УДК 37.06

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСОВ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ НАГЛЯДНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ К ПРЕДМЕТУ НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Чугузов Е.П.

старший преподаватель

Алтайский государственный аграрный университет,

Барнаул, Россия

Аннотация. В статье рассматривается трансформация образовательного процесса в рамках дисциплины «Начертательная геометрия» под влиянием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Традиционное изучение пространственных форм через плоские проекции часто вызывает когнитивный диссонанс у студентов из-за сложности абстрактного мышления. Современные ИИ-сервисы и генеративные модели позволяют автоматизировать рутинные построения и создавать интерактивные 3D-модели на основе текстовых описаний или плоских чертежей. В работе анализируются методы применения нейронных сетей для решения позиционных и метрических задач, автоматического построения линий пересечения поверхностей и определения видимости элементов. Обосновывается тезис о том, что интеграция ИИ-инструментов смещает фокус обучения с механического черчения на концептуальное понимание пространственных взаимосвязей, повышая наглядность и доступность материала.

Ключевые слова: искусственный интеллект, начертательная геометрия, 3D-моделирование, инженерная графика, автоматизированное проектирование, образовательный процесс.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE SERVICES TO CREATE VISUAL 3D MODELS FOR THE SUBJECT OF DESCRIPTIVE GEOMETRY

Chuguzov E.P.
Senior Lecturer
Altai State Agrarian University,
Barnaul, Russia

Abstract. The article examines the transformation of the educational process within the discipline “Descriptive Geometry” under the influence of artificial intelligence (AI) technologies. The traditional study of spatial forms through flat projections often causes cognitive dissonance among students due to the complexity of abstract thinking. Modern AI services and generative models make it possible to automate routine constructions and create interactive 3D models based on text descriptions or flat drawings. The paper analyzes methods for using neural networks to solve positional and metric problems, automatically construct lines of intersection of surfaces, and determine the visibility of elements. The thesis is substantiated that the integration of AI tools shifts the focus of learning from mechanical drafting to a conceptual understanding of spatial relationships, thereby enhancing the clarity and accessibility of the material.

Keywords: artificial intelligence, descriptive geometry, 3D modeling, engineering graphics, computer aided design, educational process.

Для большинства студентов инженерных, архитектурных и технологических специальностей начертательная геометрия остается самым сложным когнитивным барьером первого курса. Необходимость абстрактно представлять многогранники, поверхности вращения и их взаимное пересечение по их «теням» (проекциям) на плоскости требует уровня пространственного воображения, к которому абитуриенты, привыкшие к плоским экранам смартфонов, зачастую не готовы. Эпоха цифрового

копирования и готовых решений из интернета лишь усугубила проблему: студенты скачивают готовые чертежи из банков работ, не понимая их внутренней логики и топологии.

В этих условиях искусственный интеллект перестает быть угрозой академической честности и становится мощным дидактическим инструментом. Если раньше компьютер лишь предоставлял «электронный кульман» (замена карандаша на курсор мыши), то теперь нейросети выступают в роли интерактивного наставника и верификатора.

Классическая школа начертательной геометрии требует от студента абсолютной точности циркульных и линейных построений. Ошибка в долях миллиметра на бумаге или неверно выбранный радиус сопряжения ведут к каскадной ошибке во всем эпюре, вызывая у учащегося фрустрацию и отторжение предмета. Главная проблема здесь — фундаментальный разрыв между 3D-образом, существующим в воображении конструктора, и его 2D-реализацией на листе ватмана [1].

Студент тратит, по разным оценкам, до 80% времени на соблюдение толщины линий, чистоты исполнения обводки и грамотного заполнения основной надписи (штампа), и лишь 20% — на понимание того, как физически устроена деталь и как она работает. Статичный чертеж не позволяет заглянуть «внутрь» объекта, сделать «рентген» или посмотреть на него под произвольным углом, недоступным в ортогональных проекциях. Это порождает глубокий формализм: заучивание того, где должна быть штриховая линия, без понимания того, почему в данный момент это ребро скрыто от наблюдателя и как изменится его видимость при повороте детали на 15 градусов.

