студентов. Возникает необходимость использования принципов таксономии при создании классификации и систематизации архитектурных течений. Также важно привести к единообразию понятия, дать точные и емкие формулировки определений.

Одни и те же концептуальные направления модернизма и постмодернизма по-разному назывались в двух противоборствующих пространствах – Запада (капиталистические страны) и Востока (страны социализма). Для того чтобы устранить путаницу, облегчить усвоение материала и предоставить возможность студентам свободно ориентироваться в современной и новейшей архитектуре, научное сообщество неоднократно обращалось к решению данной проблемы. Более десяти лет назад совместно с профессором Д. Д. Омуралиевым мы также обращались к вопросам систематизации архитектурных течений и направлений. На основе анализа трудов по истории архитектуры была предложена структура группировки течений XX и XXI веков внутри крупных архитектурных стилей (ранний и поздний модернизм, постмодернизм и панмодернизм). Были проведены параллели между разными трактовками, установлены соответствия, даны краткие (а значит, легко запоминающиеся студентами) определения каждого архитектурного течения, которые

для наглядности сопровождалась иллюстрациями [10]. Такой же принцип может быть использован для обучения искусственного интеллекта с привлечением более развернутого иллюстративного ряда. Если раньше для обучения искусственного интеллекта требовалось собрать датасеты из тысяч изображений, то сейчас, используя методы DreamBooth (преобразование текста в изображения) и LoRa (для уменьшения размерности), достаточно всего 10–20 иллюстраций, чтобы за 10 минут научить искусственный интеллект генерировать изображения в стилистике данного архитектурного течения. Возникает необходимость в создании электронной библиотеки точных стилистических описаний и систематизации соответствующих им изображений архитектурных объектов.

На этапе концептуального поиска ChatGPT, просматривая в интернете исследования и доказательства выдвинутой идеи, может помочь и указать архитектору различные дополнительные направления поиска. В настоящее время ChatGPT владеет достаточно обширной информационной базой данных об исторических стилях, которая при правильной «навигации» может быть использована архитекторами. Если, к примеру, попросить искусственный интеллект дать определение стилю барокко, то сначала он выдаст общую информацию, распространенную в интернете, заключающуюся в рассуждениях о внешних проявлениях стиля, выраженных в декоративности оформления фасадов и интерьеров. Но при введении уточняющего замечания, например «иллюзия», предоставляется более углубленное и развернутое раскрытие темы с выделением присущих данному стилю признаков, характерных черт и методов. Если мы начнем говорить об архитектурных течениях XX века, то сложности добавляются. К примеру, обладая информацией об экспрессионизме, его ключевых чертах, работах архитекторов, ярких представителей этого направления, искусственный интеллект все же не имеет достаточной количественной базы изображений и подсказок, характеризующих данное направление. Недостаток информации отражается на получаемых моделях (рис. 6, 7). Для создания изображений на рис. 6, ряд А, использовалась подсказка: «Здание музея в стиле экспрессионизма 20-х годов, моделирующего квазиприродные формы (Герман Финстерлин, Эрих Мендельсон); на рис. 6, ряд

