



ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR DEVELOPING SPATIAL THINKING IN DRAWING LESSONS IN A SECONDARY SCHOOL

E. E. Khuzhakulov

Karshi State University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17798728>

ARTICLE INFO

Received: 25th November 2025

Accepted: 29th November 2025

Online: 30th November 2025

KEYWORDS

Artificial intelligence, technical drawing, spatial thinking, 3D modeling, graphic literacy, projection generation, AI platforms, digitalization of education.

ABSTRACT

The article examines the methodology of applying artificial intelligence in teaching technical drawing in secondary school. The study substantiates the impact of AI on the development of students' spatial thinking, which is a key component of graphic literacy. Based on the analysis of contemporary research and teaching practice, a system of effective methods is proposed, including AI-supported mental rotation, generation of 3D models from drawings, automated detection of graphical errors, adaptive task complexity, and the use of generative AI-based training tools. The results demonstrate that the integration of AI significantly increases the effectiveness of teaching technical drawing, enables individualized learning pathways, and reduces students' cognitive load when performing spatial transformations. The findings can serve as a basis for the development of future digital educational platforms and the implementation of intelligent technologies in graphic education.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ НА УРОКАХ ЧЕРЧЕНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Э. Э. Хужакулов

Каршинский государственный университет

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17798728>

ARTICLE INFO

Received: 25th November 2025

Accepted: 29th November 2025

Online: 30th November 2025

ABSTRACT

В статье рассматривается методика применения искусственного интеллекта в процессе преподавания черчения в общеобразовательной школе. Обосновано влияние ИИ на развитие пространственного мышления учащихся, представляющего собой



KEYWORDS

Искусственный интеллект, черчение, пространственное мышление, 3D-моделирование, графическая подготовка, генерация проекций, ИИ-платформы, цифровизация образования.

ключевой компонент графической подготовки. На основе анализа современных исследований и педагогического опыта предложена система методов, включающая ИИ-поддерживаемую ментальную ротацию, генерацию 3D-моделей по чертежам, автоматизированный анализ графических ошибок, адаптацию сложности заданий и использование генеративных ИИ-тренажёров. Показано, что интеграция ИИ позволяет значительно повысить эффективность обучения черчению, обеспечивает индивидуализацию процесса и снижает когнитивную нагрузку учащихся при выполнении пространственных преобразований. Материалы исследования могут служить основой для дальнейшей разработки цифровых образовательных платформ и внедрения интеллектуальных технологий в графическое образование.

Современная система образования находится на этапе интенсивной цифровой трансформации, центральное место в которой занимает интеграция инновационных технологий, направленных на повышение качества обучения и развитие ключевых когнитивных компетенций учащихся. Одним из наиболее перспективных технологических направлений, стремительно развивающихся в последние годы, является использование искусственного интеллекта (ИИ) в процессе образования. Внедрение ИИ в образовательный процесс создаёт новые дидактические возможности для визуализации, анализа и моделирования учебных объектов, что особенно значимо для дисциплин, требующих развитого пространственного мышления, таких как черчение [1]. Исследования подтверждают, что ИИ является важнейшим элементом цифровой трансформации образования, обеспечивая повышение качества учебного процесса и его адаптацию под индивидуальные траектории учащихся.

Черчение традиционно рассматривается как предмет, обеспечивающий формирование у школьников навыков ментальной ротации, работы с проекциями и пространственной реконструкции объектов. Данные исследования показывают, что использование CAD-сред в школьной практике способствует существенному развитию пространственной визуализации учащихся [2]. Однако классические методы обучения черчению имеют ряд объективных ограничений: плоскостной характер учебных материалов, низкий уровень интерактивности и высокая зависимость от ручных графических операций. В этом контексте ИИ-инструменты — от систем автоматической генерации чертежей до сервисов интеллектуальной трёхмерной визуализации — позволяют сделать процесс обучения более



наглядным, адаптивным и исследовательским. Экспериментальные работы показывают, что использование физических или цифровых 3D-моделей обеспечивает значительно более высокие результаты в развитии пространственного мышления по сравнению с традиционными двумерными чертежами [3]. Аналогичные эффекты наблюдаются при внедрении технологий дополненной реальности, повышающих уровень наглядности и активизирующих процессы ментальной трансформации [4].