Современные нейросети, применяемые в САПР, работают на стыке компьютерного зрения (Computer Vision), генеративно-состязательных сетей (GAN) и алгоритмов параметрического моделирования. В контексте обучения это реализуется через три ключевых технологических модуля:

- **Модуль «Текст — в — Пространство» (Text-to-3D).** Преподаватель формулирует задачу естественным языком: «Построить модель косозубого цилиндрического колеса с модулем 4, числом зубьев 28 и углом наклона спирали 15 градусов, имеющего шпоночный паз». Генеративная модель, используя LLM (большую языковую модель) для парсинга параметров и 3D-диффузию для создания геометрии, генерирует объемный объект за секунды. Студент может вращать его в трех плоскостях, разбирать на составные части, что физически невозможно сделать с куском мела у меловой доски.
- **Модуль «Восстановление утраченного» (Reconstruction/Inverse Projection).** Одной из сложнейших задач для первокурсника является построение третьей проекции (вида слева) по двум заданным. ИИ-алгоритм, обученный на миллионах чертежей из патентных баз и ГОСТов, способен по двум заданным видам (спереди и сверху) математически точно достроить третий. Это идеальный инструмент самопроверки: студент строит вид слева сам, используя классический метод проекционной связи, а затем просит ИИ сгенерировать эталон для наложения и сравнения. Система подсветит красным те линии, где была нарушена связь.
- **Модуль «Геометрический анализ и синтез» (Geometric Kernel).** Определение линии пересечения кривых поверхностей (например, тора и сферы) — это задача, требующая сотен вспомогательных точек и построения плавной лекальной кривой. ИИ не просто рисует кривую «на глаз», он вычисляет её аналитически, используя геометрическое ядро (подобно Parasolid или C3D). В учебном процессе это позволяет мгновенно визуализировать результат сложнейших построений, проверяя верность хода мыслей студента. Если ИИ выдал сложную пространственную кривую, а студент — плоскую, значит, ошибка в выборе посредников допущена на самом первом этапе [2].

В традиционном обучении определение видимости («что видно, а что нет») занимает львиную долю времени при выполнении графической работы №2 (эпюр). ИИ берет эту задачу на себя. Алгоритм рендерит 3D-модель,

проводит трассировку лучей (Ray Tracing) и автоматически накладывает на неё правила начертательной геометрии, выдавая готовый чертеж с корректной толщиной и типом линий (основная, тонкая, штриховая, штрихпунктирная).

Это освобождает когнитивный ресурс студента от страха «испортить ватман ластиком» и позволяет сосредоточиться на главном — метрических задачах. Например, поиск кратчайшего расстояния между скрещивающимися прямыми или определение истинной величины плоской фигуры. В классической схеме это требует нескольких преобразований плоскости проекций (метод замены плоскостей или вращения). В связке с ИИ студент делает одно построение, а нейросеть мгновенно вычисляет истинную величину, визуализирует её в отдельном окне и может даже подсказать: «Оптимальным было бы вращение вокруг горизонтали, это сократило бы количество построений вдвое» [3].

Внедрение таких систем меняет парадигму занятия. Преподаватель перестает быть «проверяющим чистоту линий и отсутствие клякс» и становится модератором инженерного мышления, архитектором образовательных траекторий.

Процесс работы в аудитории трансформируется в цикл:

1. Постановка задачи и краткий разбор теории (почему мы используем именно этот метод).
2. Выполнение ручного эскиза (для закрепления моторики, понимания ГОСТ и основ).
3. Ввод данных в ИИ-среду (через API САПР или загрузку скана).
4. Сравнение ручного и машинного результата.
5. Разбор допущенных расхождений. Почему ИИ построил сечение иначе? Какая аксиома проецирования была нарушена студентом? Где произошел сбой в логике проекционной связи?

