

**ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА  
БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ СРЕДСТВАМИ CAD И 3D-  
ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

**PROFESSIONAL GRAPHIC TRAINING OF FUTURE ENGINEERS  
THROUGH CAD AND 3D VISUALIZATION**

*Dilnoza Irkinovna Dadaboeva*

*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU katta o'qituvchisi-*

*t: +998909267490*

*[dilnoza031971@gmail.com](mailto:dilnoza031971@gmail.com)*

**Аннотация.**

Статья посвящена разработке и научному обоснованию инновационной дидактической модели развития профессионально-графической подготовки будущих инженеров в процессе изучения дисциплины «Инженерная графика». Актуальность темы определяется трансформацией требований к инженерным кадрам, ростом значимости технологической грамотности и необходимостью перехода от репродуктивного усвоения графических правил к деятельностному овладению цифровым геометро-графическим моделированием. В работе предлагается интегративный подход, объединяющий CAD-средства, 3D-визуализацию, элементы геймификации, модульную цифровую платформу и поэтапный алгоритм перехода от 2D-чертежа к 3D-параметрической модели. Методологическая база включает теоретический анализ, моделирование, проектирование, прототипирование, апробацию, экспертную оценку, анкетирование и статистические методы обработки данных. Научная значимость исследования состоит в разработке геометрически мотивированной и дидактически структурированной модели, ориентированной на формирование пространственного мышления, графического анализа, навыков параметрического моделирования и CAD-компетентности. Практическая значимость выражается в возможности внедрения авторского решения в технических вузах как в очном, так и в смешанном формате обучения.

**Ключевые слова.**

инженерная графика, компьютерная графика, CAD, 3D-моделирование, профессионально-графическая подготовка, геймификация, смешанное обучение.

**Abstract:** This article explores the development and scientific justification of an innovative didactic model for developing professional graphic training for future engineers studying the discipline "Engineering Graphics." The relevance of this topic

is determined by the changing requirements for engineering personnel, the growing importance of technological literacy, and the need to transition from the reproductive assimilation of graphic rules to the active mastery of digital geometric graphic modeling. The paper proposes an integrative approach combining CAD tools, 3D visualization, gamification elements, a modular digital platform, and a step-by-step algorithm for transitioning from a 2D drawing to a 3D parametric model. The methodological framework includes theoretical analysis, modeling, design, prototyping, testing, expert evaluation, questionnaires, and statistical data processing methods. The scientific significance of the study lies in the development of a geometrically motivated and didactically structured model focused on developing spatial thinking, graphical analysis, parametric modeling skills, and CAD competence. The practical significance lies in the potential for implementing the original solution in technical universities in both full-time and blended learning formats.

**Keywords:** engineering graphics, computer graphics, CAD, 3D modeling, professional graphics training, gamification, blended learning.

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada "Muhandislik grafikasi" fanini o'rganayotgan bo'lajak muhandislar uchun professional grafik tayyorgarlikni rivojlantirish uchun innovatsion didaktik modelni ishlab chiqish va ilmiy asoslash o'rganiladi. Ushbu mavzuning dolzarbligi muhandislik kadrlariga bo'lgan o'zgaruvchan talablar, texnologik savodxonlikning tobora ortib borayotgan ahamiyati va grafik qoidalarni reproduktiv assimilyatsiya qilishdan raqamli geometrik grafik modellashtirishni faol o'zlashtirishga o'tish zarurati bilan belgilanadi. Maqolada CAD vositalari, 3D vizualizatsiya, o'yin elementlari, modulli raqamli platforma va 2D chizmadan 3D parametrik modelga o'tish uchun bosqichma-bosqich algoritmi birlashtirgan integrativ yondashuv taklif etiladi. Metodologik asos nazariy tahlil, modellashtirish, dizayn, prototiplash, sinovdan o'tkazish, ekspert baholash, so'rovnomalalar va statistik ma'lumotlarni qayta ishlash usullarini o'z ichiga oladi. Tadqiqotning ilmiy ahamiyati fazoviy fikrlash, grafik tahlil, parametrik modellashtirish ko'nikmalari va CAD kompetentsiyasini rivojlantirishga qaratilgan geometrik jihatdan motivatsiyalangan va didaktik jihatdan tuzilgan modelni ishlab chiqishda yotadi. Amaliy ahamiyati asl yechimni texnik universitetlarda ham kunduzgi, ham aralash o'quv formatlarida amalga oshirish imkoniyatida yotadi.