ИИ открывает возможности для построения адаптивного обучения, обеспечивая динамическое изменение сложности заданий, автоматическое выявление типичных ошибок и формирование персонализированных рекомендаций для их устранения. Таким образом, ИИ не только облегчает освоение графического материала, но и способствует целенаправленному формированию пространственного мышления, что отражено в современных исследованиях цифровой педагогики и инженерного образования [5].

Рассмотрение ИИ как инструмента развития пространственного мышления на уроках черчения определяет новые направления модернизации содержания и методики преподавания данной дисциплины в общеобразовательной школе. Особую актуальность приобретает исследование педагогического потенциала ИИ, выявление эффективных моделей его применения и оценка влияния цифровых технологий на образовательные результаты учащихся.

Использование ИИ в учебной среде черчения предполагает не просто цифровизацию графической деятельности, а переход к новым формам интеллектуального моделирования. ИИ-инструменты способны генерировать 3D-модели, автоматически анализировать чертежи, предлагать учащимся адаптивные задания и корректировать ошибки. Такие возможности обеспечивают учащимся наглядный и интерактивный опыт, способствуя более глубокому и быстрому развитию пространственного мышления.

Анализ творчества исследователей России и стран СНГ показывает, что за последние годы сформировалась значительная научная база, изучающая взаимосвязь ИИ, пространственного мышления, проектирования и графической подготовки. В частности, работы, посвященные генеративным моделям для архитектурного проектирования, компьютерной визуализации, внедрению ИИ в архитектурное образование, а также исследования методик формирования пространственного мышления, создают комплексную научно-методическую основу для переосмысления преподавания черчения. Однако большинство из них ориентировано на высшую школу или профессиональное образование и лишь косвенно касается школьного курса черчения [6, 7, 8].

Особую значимость представляет методическая система В.Ю.Щербаковой, сформулировавшей классическую концепцию развития пространственного мышления школьников средствами черчения. В рамках данной системы последовательность упражнений направлена на формирование ключевых пространственных операций: ментальной ротации, перехода между 2D и 3D формами, анализа проекций, выявления ошибок. Интеграция ИИ в традиционную



методику позволяет существенно усилить её потенциал, делая обучение более наглядным, динамичным и индивидуализированным [9].

С научно-методологической точки зрения исследование В.Ю.Щербаковой представляет значительную ценность для рассматриваемой нами проблематики, поскольку по своему содержанию, структуре и целевым ориентирам оно в полной мере коррелирует с актуальными задачами развития пространственного мышления в процессе обучения черчению. Методическая система, предложенная автором, может служить теоретической и практической основой для разработки обновлённых образовательных технологий. В этом контексте представляет особый интерес сопоставление её концептуальных положений с возможностями, открываемыми использованием искусственного интеллекта на уроках черчения, что позволяет переосмыслить традиционные подходы и адаптировать их к требованиям современной цифровой педагогики.

Диссертационное исследование В. Ю. Щербаковой базируется на фундаментальных положениях классической педагогики, согласно которым обучение черчению рассматривается как системно организованная последовательность упражнений, направленных на поэтапное формирование и развитие пространственного мышления учащихся. Такой подход отражает традиционную дидактическую логику формирования графических умений и обеспечивает методологическую основу для анализа возможности интеграции современных цифровых и интеллектуальных технологий в процесс обучения.

Использование технологий искусственного интеллекта позволяет существенно интенсифицировать и расширить потенциал методических подходов, предложенных В. Ю. Щербаковой, трансформируя их в более интерактивные, адаптивные, визуально насыщенные и персонализированные образовательные практики. Применение ИИ способствует не только технической модернизации процесса обучения черчению, но и качественному усложнению когнитивных процедур, связанных с формированием и развитием пространственного мышления. В этой связи представляется целесообразным рассмотреть ключевые преимущества внедрения искусственного интеллекта в преподавание черчения по сравнению с традиционными дидактическими методиками, особенно в аспекте поэтапного формирования пространственных представлений учащихся.