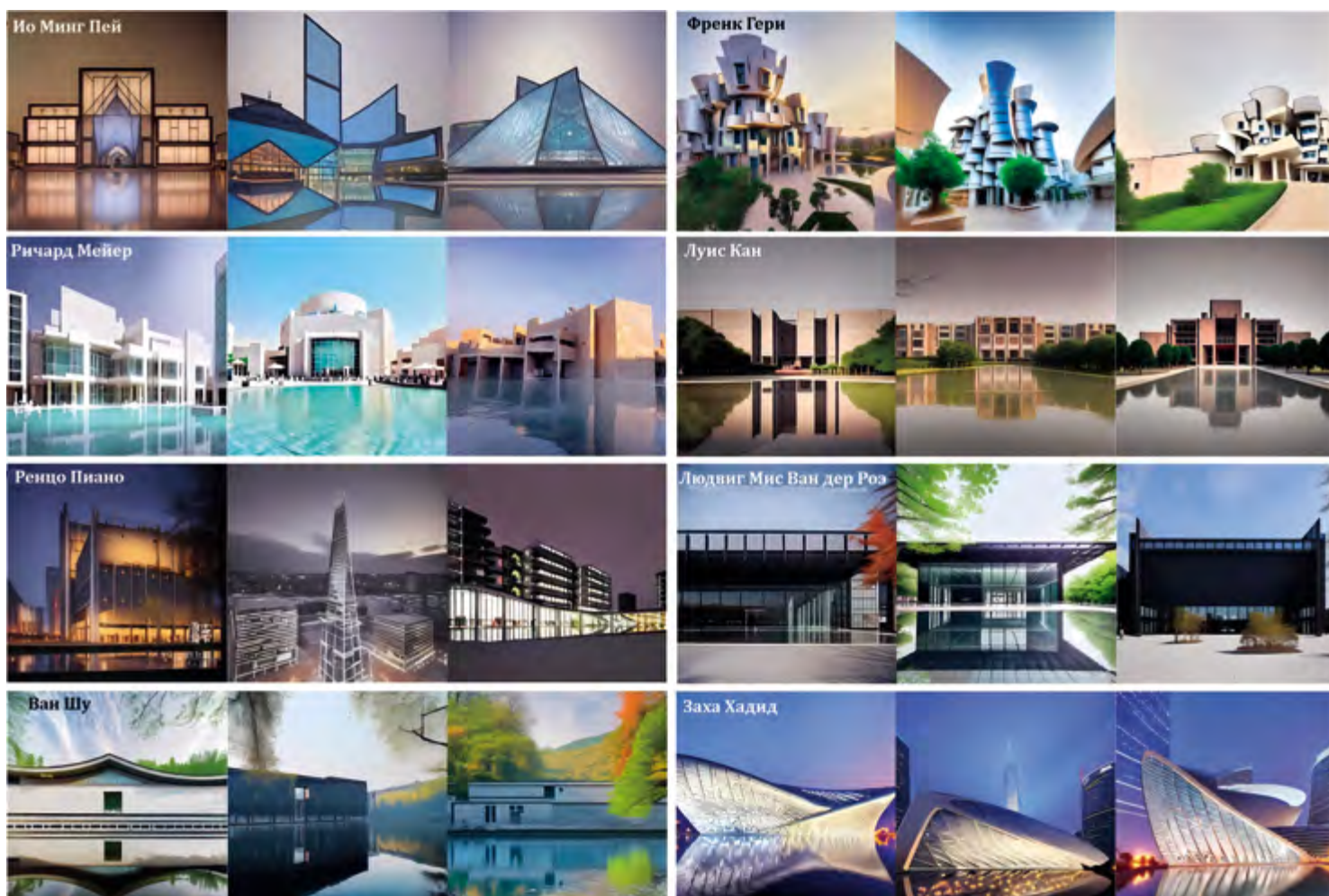
Б: «Музей в стиле структурализма – метод выделения структурных композиционных, конструктивных и планировочных элементов и их взаимоотношений (Э. Смитсон, М. Сафди)»; на рис. 7 – «В стиле экспрессивного структурализма – художественный прием, отталкивающийся от экспрессионизма 20-х и структурализма 60-х гг. Динамическая структура – главный формообразующий принцип архитектурного объекта».

Такие программы, как Midjourney, Stable Diffusion или DALL-E 2, с помощью нейронной сети, обученной на эталонных изображениях из интернета, преобразовывают вводимое текстовое описание в детализированный визуальный образ, создавая эскизы практически фотографического качества. Данные программы также эффективны при концептуально-прототипом моделировании. На ранних этапах профессиональной деятельности довольно часто молодые архитекторы выполняют проекты в той или иной стилистике, подражая манере известных зодчих. Искусственный интеллект на основе