**Kalit so'zlar:** muhandislik grafikasi, kompyuter grafikasi, CAD, 3D modellashtirish, professional grafika bo'yicha o'qitish, o'yinlashtirish, aralash o'qitish.

### **Введение.**

В последние годы инженерное образование развивается в условиях быстрого обновления технологий, цифрового проектирования и растущих требований к гибкости профессиональных навыков. По данным World Economic Forum, к

2030 году почти шести из десяти работников потребуется обучение или переобучение, а около 40% навыков на рабочих местах претерпят изменения; среди наиболее быстро растущих навыков названы AI and big data, networks and cybersecurity и technological literacy. Для инженерной подготовки это означает, что владение графическими дисциплинами должно пониматься шире, чем знание норм оформления чертежа: речь идет о способности мыслить формой, преобразовывать геометрическую информацию и работать в цифровой модели объекта. Важно и то, что цифровая инфраструктура уже позволяет строить такие образовательные решения: в Узбекистане доля пользователей интернета достигла 90% населения в 2024 году.

Вместе с тем анализ литературы показывает, что в отечественных и зарубежных исследованиях чаще изучаются отдельные эффекты: междисциплинарная интеграция компьютерной графики и web-технологий, активное обучение, пространственная тренировка, CAD-инструментарий, геймификация, blended learning и mixed reality. Так, российские авторы подчеркивают значение междисциплинарных связей и проектных заданий при освоении компьютерной графики, а международные исследования показывают, что техническое черчение и пространственная тренировка улучшают spatial visualization, CAD-ориентированное обучение положительно влияет на результаты первокурсников, геймификация дает средний и крупный эффект, а смешанные и иммерсивные форматы связаны с более высокой вовлеченностью и учебной результативностью. Однако именно целостная модель, объединяющая геометрическое содержание, 2D→3D-переход, CAD, 3D-визуализацию, геймификацию и цифровую платформу в рамках курса «Инженерная графика», разработана недостаточно.

Вопросы цифровизации инженерного образования и интеграции компьютерной графики в подготовку инженерных кадров активно рассматриваются в современных исследованиях. Так, в работе Д.И. Дадабоевой и соавторов показано, что применение компьютерного моделирования и симуляции в техническом образовании позволяет компенсировать недостаток лабораторного оборудования и способствует лучшему пониманию абстрактных инженерных концепций студентами. Авторы подчеркивают значимость использования CAD-средств, 3D-моделирования и виртуальных симуляторов как инструмента повышения качества инженерной подготовки и формирования технологической грамотности обучающихся. В другом исследовании отмечается, что реформы в системе образования Узбекистана ориентированы на внедрение инновационных методов обучения, включая инженерную компьютерную графику и цифровые технологии. Подчеркивается, что использование компьютерной графики способствует

развитию пространственного мышления, технического творчества и навыков решения инженерных задач. Особое значение для настоящего исследования имеет работа, посвящённая интеграции компьютерной графики, VR/AR и 3D-моделирования в инженерно-графическое образование. В исследовании предложена интегрированная дидактическая модель, основанная на переходе «от модели к чертежу», а также показано, что использование VR/AR-среды положительно влияет на развитие пространственного восприятия, визуального анализа и CAD-компетентности студентов.