Такой подход реализует принцип «от сложного к простому» (или «от целого к части»). Студент сразу видит идеальную, эстетически выверенную 3D-

модель, а затем пытается понять, как она распадается на плоские проекции. Это гораздо эффективнее, чем собирать 3D-объект в уме из хаотичных линий на бумаге, не имея возможности проверить себя.

Несмотря на очевидные плюсы, полная автоматизация несет в себе системную угрозу. Существует риск, что студенты перестанут развивать пространственное воображение, делегируя его нейросети. Если кнопка «Построить 3D» или «Решить задачу» всегда под рукой, мотивация разбираться в тонкостях метода конкурирующих точек или способа прямоугольного треугольника исчезает.

Кроме того, ИИ не обладает инженерной интуицией. Он может построить математически верную, но технологически невозможную деталь (например, острые углы в 1 градус, которые нельзя выточить на станке, или стенки толщиной 0.1 мм, которые не отольются в форму). Поэтому задача образования — научить студента использовать ИИ как «усилитель интеллекта», а не как протез или замену головы. Черчение вручную должно оставаться пропедевтическим этапом, без которого невозможно понять логику работы алгоритма и вовремя заметить его ошибку.

Для реализации описанного подхода уже существуют конкретные инструменты, доступные в России:

- **КОМПАС-3D с приложением «Копланар» и API для нейросетей:** Позволяет строить 3D-модели по фото или сканам, а также автоматически генерировать ассоциативные чертежи (виды, разрезы, сечения) с соблюдением всех требований СПДС и ЕСКД.
- **Blender с аддонами на базе Stable Diffusion:** Позволяет студентам гуманитарных или творческих специальностей генерировать сложные органические формы по тексту, а затем «разбирать» их на проекции, постигая логику начертательной геометрии через искусство.
- **Специализированные плагины (например, Geometrix для САПР):**

Которые умеют распознавать отсканированный чертеж, переводить его в

вектор и строить по нему 3D-тело, автоматически исправляя ошибки сканирования (неровные линии, шумы) [4].

Начертательная геометрия вызывает у студентов одну из самых высоких степеней академической тревожности. Страх перед чистым листом и сложной задачей парализует волю. ИИ выступает в роли «безопасной среды». Студент может сделать 100 попыток, и ИИ не поставит «двойку» за грязь. Он просто покажет правильный вариант. Это создает ситуацию успеха, которая необходима для обучения взрослых людей.

Интеграция искусственного интеллекта в начертательную геометрию — это не отказ от наследия Гаспара Монжа и Ивана Сомова, а их адаптация к цифровой реальности Индустрии 4.0. ИИ берет на себя черновую работу: проведение бесконечных линий связи, расчет координат X, Y, Z, определение видимости ребер и построение линий пересечения. Это позволяет высвободить драгоценное учебное время для творчества, анализа, поиска оптимальных конструкторских решений и развития того самого инженерного чутья. Будущее инженерной графики — за гибридным интеллектом, где пространственное видение человека соединяется с вычислительной мощностью машины, создавая инженеров нового поколения, способных мыслить не линиями на бумаге, а объемами в цифровом пространстве.

Библиографический список:

1. Хейфец, А. Л. Инженерная и компьютерная графика. AutoCAD : учебное пособие / А. Л. Хейфец, В. Н. Васильева, А. А. Блог. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с.
2. Использование искусственного интеллекта для автоматизации рутинных процессов в инженерной графике и начертательной геометрии // Sci-Lead. — 2023. — URL: https://scilead.ru/article/8733-ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-dlya-a (дата обращения: 22.10.2026).

3. ИИ-помощник для стереометрии : педагогический проект // Педпроект.РФ. — 2024. — URL: https://xn--d1abbusdciv.xn--p1ai/edu-05-2026-pb-221040 (дата обращения: 22.10.2026).

4. Сидорук, Р. М. Системы автоматизированного проектирования : учебное пособие / Р. М. Сидорук, В. И. Иващенко. — Нижний Новгород : НГТУ, 2021. — 188 с.