Согласно концептуальным положениям В. Ю. Щербаковой, важнейшим компонентом обучения черчению является формирование у учащихся умений осуществлять ментальные операции с объектами: мысленно поворачивать их, сопоставлять различные виды и анализировать соответствующие проекции. Интеграция искусственного интеллекта существенно расширяет возможности реализации этого этапа обучения. ИИ-технологии позволяют автоматически генерировать трёхмерные анимации вращения модели, построенной учеником, тем самым обеспечивая визуализацию тех операций, которые в традиционной методике остаются исключительно внутренними.

В соответствии с методикой Щербаковой, ключевым умением является также способность строить проекции объекта и, наоборот, определять объёмную форму



по представленным видам. Современные ИИ-инструменты — в частности, обучающие САД-помощники — способны автоматически реконструировать трехмерную модель по двум–трём видам, выполненным учащимся, или, напротив, создавать полный набор ортогональных проекций на основе исходной аксонометрической модели. Таким образом, предоставляется мгновенная и наглядная взаимосвязь между чертежом и пространственным объектом, что существенно расширяет дидактические возможности по сравнению с традиционным обучением.

Щербакова отмечает, что значимым элементом обучения является разбор типичных ошибок учащихся — таких как несовпадение видов, неточности в размерах и искажения формы. Инструменты искусственного интеллекта позволяют автоматизировать этот процесс: система может выявлять несоответствия между видами, визуально выделять ошибочный фрагмент и формировать пояснение («Размер на фронтальной проекции не соответствует виду сверху»). Более того, ИИ способен предложить корректный вариант выполнения задания, что усиливает эффективность обучения на основе сравнения и анализа ошибок.

Дополнительно В. Ю. Щербакова подчёркивает индивидуальный характер развития пространственного мышления: темп формирования соответствующих умений существенно различается у разных учащихся. ИИ-системы обладают возможностью автоматической адаптации заданий: для начинающих могут быть предложены упрощённые модели, для учащихся с более высоким уровнем подготовки — сложные формы, комбинированные детали или построение разрезов; для испытывающих трудности — интерактивные подсказки или предварительные 3D-модели. Это обеспечивает построение индивидуальной образовательной траектории и согласуется с современными принципами адаптивного обучения.

Это создаёт персональную траекторию развития пространственного мышления, о чём Щербакова писала лишь теоретически — но ИИ позволяет реализовать это практически.

В.Ю. Щербакова отмечала, что ученикам трудно работать с «абстрактными» чертежами. ИИ в свою очередь позволяет: генерировать чертежи реальных объектов (мебели, техники, деталей), создавать интерактивные 3D-сцены, визуализировать объекты учёта — «как это используется в реальной технике».

Одним словом ИИ превращает сухое черчение в практико-ориентированное обучение. На основе подхода Щербаковой можно создать: тренажёры на ментальную ротацию, задачи на определение формы по проекциям, задания с генерацией случайных пространственных фигур, адаптивные упражнения с автоматическим усложнением.

В. Ю. Щербакова отмечает роль учителя в пошаговом формировании пространственных операций. По современной методике ИИ не заменяет учителя, но снимает рутинную нагрузку, оставляя при этом: объяснение принципов,



организацию учебных задач, корректирование мышления, творческие и проектные задания.

Таким образом, роль учителя в процессе преподавания черчения трансформируется: педагог выступает не только как носитель содержания и организатор учебной деятельности, но и как модератор образовательного процесса, направляющий и поддерживающий индивидуальные траектории развития учащихся. В то же время искусственный интеллект функционирует в качестве технологического инструмента, обеспечивающего более активное, наглядное и когнитивно доступное освоение учебного материала. Такая распределённая педагогическая модель позволяет сочетать методический опыт учителя с вычислительными возможностями интеллектуальных систем, что повышает эффективность и привлекательность уроков черчения.

