

Применение современных технологий при обучении эскизированию в инженерной графике

*Раджабов Мансур Рустамович

Каршинский государственный технический университет. Тел.: +998 932 27 97,

ORCID: 0000-0003-0774-7766

Email: m.radjabov@kstu.uz

Аннотация. В статье рассматривается методика обучения эскизированию в курсе «Инженерная и компьютерная графика» на основе применения современных цифровых технологий. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения качества графической подготовки студентов технических специальностей в условиях цифровизации образования. Целью работы является разработка и экспериментальная проверка эффективности методики обучения эскизированию с использованием программ AutoCAD и SolidWorks. В исследовании применялись теоретические, эмпирические и статистические методы, включая педагогический эксперимент с контрольной и экспериментальной группами. Результаты показали, что использование современных технологий способствует развитию пространственного мышления, повышению точности выполнения эскизов и увеличению учебной мотивации студентов. Практическая значимость исследования заключается в возможности внедрения разработанной методики в образовательный процесс технических вузов.

Ключевые слова. инженерная графика, эскизирование, пространственное мышление, AutoCAD, SolidWorks, цифровые технологии, педагогический эксперимент

ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительного развития цифровых технологий и модернизации системы высшего образования особое значение приобретает совершенствование методики преподавания инженерной графики как одной из базовых дисциплин подготовки будущих инженеров. Инженерная графика выполняет важную функцию формирования у студентов пространственного мышления, графической грамотности и навыков визуализации технических объектов, что является неотъемлемой частью профессиональной компетентности инженера [1, р.45]. При этом именно на начальных этапах обучения закладываются основы понимания геометрических форм и их графического отображения.

Одной из ключевых тем курса «Инженерная и компьютерная графика» является эскизирование, которое представляет собой процесс быстрого и наглядного отображения формы, размеров и конструктивных особенностей объекта без применения точных измерительных инструментов. Эскиз служит основой для дальнейшего выполнения чертежей и проектной документации, а также способствует развитию инженерного мышления и способности к оперативному анализу пространственных форм [2, р.73]. В процессе выполнения эскизов у студентов формируются навыки наблюдательности, аналитического восприятия и графического обобщения, что имеет важное значение для их будущей профессиональной деятельности.

Однако анализ существующих методик преподавания показывает, что традиционные подходы, основанные преимущественно на ручном выполнении чертежей, не всегда обеспечивают достаточный уровень формирования пространственного воображения и графических навыков студентов [3, р.28]. В условиях увеличения объёма учебной информации и сокращения аудиторного времени возникает необходимость поиска более эффективных педагогических решений, направленных на интенсификацию учебного процесса и повышение его качества.

Современные исследования в области инженерного образования свидетельствуют о высокой эффективности применения цифровых технологий и средств компьютерного моделирования в обучении графическим дисциплинам. Использование программных средств, таких как AutoCAD и SolidWorks, позволяет визуализировать геометрические объекты в трёхмерном пространстве, анализировать их форму и структуру, а также значительно упрощает процесс перехода от эскиза к точному чертежу [4, р.61]. По данным ряда исследований, внедрение технологий трёхмерного моделирования способствует повышению уровня усвоения учебного материала на 20–30% по сравнению с традиционными методами обучения [6, р.445].

Кроме того, применение цифровых технологий способствует развитию у студентов не только графических навыков, но и когнитивных способностей, включая пространственное мышление, аналитическое восприятие и способность к решению инженерных задач [5, р.112]. Визуализация объектов и возможность их интерактивного преобразования позволяют студентам глубже понять взаимосвязь между реальными объектами и их графическим представлением, что существенно повышает эффективность обучения.

Несмотря на наличие отдельных исследований в данной области, вопросы методического обеспечения обучения эскизированию с применением современных технологий остаются недостаточно разработанными, особенно в контексте интеграции традиционных и цифровых методов обучения. Это определяет научную новизну и актуальность настоящего исследования.

Объектом исследования является процесс обучения инженерной графике в высшем техническом образовании, предметом — методика обучения эскизированию с применением современных цифровых технологий. Цель исследования заключается в разработке и экспериментальном обосновании эффективности методики обучения эскизированию на основе использования программных средств компьютерного моделирования. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: анализ теоретических основ

обучения эскизированию, разработка методики с использованием современных технологий, проведение педагогического эксперимента и оценка его результатов.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологическую основу исследования составляют компетентностный, деятельностный и визуально-ориентированный подходы, обеспечивающие формирование у студентов профессиональных навыков в области инженерной графики. Компетентностный подход направлен на развитие практических умений и навыков, необходимых для выполнения инженерно-графических задач, включая эскизирование как важнейший элемент профессиональной подготовки [1, p.73]. Деятельностный подход предполагает активное вовлечение студентов в процесс обучения через выполнение практических заданий, что способствует более глубокому усвоению материала [9, p.66]. Визуально-ориентированный подход основан на использовании графических и цифровых средств визуализации, позволяющих эффективно развивать пространственное мышление обучающихся [4, p.64].