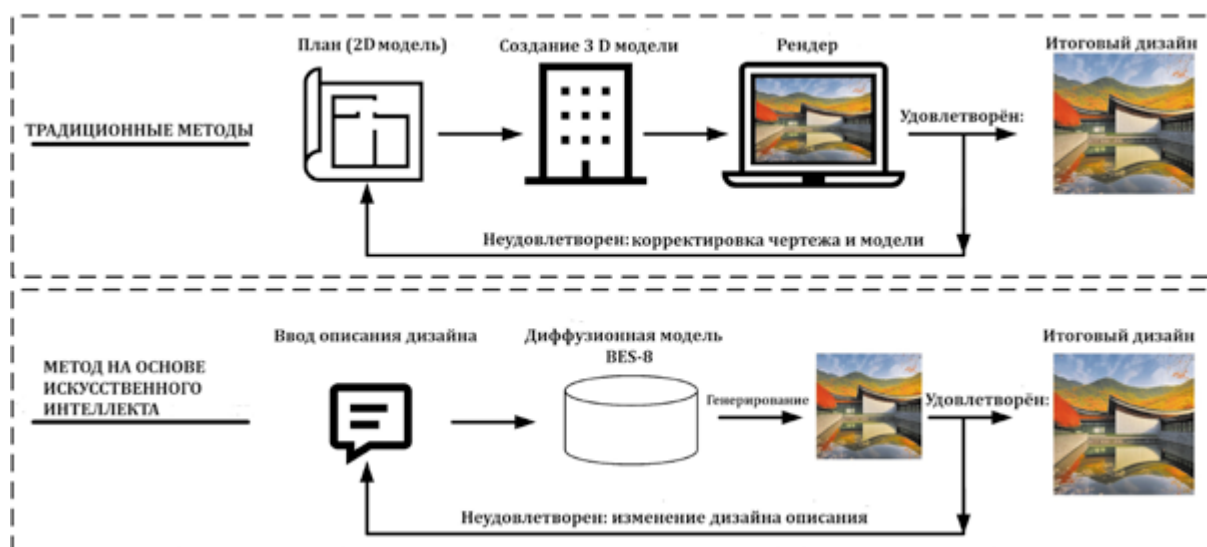
анализа шаблонов (архитектурных изображений и образов в интернете) позволяет быстро генерировать базовые положения стиля мастера для принятия эффективных и экологически безопасных решений (рис. 8).

В последнее время популярность завоевали диффузные модели генерации изображений, но применение их в архитектурном проектировании все еще сопряжено с рядом трудностей. Проблемы возникают из-за необходимости сбора огромного количества интернет-данных для обучения, в которых часто отсутствуют качественные профессиональные аннотации, из-за чего программе не удается установить взаимосвязь между архитектурными изображениями и архитектурным языком [11].

Если при традиционном методе для внесения изменений в изображения визуализации проекта требуется корректировать все его чертежи (планы, фасады и т. д.), то при использовании искусственного интеллекта для повторного создания проекта нужно только изменить подсказку (рис. 9). Полученные сгенерированные



^ Рис. 8. Прототипное моделирование (подсказка: «Архитектурная фотография в стиле... (имя архитектора), фотореалистичная, высокой четкости») (<https://clck.ru/36wpS9>)



< Рис. 9. Сравнение методов проектирования (<https://goo.su/l020>)

изображения необходимо оценить, для чего вручную устанавливают и подсчитывают оценочные показатели содержания дизайна проекта. «Изображения, созданные с помощью искусственного интеллекта, больше похожи на эскизы, и архитектор должен преобразовать эти эскизы в чертежи, модели и данные изготовления», – говорит архитектор Эндрю Кадлесс. «Помимо перевода, вам также нужны люди, обладающие опытом принятия правильных эстетических решений. ИИ поможет архитекторам быстрее исследовать идеи, если они критически относятся к инструментам и понимают, что они могут и чего не могут» [12] (рис. 10).

Архитекторы, также как и искусственный интеллект, чтобы воплотить концепцию в жизнь, полагаются на слои информации и встроенные знания. Архитектура включает в себя широкий спектр проектной и организаторской деятельности: проектные исследования на начальном этапе, затем осмысление проблемы, ведущее к творческому формулированию (и конструированию) пространства; разработка детальной проектной документации и организация системы утверждения, планирования и ценообразования. Искусственный интеллект может значительно облегчить отдельные этапы проектирования, совместно с архитектором сделать процесс быстрым, эффективным, креативным и компетентным. Неоспоримо его участие на этапах планирования – при разработке и корректировке поэтажных планов, анализе эффективности показателей устойчивой архитектуры, в повышении уровня комфортности городской среды, эскизировании, параметрическом моделировании, выявлении угроз и обеспечении безопасности строительства и т. д. Пока искусственный интеллект не может построить здание или представить вдохновляющие проекты, но он позволяет сделать процесс более быстрым и плодотворным, дает возможность посмотреть на проблему с неожиданного ракурса и стимулирует появление новых идей.