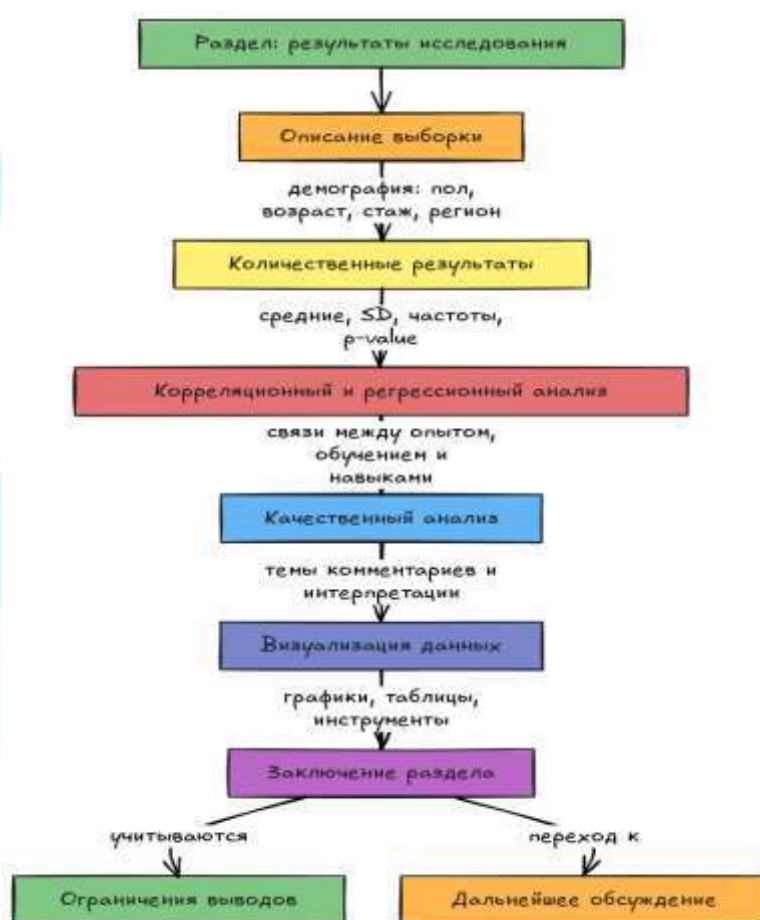
Цель статьи состоит в теоретическом обосновании и проектировании инновационной дидактической модели профессионально-графической подготовки будущих инженеров средствами компьютерной графики. Рабочая гипотеза исследования заключается в том, что интеграция CAD, 3D-визуальной среды, элементов геймификации и цифровой платформы в курс «Инженерная графика» обеспечит более устойчивую динамику пространственного мышления, графического анализа и навыков параметрического моделирования по сравнению с традиционным форматом.

#### Методы.

Исследование целесообразно строить как смешанное по дизайну и квазиэкспериментальное по эмпирической проверке. Теоретический анализ используется для систематизации работ по инженерной графике, пространственным способностям, CAD-обучению, геймификации, смешанному и иммерсивному обучению; теоретическое моделирование — для построения структурно-функциональной модели; проектирование и прототипирование — для создания цифровой платформы курса и набора учебно-диагностических материалов. Эмпирический блок включает апробацию в дисциплине «Инженерная графика», экспертную оценку содержательной валидности, анкетирование студентов, а также статистическую обработку результатов с применением описательной статистики, t-критерия, ANOVA и корреляционно-регрессионного анализа. Если вы сохраняете в статье метод **prompt engineering**, его следует описывать как вспомогательный инструмент стандартизации текстовых инструкций, сценариев обратной связи, формулировок заданий и рубрик оценивания; современная литература трактует **prompt engineering** как самостоятельную академическую компетенцию, а в исследовании на 157 первокурсниках инженерного направления структурированное **prompt training** дало более высокие **post-test** показатели по сравнению с использованием GenAI без специальной подготовки.

С точки зрения инструментария измерения разумно показать, какие именно показатели вы диагностировали: пространственное мышление,

графический анализ, геометрическое моделирование, CAD-компетентность, учебную вовлеченность и отношение студентов к цифровой среде. Если вы используете тест по типу **PSVT:R**, его корректно упомянуть как инструмент, уже применявшийся в исследованиях CAD-обучения первокурсников. В тексте важно подчеркнуть и последовательность процедур: pre-test, обучение по авторской модели, постконтроль, экспертная оценка, анкетирование, статистическая интерпретация и визуализация результатов.



1-рис. Структурная схема анализа результатов исследования

## Результаты.

В результате теоретического моделирования и проектирования может быть представлена авторская инновационная модель профессионально-графической подготовки будущих инженеров, включающая целевой, содержательно-геометрический, инструментально-технологический и оценочно-рефлексивный блоки. Ядро модели образует поэтапный алгоритм перехода от анализа плоскостного изображения к построению 3D-параметрической модели: распознавание геометрических признаков объекта; выделение базовых примитивов; задание параметрических связей и конструктивных ограничений; построение эскиза; формирование поверхности или твердого тела; визуально-

метрическая проверка и коррекция. В инструментально-технологическом контуре модель реализуется через модульную цифровую платформу, где учебный процесс организован по траектории «главная страница — лекции — практика — посты — аккаунт», а внутри учебных модулей объединены видеоматериалы, файлы, тесты, загрузка домашних заданий и аналитика индивидуального продвижения.