Для более чёткого представления различий между традиционной методикой, предложенной В. Ю. Щербаковой, и обучением, основанным на использовании технологий искусственного интеллекта, ниже приводится сравнительная таблица, отражающая ключевые компоненты и дидактические преимущества каждой из моделей.

Идея Щербаковой	Возможности ИИ
Ментальная ротация	Автоматическая 3D визуализация
2D ↔ 3D переходы	Генерация моделей по видам
Поиск ошибок	Автоматический анализ
Поэтапность	Адаптивность ИИ
Интерес	Интерактивность, AR/VR
Тренажёры	Генеративные системы на ИИ

Анализ методических подходов, разработанных В. Ю. Щербаковой, позволяет заключить, что применение искусственного интеллекта представляет собой логическое и содержательно обоснованное продолжение её концепции формирования пространственного мышления. Интеллектуальные технологии усиливают ключевые элементы её методики, делая процесс обучения более наглядным, динамичным, персонализированным и адаптивным. Тем самым создаются условия для трансформации классической системы развития пространственных представлений в формат, соответствующий требованиям современной цифровой образовательной среды.

В контексте национальных исследований следует отметить вклад узбекских учёных, анализирующих специфику внедрения искусственного интеллекта в образование. Так, О. И. Сирожиддинов исследует особенности проектирования ИИ-моделей, адаптированных к образовательной системе Узбекистана, уделяя внимание вопросам языковой адаптации, локальных учебных данных и культурного контекста [10]. Его работы подчёркивают необходимость разработки



интеллектуальных систем, чувствительных к национальной образовательной специфике.

В свою очередь, Г. С. Исроилжанов рассматривает применение ИИ в образовательном процессе с позиции системных изменений: анализируются возможности персонализированного обучения, внедрения виртуальных тьюторов, автоматизированной оценки знаний, а также инфраструктурные вызовы, сопровождающие цифровизацию образования [11]. Исследование подчёркивает как потенциал, так и организационно-технические ограничения интеграции ИИ в школы и вузы Узбекистана, что делает его значимым для формирования целостного представления о перспективах использования интеллектуальных технологий в преподавании черчения.

В работах профессора М. Рахматуллаева рассматривается влияние технологий искусственного интеллекта на развитие системы высшего образования в Узбекистане, включая трансформацию когнитивных процессов студентов и преподавателей, а также изменение характера профессиональной подготовки в условиях цифровизации [12]. Его исследования подчёркивают, что внедрение ИИ в вузовскую практику не только повышает эффективность образовательного процесса, но и способствует формированию новых форм академического мышления, связанных с анализом данных, моделированием и интеллектуальной визуализацией.

Существенный вклад в изучение вопросов пространственного мышления внесён в статье К. Хубиевой и А. Ишметова, где обосновывается необходимость включения 3D-моделирования в школьные образовательные программы как важного средства развития визуально-пространственных и художественно-конструкторских способностей учащихся [13]. Авторы отмечают, что работа с трёхмерными объектами позволяет учащимся глубже усвоить дисциплины, опирающиеся на пространственный анализ, такие как черчение, технология и геометрия.

В исследовании подчёркивается, что использование программных средств для создания и трансформации 3D-моделей способствует формированию комплексного пространственного видения: учащиеся получают возможность визуализировать объём, анализировать структуру формы, выполнять её ментальную и графическую трансформацию, а также рассматривать объект под различными ракурсами. Такой подход обеспечивает прогрессивное развитие пространственного мышления: от освоения простых геометрических форм — к сложным моделям, от статичных объектов — к динамическому анализу и преобразованию трёхмерных структур.

Таким образом, работы исследователей подчёркивают, что системное использование 3D-моделирования служит эффективной методической основой для развития пространственных навыков учащихся и открывает широкие возможности для дальнейшей интеграции ИИ-технологий в обучение черчению и инженерной графике.