Архитектура оказалась на перепутье межпрофессиональных дискуссий по оптимальному использованию искусственного интеллекта в реальных условиях проектирования и строительства. Продвинутый искусственный интеллект вызывает чувство экзистенциального страха, замешательства и волнения, как перед прыжком в не-

изведанное, в прогнозируемое будущее, которое уже наступило. Пороговое состояние видения развития профессии – оптимистичное, в котором искусственный интеллект выступает в роли незаменимого помощника, или пессимистичное, когда он становится «последним гвоздем, забитым в гроб архитектуры». Остается резюмировать, что «архитектурная деятельность отделилась от сферы искусства, став придатком технической сферы» [13, с. 73].

В настоящее время, невзирая на то что искусственный интеллект становится мощным инструментом при решении простых практических задач в проектной деятельности архитектора, он все еще находится на промежуточной стадии разработки. Он не может интегрировать две части процесса проектирования – мгновенную разработку бесчисленного количества вариантов поэтажных планов с творческим видением, образов, составленных из изображений, найденных на просторах интернета при помощи кратких текстовых подсказок. «Объединение этих двух возможностей вместе станет, пожалуй, самым глубоким достижением в области дизайна и технологий в эпоху ИИ» [14].

Архитектор при оптимистичных прогнозах превращается в куратора. Его роль сведется к обучению и заданию вектора поиска в решении поставленных проектных задач на основе заданных параметров, к оценке полученного результата в виде сотни вариантов образцов проектных решений, выбору итогового дизайна или к их корректировке, для чего необходимо продолжать менять установки, до тех пор пока не будет получен результат, удовлетворяющий все стороны проектного процесса.

Литература

1. Turing, A. Computing Machinery and Intelligence // Mind. – 1950. – Vol. 59 (236). – P. 433–460. – DOI:10.1093/mind/LIX.236.433
2. Pellegriin, J., Colnot, L., Delponte, L. Artificial Intelligence and Urban Development. Policy Department for Structural and Cohesion Policies Directorate-General for Internal Policies. – 2021. – PE 690.882 – P. 76.
3. Глобальные вопросы повестки дня. Народонаселение // Организация объединенных наций. – URL: <https://www.un.org/ru/global-issues> (дата обращения: 6 28.11.2023).



> Рис. 10. Концепт павильона архитектора Стивена Курласа и Midjourney (<https://goo.su/UMUxE>)