Научно корректный текстовый каркас может выглядеть так: *«Сравнительный анализ исходных показателей контрольной и экспериментальной групп не выявил статистически значимых различий по ключевым диагностическим параметрам ( $p > 0,05$ ). После внедрения авторской модели в экспериментальной группе зафиксирована положительная динамика по показателям пространственного мышления, графического анализа, геометрического моделирования и CAD-компетентности; различия между pre- и post-test составили [вставить значения], статистическая значимость подтверждена [указать критерий,  $t/F$ ,  $p$ ,  $\eta^2$ ]. По данным анкетирования, студенты экспериментальной группы выше оценили наглядность учебного материала, удобство обратной связи и мотивационный потенциал цифровой среды».* В этот же раздел следует включить одну таблицу с базовой сопоставимостью групп, одну таблицу с итоговой динамикой, одну статистическую таблицу и один рисунок с визуализацией прироста показателей.

### **Обсуждение.**

Если ваши расчеты подтвердят значимую положительную динамику, обсуждение можно строить как сопоставление авторских результатов с уже известными эффектами из литературы. Такой способ интерпретации будет выглядеть убедительно: обнаруженная результативность согласуется с данными о преимуществах активного обучения в STEM, о влиянии технического черчения и пространственной тренировки на развитие spatial visualization, о позитивном эффекте CAD-обучения у первокурсников, о среднем и крупном эффекте геймификации, а также о преимуществах blended learning и mixed reality для вовлеченности и учебных результатов. При этом ваше исследование будет отличаться тем, что названные компоненты соединены не механически, а через геометрически мотивированный и дидактически выстроенный контур курса «Инженерная графика». Иначе говоря, эффект объясняется, по-видимому, не одной только цифровой формой подачи материала, а сочетанием активного действия, поэтапного моделирования, визуальной обратной связи и регулярного контроля продвижения.

Полученные результаты согласуются с ранее опубликованными исследованиями автора и соавторов. В частности, ранее было показано, что применение компьютерного моделирования и цифровых симуляторов позволяет

повысить уровень понимания сложных инженерных процессов и компенсировать ограничения материально-технической базы вузов. Кроме того, исследования в области инженерной компьютерной графики демонстрируют, что цифровая визуализация и CAD-технологии способствуют формированию пространственного мышления и повышению учебной мотивации. Результаты настоящего исследования также коррелируют с выводами о высокой эффективности интеграции VR/AR и 3D-моделирования в инженерное образование. Как показывают предыдущие исследования, переход от традиционного плоскостного черчения к параметрическому моделированию и интерактивной визуализации позволяет повысить вовлечённость студентов и улучшить качество профессионально-графической подготовки. Отдельно полезно показать, в чем именно состоит вклад статьи в профиль 05.01.01. Здесь уместно подчеркнуть, что работа не сводится к общепедагогическому описанию цифровой среды, а напрямую касается инженерной геометрии и компьютерной графики: речь идет о механизмах построения геометрических моделей, параметрических связей, визуализации и контролируемого перехода от 2D-представления к 3D-объекту. Именно эта предметная конкретность обычно усиливает публикацию для технического профиля.

### **Заключение.**

Таким образом, статья может быть выстроена вокруг положения о том, что современная профессионально-графическая подготовка будущих инженеров требует перехода от преимущественно репродуктивного освоения чертежных процедур к интеграции геометрического анализа, CAD-инструментов, 3D-визуализации и цифровой обратной связи. Научная новизна работы состоит в разработке целостной дидактической модели и алгоритма 2D→3D-перехода, а практическая значимость — в возможности их внедрения в учебный процесс технических вузов. При наличии статистически значимого эмпирического эффекта выводы статьи будут выглядеть аргументированно, проверяемо и соответствовать требованиям ВАК к научной новизне и прикладной ценности результатов.