Несмотря на то, что в работе К. Хубиевой и А. Ишметова технологии искусственного интеллекта напрямую не анализируются, представленные авторами идеи обладают высокой релевантностью для настоящего исследования. 3D-моделирование рассматривается ими как фундаментальная цифровая технология, создающая методическую и технологическую основу для последующей интеграции ИИ в образовательный процесс. Расширение их подхода за счёт включения интеллектуальных инструментов в среды трёхмерного моделирования может значительно усилить потенциал развития пространственного мышления, обеспечивая более глубокую визуализацию, интерактивную трансформацию форм и адаптивную поддержку учащихся.

Обобщённый анализ имеющихся исследований показывает, что в научной среде Узбекистана сформировался устойчивый интерес к вопросам применения искусственного интеллекта в образовании. Однако число работ, напрямую соединяющих три ключевых компонента — **искусственный интеллект, пространственное мышление и обучение черчению**, — остаётся ограниченным. При этом исследования, посвящённые внедрению ИИ в систему общего и высшего образования, свидетельствуют о возрастающем стремлении научного сообщества к разработке цифровых решений, способных повысить качество подготовки обучающихся. Данные тенденции подчёркивают актуальность дальнейшего изучения потенциала ИИ в контексте преподавания черчения и формировании у учащихся пространственных навыков, что формирует важное научное направление для последующих исследований.

Отдельного рассмотрения заслуживают исследования автора по тематике цифровизации преподавания черчения, в частности опубликованная работа [14], посвящённая актуальности применения графической программы AutoCAD в процессе выполнения чертежей. В исследовании подчёркивается, что современный учитель черчения должен обладать развитой компетентностью в области компьютерной и инженерной графики, поскольку переход от традиционной ручной техники к цифровым инструментам становится не только актуальным, но и необходимым. AutoCAD рассматривается как средство повышения качества графических работ, обеспечивающее точность, технологичность и высокую продуктивность построений, а также способствующее развитию пространственного мышления учащихся и формированию навыков работы с профессиональными программными продуктами.

Более того, автором подчёркивается значимость использования графических компьютерных программ в подготовке школьников к современным инженерно-техническим и дизайнерским специальностям. Работа демонстрирует, что освоение AutoCAD облегчает процессы редактирования, хранения и последующего применения чертежей, формируя у учащихся не только графическую грамотность, но и культуру работы с цифровыми данными. Хотя в статье напрямую не рассматриваются технологии искусственного интеллекта, её ключевые положения создают прямую методическую, техническую и организационную основу для последующей интеграции ИИ в процесс обучения черчению.



Особым вкладом Э. Хужакулова является обоснование необходимости системного включения цифровых инструментов в школьный курс черчения, что позволяет формировать у учащихся актуальные компетенции, востребованные в инженерии, архитектуре, промышленном дизайне и смежных областях. Данное направление соответствует современным тенденциям модернизации образовательного процесса и способствует повышению профессиональной готовности и технологической грамотности молодого поколения.

Другая работа автора посвящена анализу современных методов формирования пространственного воображения у школьников при изучении черчения [15]. Центральная идея исследования заключается в том, что развитие пространственного мышления требует применения инновационных, технологически насыщенных методических подходов, выходящих за рамки традиционной графической подготовки. В статье рассматриваются современные педагогические стратегии, обеспечивающие формирование у учащихся умений мысленно представлять форму, объём, пропорции и пространственные взаимосвязи объектов. Анализируются подходы, позволяющие повысить эффективность визуализации, усилить наглядность и активизировать когнитивную деятельность школьников при изучении чертёжных построений.

Автор подчёркивает, что максимальный образовательный эффект достигается тогда, когда обучение черчению направлено на развитие пространственного воображения, однако традиционные методы зачастую оказываются ограниченными в своей дидактической выразительности и не всегда обеспечивают необходимую глубину усвоения. В этой связи обосновывается необходимость широкого внедрения современных интерактивных и визуализирующих средств обучения, которые позволяют учащимся не только видеть объект, но и активно взаимодействовать с ним в процессе учебной деятельности.