4. Thomas, M. The Future of AI: How Artificial Intelligence Will Change the World // *Builtin*. – 2023. – URL: <https://builtin.com/artificial-intelligence/artificial-intelligence-future> (дата обращения: 28.11.2023).
 5. Кашеварова, Г. Г. «Искусственный интеллект», или «логические рассуждения и разумные решения» в технической диагностике объектов строительства // *Academia*. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 166–180. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-166-180
 6. Дрейфус, Х., Дрейфус, С. Создание сознания vs моделирование мозга // Аналитическая философия: становление и развитие : антология / перевод с англ., нем. – Москва : Дом интеллектуальной книги ; Прогресс-Традиция, 1998. – С. 401–432.
 7. Канеман, Д. Внимание и усилие / перевод с англ. И. С. Уточкина. – Москва : Смысл, 2006. – 288 с.
 8. Сёрл, Дж. Разум мозга – компьютерная программа? // В мире науки. – 1990. – № 3. – URL: <https://alt-future.narod.ru/Ai/sciam1.html> (дата обращения: 28.11.2023).
 9. Воличенко, О., Иманкулов Д., Марченко, А. Теоретическая модель художественного и архитектурного объекта // Проект Байкал. – 2023. Т. 20, № 75. – С. 98–104. – DOI: 10.51461/pb.75.22
 10. Воличенко, О. В. Архитектурное проектирование. Концептуально-прототипное моделирование архитектурных объектов. – Саратов: Вузовское образование, 2020. – 140 с. – DOI: 10.23682/89676
 11. Chen, J., Wang, D., Shao, Z., Zhang, X, Ruan, M., Li, H., Li, J. Using Artificial Intelligence to Generate Master-Quality Architectural Designs from Text Descriptions // *Buildings*. – 2023. – Vol. 13 (9). – P. 2285. – URL: <https://doi.org/10.3390/buildings13092285> (дата обращения: 28.11.2023).
 12. Faure, G. The Architects Designing Surreal Worlds with AI // *Bloomberg*. – 2023. – URL: <https://www.bloomberg.com/news/features/2023-01-31/architects-embrace-ai-art-generator-midjourney> (дата обращения 28.11.2023).
 13. Воличенко, О., Цурик, Т. Двойственность отношения к исторической городской застройке // Проект Байкал. – 2023. – Т. 20, № 75. – С. 68–73. – DOI: 10.51461/pb.75.16
 14. Mortice, Z. Vision Setting and Problem Solving: AI in Architecture Is Changing Design // *Design & Make*. – 2023. – URL: <https://www.autodesk.com/design-make/articles/ai-in-architecture> (дата обращения: 28.11.2023).
- References**
- Chen, J., Wang, D., Shao, Z., Zhang, X, Ruan, M., Li, H., & Li, J. (2023). Using Artificial Intelligence to Generate Master-Quality Architectural Designs from Text Descriptions. *Buildings*, 13(9), 2285. <https://doi.org/10.3390/buildings13092285>
- Dreyfus, H., & Dreyfus, S. (1998). Making a mind vs modeling the brain. In *Analiticheskaya filosofiya: Stanovlenie i razvitie (antologiya)* (pp. 401-432). Moscow: Dom intellektualnoj knigi; Progress-Tradiciya.
- Faure, G. (2023). The Architects Designing Surreal Worlds with AI. *Bloomberg*. Retrieved November 28, 2023, from <https://www.bloomberg.com/news/features/2023-01-31/architects-embrace-ai-art-generator-midjourney>
- Kaneman, D. (2006). *Vnimanie i usilie [Attention and effort]* (I. S. Utchkin, Trans.). Moscow: Smysl.
- Kashevarova, G. G. (2023). “Artificial Intelligence” or “Logical Discussion and Reasonable Solutions” in Technical Diagnostics of Construction Projects. *Academia. Architecture and Construction*, 4, 166-180. DOI 10.22337/2077-9038-2023-4-166-180.
- Mortice, Z. (2023). Vision Setting and Problem Solving: AI in Architecture Is Changing Design. *Design & Make*. Retrieved November 28, 2023, from <https://www.autodesk.com/design-make/articles/ai-in-architecture>
- Pellegrin, J., Colnot, L., & Delponte, L. (2021). Artificial Intelligence and Urban Development. Policy Department for Structural and Cohesion Policies Directorate-General for Internal Policies. *PE 690.882*, 76.
- Searle, J. (1990). Razum mozga – kompyuternaya programma? [Is the brain’s mind a computer program?]. *V mire nauki*, 3. Retrieved November 28, 2023, from <https://alt-future.narod.ru/Ai/sciam1.html>
- Thomas, M. (2023). The Future of AI: How Artificial Intelligence Will Change the World. *Builtin*. Retrieved November 28, 2023, from <https://builtin.com/artificial-intelligence/artificial-intelligence-future>
- Turing, A. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460. DOI:10.1093/mind/LIX.236.433.
- United Nations (n.d.). *Global issues. Population*. Retrieved November 28, 2023, from <https://www.un.org/ru/global-issues>
- Volichenko, O. V. (2020). *Arkhitekturnoe proektirovanie. Konceptualno-prototipnoe modelirovanie arkhitekturnykh obyektov [Architectural Engineering. Conceptual prototyping modeling of architectural objects]*. Saratov: Vuzovskoe obrazovanie. DOI 10.23682/89676.
- Volichenko, O., Curik, T. (2023). Ambivalence towards historical urban development. *Project Baikal*, 20(75), 68-73. <https://doi.org/10.51461/pb.75.16>
- Volichenko, O., Imankulov D., Marchenko, A. (2023). A theoretical model of the artistic and architectural object. *Project Baikal*, 20(75), 98-104. <https://doi.org/10.51461/pb.75.22>