Объектом исследования является процесс обучения дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» в высшем техническом образовании, предметом — методика обучения эскизированию с применением современных цифровых технологий. Исследование проводилось на базе Каршинского государственного технического университета в 2024–2025 учебном году.

В эксперименте приняли участие 44 студента бакалавриата направления технического образования, которые были разделены на две равные группы: контрольную (22 студента) и экспериментальную (22 студента). Контрольная группа обучалась по традиционной методике, основанной на выполнении эскизов вручную, тогда как в экспериментальной группе применялись современные цифровые технологии, включая программные средства AutoCAD и SolidWorks, обеспечивающие трёхмерное моделирование и визуализацию объектов [7; 8].

В ходе исследования использовался комплекс методов, включающий теоретические, эмпирические и статистические методы. К теоретическим методам относятся анализ научно-методической литературы, обобщение и систематизация существующих подходов к обучению инженерной графике [3, p.75]. Эмпирические методы включали педагогическое наблюдение, тестирование, анкетирование студентов, а также проведение педагогического эксперимента, направленного на выявление эффективности предложенной методики [6, p.447]. Для обработки результатов применялись статистические методы, включая сравнительный анализ показателей контрольной и экспериментальной групп.

Педагогический эксперимент был организован в три этапа. На констатирующем этапе проводилась диагностика исходного уровня знаний и умений студентов в области эскизирования, включая оценку их пространственного мышления и графических навыков. На формирующем этапе осуществлялось внедрение разработанной методики обучения, основанной на использовании цифровых технологий и интерактивных графических средств. Студенты экспериментальной группы выполняли задания с применением 3D-моделирования, что позволяло им визуально анализировать форму объектов и их конструктивные особенности [4, p.66]. На контрольном этапе проводился сравнительный анализ результатов обучения в обеих группах.

Критериями оценки эффективности обучения выступали: точность выполнения эскизов, скорость выполнения графических заданий и уровень развития пространственного мышления студентов. Оценка точности осуществлялась на основе соответствия эскиза заданной форме и пропорциям объекта, скорость определялась временем выполнения задания, а уровень пространственного мышления оценивался с использованием тестовых заданий и практических упражнений [5, p.118].

Для количественной оценки результатов эксперимента применялся метод сравнения средних значений показателей в контрольной и экспериментальной группах. Полученные данные анализировались с учётом достоверности различий, что позволило объективно оценить эффективность предложенной методики обучения [9, p.68].

Таким образом, выбранная методология исследования обеспечивает комплексный подход к изучению процесса обучения эскизированию и позволяет достоверно определить влияние современных цифровых технологий на формирование графических и пространственных навыков студентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты педагогического эксперимента позволили выявить существенные различия между контрольной и экспериментальной группами по основным показателям обучения эскизированию. Количественный анализ данных показал, что внедрение современных цифровых технологий оказывает положительное влияние на качество усвоения учебного материала и развитие профессиональных навыков студентов.

Как представлено в таблице 1, уровень успеваемости студентов экспериментальной группы на 20% выше по сравнению с контрольной. При этом время выполнения графических заданий сократилось в среднем на 36%, что свидетельствует о более эффективном усвоении алгоритмов эскизирования. Уровень развития пространственного мышления увеличился на

20%, что подтверждает значимость визуализации и 3D-моделирования в образовательном процессе.

Таблица 1. Сравнительные результаты обучения студентов

Показатель	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Успеваемость (%)	68	88
Среднее время выполнения (мин)	22	14
Уровень пространственного мышления (%)	65	85

Для проверки статистической значимости полученных различий был использован критерий Стьюдента (t-test) для независимых выборок. Расчёты показали, что по всем ключевым показателям значение t превышает критическое при уровне значимости $p < 0,05$, что свидетельствует о статистически значимых различиях между группами. Это позволяет утверждать, что полученные результаты не являются случайными и обусловлены применением разработанной методики.

Качественный анализ результатов показал, что студенты экспериментальной группы демонстрируют более точное соблюдение пропорций и формы объектов при выполнении эскизов, быстрее ориентируются в пространственном положении деталей, допускают значительно меньше ошибок при построении графических изображений, а также проявляют более высокий уровень самостоятельности при выполнении учебных заданий.

Результаты анкетирования подтвердили повышение мотивации студентов: 90% обучающихся отметили, что использование программ AutoCAD и SolidWorks облегчает понимание темы, а 85% указали на рост интереса к дисциплине. Это согласуется с результатами исследований, в которых отмечается, что применение цифровых технологий повышает когнитивную активность и вовлечённость студентов в учебный процесс [6, p.450].

Сравнение полученных результатов с данными других исследований показывает их согласованность. Так, в работах Sorby (2018) отмечается значительное улучшение пространственного мышления при использовании визуальных методов обучения [4, p.120], а Mayer (2021) подчёркивает эффективность мультимедийного обучения в повышении качества усвоения информации [5, p.135]. Полученные в настоящем исследовании результаты подтверждают данные выводы и расширяют их в контексте обучения эскизированию.

Следует отметить, что интеграция традиционных методов (ручное эскизирование) и современных цифровых технологий обеспечивает наибольший педагогический эффект. Это позволяет сохранить базовые графические навыки и одновременно развивать современные компетенции, необходимые в профессиональной деятельности инженера.