С этой позиции интеграция технологий искусственного интеллекта полностью соответствует концепции автора: ИИ представляет собой наиболее современный и мощный инструмент визуализации, моделирования и интерактивного построения графических образов. Он способен существенно расширить возможности развития пространственного мышления, обеспечивая динамичность представлений, адаптивность упражнений и мгновенную обратную связь. Таким образом, идеи автора органично вписываются в методологическую основу использования ИИ при обучении черчению и подтверждают актуальность данного направления.

В статье авторов Ochilov Farkhod и Khuzhakulov Elbek рассматривается моделирование как метод формирования и развития пространственного воображения у школьников в процессе обучения черчению [16]. Исследователи подчёркивают, что использование моделирования — как физического, так и цифрового — представляет собой эффективный инструмент развития способности учащихся представлять объёмные формы, анализировать пространственные отношения и визуализировать объекты в трёхмерной среде. В



отличие от традиционного двумерного черчения, метод моделирования позволяет учащимся "увидеть" форму и объём объекта, изучать его пропорции, проводить различные визуальные и конструктивные эксперименты, что способствует более глубокому пониманию изучаемых графических закономерностей и ускоряет развитие пространственного мышления.

Авторы аргументируют, что исключительно бумажно-графические методы обучения не всегда обеспечивают формирование полноценного пространственного восприятия, поскольку ограничены плоскостной природой чертежа. Моделирование же расширяет дидактический потенциал курса черчения, предоставляя учащимся возможность работать с реальными трёхмерными структурами, анализировать их конфигурацию, трансформацию и взаимосвязи. Такой подход укрепляет образное и визуальное мышление, формирует навыки 3D-представления и создаёт прочную основу для последующего освоения инженерной графики, архитектурного проектирования, промышленного дизайна и смежных дисциплин.

Таким образом, моделирование выступает как методически и психологически обоснованный инструмент развития пространственного мышления, который может существенно повысить эффективность подготовки школьников к будущей профессиональной деятельности в технических и инженерных областях.

Статья Очиллова Ф. Э., Черниковой С. М. и Ягуповой Т. А. посвящена проблеме развития творческого мышления учащихся в процессе обучения инженерной графике [16]. Авторы обосновывают, что занятия по инженерной графике обладают значительным потенциалом для формирования не только технических навыков выполнения чертежей, но и более широкого спектра когнитивных качеств, связанных с продуктивным и креативным мышлением. Отмечается, что обучение инженерной графике способствует развитию способности учащихся к визуализации, конструированию, проектированию, а также умению генерировать идеи и находить оригинальные решения.

Исследование подчёркивает, что графическая подготовка выступает не просто как процесс освоения стандартных приёмов черчения, но как важный инструмент формирования творческого и проектного мышления. В ходе графической деятельности учащиеся учатся анализировать и преобразовывать форму, представлять её в различных ракурсах, разрабатывать конструктивные решения — что формирует устойчивые навыки образного мышления и пространственного восприятия. Такой подход способствует развитию творческого потенциала личности и подготовке учащихся к деятельности в областях, где важно сочетание технической точности и креативности.

Авторы рассматривают инженерную графику как область, естественным образом объединяющую техническое и художественно-творческое начало: развитие «жёстких» графических компетенций происходит параллельно с формированием гибкости мышления, способностью к инновациям и инициативности. Такой педагогический подход представляется особенно значимым для будущих дизайнеров, архитекторов, инженеров-конструкторов,



поскольку обеспечивает комплексную подготовку, ориентированную на развитие как профессиональной технической грамотности, так и творческой самостоятельности. Тем самым статья указывает на необходимость интеграции методов, развивающих творческое мышление, в процесс обучения инженерной графике, что может повысить качество подготовки специалистов и их готовность к инновационной профессиональной деятельности.