### **Список литературы:**

1. Freeman S., Eddy S. L., McDonough M., Smith M. K., Okoroafor N., Jordt H., Wenderoth M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2014. Vol. 111, No. 23. P. 8410–8415. DOI: 10.1073/pnas.1319030111.
2. Theobald E. J., Hill M. J., Tran E., Agrawal S., Arroyo E. N., Behling S. et al. Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math // *Proceedings of the*

- National Academy of Sciences*. 2020. Vol. 117, No. 12. P. 6476–6483. DOI: 10.1073/pnas.1916903117.
3. Prieto G., Velasco A. D. Does spatial visualization ability improve after studying technical drawing? // *Quality & Quantity*. 2010. Vol. 44. P. 1015–1024. DOI: 10.1007/s11135-009-9252-9.
  4. Sorby S., Casey B., Veurink N., Dulaney A. The role of spatial training in improving spatial and calculus performance in engineering students // *Learning and Individual Differences*. 2013. Vol. 26. P. 20–29. DOI: 10.1016/j.lindif.2013.03.010.
  5. Kösa T., Karakuş F. The effects of computer-aided design software on engineering students' spatial visualisation skills // *European Journal of Engineering Education*. 2018. Vol. 43, No. 2. P. 296–308. DOI: 10.1080/03043797.2017.1370578.
  6. Bai S., Hew K. F., Huang B. Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts // *Educational Research Review*. 2020. Vol. 30. Art. 100322. DOI: 10.1016/j.edurev.2020.100322.
  7. Li M., Ma S., Shi Y. Examining the effectiveness of gamification as a tool promoting teaching and learning in educational settings: a meta-analysis // *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. Art. 1253549. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1253549.
  8. De Bruijn-Smolders M., Prinsen F. R. Effective student engagement with blended learning: a systematic review // *Heliyon*. 2024. Vol. 10, Iss. 23. Art. e39439. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e39439.
  9. Huang T.-C., Chen C.-H., Tseng C.-Y. Exploring learning effectiveness of integrating mixed reality in educational settings: a systematic review and meta-analysis // *Computers & Education*. 2025. Vol. 234. Art. 105327. DOI: 10.1016/j.compedu.2025.105327.
  10. Man S. S., Wen H., So B. C. L. Are virtual reality applications effective for construction safety training and education? A systematic review and meta-analysis // *Journal of Safety Research*. 2024. Vol. 88. P. 230–243. DOI: 10.1016/j.jsr.2023.11.011.
  11. Колесников А. В., Сиренко С. Н. Междисциплинарная интеграция в процессе изучения веб-технологий и компьютерной графики // *Открытое образование*. 2013. № 3(98). С. 68–77. DOI: 10.21686/1818-4243-2013-3(98)-68-77.
  12. Рузиев Э. И. *Научно-методические основы подготовки учителей графики в высших учебных заведениях*: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Ташкент, 2005. 44 с.

13. Federiakin D. F., Molerov D. M., Zlatkin-Troitschanskaia O., Maur A. M. Prompt engineering as a new 21st century skill // *Frontiers in Education*. 2024. Vol. 9. Art. 1366434. DOI: 10.3389/feduc.2024.1366434.
14. Garg A., Soodhani K. N., Rajendran R. Enhancing data analysis and programming skills through structured prompt training: The impact of generative AI in engineering education // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2025. Vol. 8. Art. 100380. DOI: 10.1016/j.caeai.2025.100380.
15. *The Future of Jobs Report 2025*. Geneva: World Economic Forum, 2025.
16. Дадабоева Д.И., Усмонов Б.Ш., Tadjiyeva F.M. и др. The Possibilities of Higher Scientific and Technical Education in Teaching Computer Modeling // *Central Asian Food Engineering and Technology*. – 2024. – Vol. 2, Issue 1. – P. 34–38.
17. Дадабоева Д.И., Усмонов И., Эсанбоев Ф. Реформы в области образования направлены на достижение приоритетных целей в области образования, науки и технологий // *Материалы международной научно-практической конференции «Ma’naviy barkamol yoshlar yangi O‘zbekiston buniyodkori»*. – 2024. – С. 253–256.
18. Дадабоева Д.И. Интеграция компьютерной графики, VR/AR и 3D-моделирования в образование в области инженерной графики // *Материалы международной научно-методической конференции «Трансформация национальной истории и государственной идеи в эпоху цифровых технологий и искусственного интеллекта»*. – Алматы: Казах университети, 2026. – С. 148–150.