Таким образом, проведённый анализ результатов показывает, что предложенная методика обучения эскизированию с использованием современных технологий является эффективной и обеспечивает статистически значимое повышение качества обучения, развитие пространственного мышления и повышение учебной мотивации студентов.

Статистический анализ результатов (t-test)

Для определения статистической значимости различий между показателями контрольной и экспериментальной групп был использован критерий Стьюдента (t-test) для независимых выборок.

Формула расчёта имеет следующий вид:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (1)$$

где: $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ — средние значения показателей в группах;

S_1, S_2 — стандартные отклонения;

n_1, n_2 — объёмы выборок.

Таблица 2. Исходные данные для расчёта t-критерия

Показатель	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Среднее значение ($\bar{X}$)	68	88
Стандартное отклонение (S)	10	9
Объём выборки (n)	22	22

Расчёт

Подставим значения в формулу:

$$t = \frac{68 - 88}{\sqrt{\frac{10^2}{22} + \frac{9^2}{22}}}$$

$$t = \frac{-20}{\sqrt{\frac{100}{22} + \frac{81}{22}}}$$

$$t = \frac{-20}{\sqrt{\frac{181}{22}}}$$

$$t = \frac{-20}{\sqrt{8.23}} \approx \frac{-20}{2.87} \approx -6.97$$

Интерпретация результатов

Полученное значение:

t = 6.97 (по модулю)

Критическое значение при уровне значимости $p < 0.05$ и степени свободы $df = 42$:

$$t_{кр} \approx 2.02$$

Так как:

$$t/t_{кр} = 6.97 > 2.02$$

различия между контрольной и экспериментальной группами являются **статистически значимыми**.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование позволило всесторонне оценить эффективность применения современных цифровых технологий в обучении эскизированию в рамках дисциплины «Инженерная и компьютерная графика». Полученные результаты убедительно свидетельствуют о том, что интеграция традиционных методов обучения с использованием программных средств трёхмерного моделирования существенно повышает качество подготовки студентов технических направлений. Разработанная методика обеспечивает более глубокое понимание геометрической формы объектов, способствует развитию пространственного мышления и формированию устойчивых навыков графического представления технических решений.

В ходе педагогического эксперимента было установлено, что студенты экспериментальной группы демонстрируют более высокую точность выполнения эскизов, сокращение времени на выполнение графических заданий, а также повышение уровня самостоятельности и аналитического мышления. Применение программ AutoCAD и SolidWorks позволило визуализировать сложные пространственные объекты, что значительно облегчило процесс усвоения учебного материала и повысило познавательную активность обучающихся. Статистическая обработка результатов с использованием критерия Стьюдента подтвердила достоверность полученных различий между контрольной и экспериментальной группами, что свидетельствует об эффективности предложенного методического подхода.

Научная значимость исследования заключается в теоретическом обосновании и практической апробации методики обучения эскизированию на основе современных технологий, что расширяет существующие представления о возможностях цифровизации инженерного образования. Практическая значимость работы состоит в том, что предложенная методика может быть внедрена в образовательный процесс высших технических учебных заведений, а также использована при разработке учебных программ, методических пособий и электронных образовательных ресурсов.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что использование современных цифровых технологий в обучении эскизированию является эффективным

средством повышения качества инженерно-графической подготовки студентов, развития их профессиональных компетенций и формирования инженерного мышления. В качестве перспективных направлений дальнейших исследований целесообразно рассматривать расширение применения цифровых технологий в других разделах инженерной графики, разработку интерактивных обучающих платформ, а также внедрение элементов виртуальной и дополненной реальности в образовательный процесс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Radjabov, M. R. (2023). *Engineering and Computer Graphics*. Qarshi: Intelekt.
2. Bertoline, G. R., & Wiebe, E. N. (2021). *Engineering Graphics Communication*. McGraw-Hill.
3. Ivanova, T., & Petrov, A. (2022). *Descriptive Geometry and 3D Modeling Methods*. Elsevier.
4. Sorby, S. A. (2018). *Developing Spatial Thinking*. Cengage Learning.
5. Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
6. Norman, E., et al. (2017). Spatial visualization and engineering education. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 439–458.
7. Autodesk. (2023). *AutoCAD User Guide*.
8. Dassault Systèmes. (2023). *SolidWorks Documentation*.
9. Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
10. Field, D. A. (2020). CAD in engineering education. *Computer-Aided Design*, 120, 102807.
11. Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2019). Spatial abilities in engineering. *Cognitive Science*, 43(8).
12. Temurov, B. (2020). *Projection Drawing Fundamentals*. Tashkent.
13. Sorby, S., & Baartmans, B. (2000). Spatial skills development. *EDG Journal*, 64(2), 21–32.
14. Guo, B., Lyons, W., & Ghalambor, A. (2007). *Petroleum Production Engineering*. Elsevier.
15. Brown, T., & Lee, C. (2021). Innovative teaching methods. *Journal of Educational Studies*, 15(2), 45–59.