Проведённый анализ работ авторов также подтверждает, что современная система обучения черчению объективно нуждается в переходе от традиционных методик к интерактивным, визуально-насыщенным и цифровым технологиям. Моделирование, применение CAD-систем и современные формы визуализации выступают ключевыми инструментами в развитии пространственного мышления учащихся. На этом фоне использование искусственного интеллекта представляется закономерным и логичным этапом эволюции графической подготовки, поскольку ИИ обеспечивает более высокую степень наглядности, адаптивности и индивидуализации образовательного процесса, чем любые предыдущие цифровые средства.

Обобщение результатов анализа позволяет сформулировать ряд ключевых выводов:

1. ИИ является эффективным инструментом развития пространственного мышления учащихся, позволяя визуализировать и анализировать сложные пространственные операции
2. Методика преподавания черчения претерпевает качественные изменения благодаря адаптивности, интерактивности и персонализации, которые обеспечивает ИИ.
3. ИИ радикально расширяет дидактические возможности обучения: от плоскостных изображений — к динамическим 3D-моделям и интеллектуальной визуализации.
4. Применение ИИ снижает барьер когнитивной сложности при изучении проекций, разрезов, сечений и ментальных трансформаций объектов, благодаря чему развитие пространственного представления происходит быстрее и результативнее, чем при традиционном обучении.
5. Адаптивные механизмы ИИ позволяют каждому учащемуся получать задания оптимальной сложности, что обеспечивают индивидуальные образовательные траектории, которое является ключевым принципом современной педагогики.
6. Сравнительный анализ показал, что интеграция ИИ усиливают традиционные методики (Щербакова и др.), делая их более наглядными, взаимодействующими и доступными, что подтверждает дидактическую и методическую преемственность, модернизацию классических подходов.
7. Использование ИИ формирует у учащихся навыки работы с современными инженерными инструментами, повышает мотивацию к изучению черчения и подготавливает школьников к профессиям в сфере архитектуры, дизайна, инженерии и цифрового производства.



8. Внедрение ИИ в преподавание черчению стимулирует переход от репродуктивного выполнения операций к исследовательскому, творческому и проектному типу деятельности, что соответствует целям современного образования.

9. Тема «ИИ + черчение + пространственное мышление» представляет собой новую научную область, особенно актуальную для Узбекистана и стран СНГ, что требует дальнейших исследований, включая разработку ИИ-платформ, внедрение AR/VR, создание методик диагностики и адаптацию технологий под национальный контекст.

References:

1. Zmyzgova, T. R., Polyakova, E. N., Karpov, E. K. Digital Transformation of Education and Artificial Intelligence. Atlantis Press, 2020.-824-829 page. https://www.researchgate.net/publication/341347076_Digital_Transformation_of_Education_and_Artificial_Intelligence?utm_source=chatgpt.com
2. Dilling, F., Vogler, A. Fostering Spatial Ability Through Computer-Aided Design: a Case Study. Digit Exp Math Educ 7, 323–336 (2021). <https://doi.org/10.1007/s40751-021-00084-w>
3. Katsioloudis, Petros; Jovanovic, Vukica; Jones, Mildred. A Comparative Analysis of Spatial Visualization Ability and Drafting Models for Industrial and Technology Education Students. Journal of Technology Education, Vol. 26, No. 1, 88-101, 2014. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1051755.pdf?utm_source=chatgpt.com
4. Ali, D. F., Ahmad, A. R., & Omar, M. Enhancing Student's 3D Development and Mental Rotation Skill using Augmented Reality. International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, 13(3), (2024). 1709–1720. https://kwpublications.com/papers/detail/IJARPED/18477/Enhancing-Students-3D-Development-and-Mental-Rotation-Skill-using-Augmented-Reality?utm_source=chatgpt.com
5. Gürefe, N.; Sarpkaya Akta,s, G.; Öksüz, H. Investigating the Impact of the AI-Supported 5E (AI-s5E) Instructional Model on Spatial Ability. Behav. Sci. 2024, 14, 682. <https://doi.org/10.3390/bs14080682>
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11351208/pdf/behavsci-14-00682.pdf>
6. Воличенко, О., Цурик, Т. Искусственный интеллект в концептуально-прототипном проектировании. Проект байкал, 21(79), (2024). 38–44. <https://doi.org/10.51461/issn.2309-3072/77.2281>
7. Малий Д.В. ФОРМИРОВАНИЕ ДИЗАЙН-МЫШЛЕНИЯ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИИ СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ / Д.В. Малий, П.Н. Медведев // Международный научно-исследовательский журнал. — 2023. — №9 (135). — URL: <https://research-journal.org/archive/9-135-2023-september/10.23670/IRJ.2023.135.2>. DOI: 10.23670/IRJ.2023.135.2
8. 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>

9. Щербакова, Вера Юрьевна. Формирование пространственного мышления школьников на уроках черчения: диссертация кандидата педагогических наук: 13.00.02. – Курск, 2005. – 215 с.

10. Sirojiddinov, Odiljon Ilxomjonovich. Developing Context-Specific Artificial Intelligence Models for Uzbekistan's Educational System. IZLANUVCHI, Vol. 1, No. 7, 2025. <file:///C:/Users/Farxod%20Ochilov/Downloads/432-435.pdf>

11. Israyiljanova, Gulbaxor Saminjanovna. The Application of Artificial Intelligence in the Education Sector in Uzbekistan. FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities, 2025, 266-271

12. Rakhmatullaev, Marat. Artificial Intelligence in Higher Education: Problems and Solutions. Perspectives of Higher Education Development, Vol. 16, No. 2, 2024.

13. К. Хубиева, А. Ишметов. 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ У СТАРШЕКЛАСНИКОВ. (2024). PROBLEMS AND SOLUTIONS OF SCIENTIFIC AND INNOVATIVE RESEARCH, 1(1), 62-65. <https://universalconference.us/universalconference/index.php/pssir/article/view/1974>

14. Xo`jaqulov, E. (2023). CHIZMALAR BAJARISHDA AutoCAD GRAFIK DASTURIDAN FOYDALANISHNING AHAMIYATI HAQIDA. INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE on the Topic: "Priority Areas for Ensuring the Continuity of Fine Art Education: Problems and solutions", 1(01). Retrieved from <https://ojs.qarshidu.uz/index.php/ts/article/view/226>

15. Elbek XO`JAQULOV. UMUMIY O`RTA TA'LIM MAKTABLARIDA CHIZMACHILIK FANINI O`QITISHDA FAZOVIIY TASAVVURNI SHAKLLANTIRISHNING ZAMONAVIIY USULLARI // O`ZBEKISTON MILLIIY UNIVERSITETI XABARLARI, 2023, [1/1] ISSN 2181-7324, 190-192 b. https://api.scienceweb.uz/storage/publication_files/3621/9765/644500c20552c_2_%20Falsafa.pdf

16. Farkhod O., Elbek K. MODELING AS A METHOD OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF SPATIAL IMAGINATION AT SCHOOL IN DRAWING LESSONS //Berlin Studies Transnational Journal of Science and Humanities. – 2022. – Т. 2. – №. 1.5 Pedagogical sciences. https://scholar.google.com/scholar?hl=ru&as_sdt=0,5&cluster=16098922359720703859#d=gs_cit&t=1764384120204&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3Ac_e-IJzfc8J%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26scf%3D1%26hl%3Dru

17. Очиллов Ф. Э., Черникова С. М., Ягупова Т. А. Развитие творческого мышления личности в процессе обучения инженерной графики // Ученые записки Орловского государственного университета. Научный журнал, № 1 (98) 2023, г. Орёл, 367-370 стр. <file:///C:/Users/Farxod%20Ochilov/Downloads/razvitie-tvorcheskogo-myshleniya-lichnosti-v-protse-obscheniya-inzhenernoy-grafike.pdf>