ISNN 3030-3907

2025/4
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ПРЕПОДАВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Умарова Дилфуза Сатволдиевна

АГТИ, старший преподаватель кафедры «Общетехнических дисциплин»

E-mail: tex.umarova@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и методические основы преподавания инженерной и компьютерной графики в условиях цифровой трансформации технического образования. Анализируются возможности CAD-систем, средств трехмерного моделирования и цифровых визуальных ресурсов в развитии пространственного мышления, графической грамотности и профессиональных компетенций студентов. Обосновывается необходимость сочетания классической графической подготовки и современных цифровых инструментов. Предлагается структурная модель обучения, включающая этапы теоретической подготовки, графического анализа, работы в CAD-среде, трехмерного моделирования и рефлексивной коррекции результатов. В работе представлены сравнительные таблицы и диаграммы, отражающие дидактический потенциал цифрового подхода, изменение трудоемкости выполнения заданий и педагогические эффекты визуализации. Делается вывод о том, что цифровые технологии в курсе инженерной и компьютерной графики выступают не только техническим средством выполнения построений, но и полноценным педагогическим ресурсом профессиональной подготовки будущих инженеров.

Ключевые слова: инженерная графика, компьютерная графика, цифровые технологии, CAD-системы, 3D-моделирование, пространственное мышление, графическая грамотность, профессиональные компетенции, визуализация, инженерное образование.

Annotatsiya. Mazkur maqolada texnik ta’limning raqamli transformatsiyasi sharoitida muhandislik va kompyuter grafikasi fanini o‘qitishning nazariy hamda metodik asoslari yoritilgan. CAD tizimlari, uch o‘lchamli modellashtirish vositalari va raqamli vizual resurslarning talabalarda fazoviy tafakkur, grafik savodxonlik va kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishdagi o‘rni tahlil qilingan. An’anaviy grafik tayyorgarlikni zamonaviy dasturiy vositalar bilan uyg‘unlashtirish zarurligi asoslab berilgan. Maqolada nazariy tayyorgarlik, grafik tahlil, CAD muhitida ishlash, 3D modellashtirish va refleksiv tahlil bosqichlarini o‘z ichiga olgan o‘qitish modeli taklif etilgan. Jadval va diagrammalar orqali raqamli yondashuvning didaktik

ISSN 3030-3907

salohiyati, topshiriqlarni bajarishdagi mehnat sig‘imi hamda vizualizatsiyaning pedagogik samaralari ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: muhandislik grafikasi, kompyuter grafikasi, raqamli texnologiyalar, CAD tizimlari, 3D modellashtirish, fazoviy tafakkur, grafik savodxonlik, kasbiy kompetensiyalar, vizualizatsiya, muhandislik ta’limi.

Abstract. The article discusses the theoretical and methodological foundations of teaching engineering and computer graphics under the conditions of digital transformation in technical education. It examines the role of CAD systems, 3D modeling tools, and digital visual resources in the development of spatial thinking, graphic literacy, and professional competencies of students. The need to combine classical graphic training with contemporary digital instruments is substantiated. A staged instructional model is proposed, including theoretical preparation, graphic analysis, CAD-based activity, three-dimensional modeling, and reflective correction of results. Comparative tables and diagrams are included to demonstrate the didactic potential of digital technologies, changes in task completion time, and pedagogical effects of visualization. The paper concludes that digital technologies in engineering graphics serve not only as technical tools, but also as a full-fledged pedagogical resource for future engineers.

Keywords: engineering graphics, computer graphics, digital technologies, CAD systems, 3D modeling, spatial thinking, graphic literacy, professional competencies, visualization, engineering education.

ВВЕДЕНИЕ.

Современная инженерная деятельность развивается в условиях глубокой цифровой трансформации, затрагивающей проектирование, производство, контроль качества, техническую диагностику и сопровождение жизненного цикла изделия. Это меняет требования к выпускнику технического вуза: он должен уметь интерпретировать графическую информацию, преобразовывать её в цифровую модель, работать с параметрическими объектами и использовать программные средства инженерного анализа. В такой ситуации инженерная и компьютерная графика перестает быть только дисциплиной о правилах выполнения чертежа. Она становится важной частью профессиональной подготовки, формирующей у студентов способность мыслить конструктивно, пространственно и технологически.

Традиционная модель обучения инженерной графике исторически опиралась на объяснение теоретических основ, ручное черчение и поэтапное выполнение графических заданий на бумаге. Этот подход сохраняет ценность, поскольку именно он формирует понимание геометрической

ISSN 3030-3907

сущности изображения, принципов проецирования, логики выбора видов, разрезов и сечений. Однако в условиях цифрового производства одной только ручной подготовки уже недостаточно. Студент должен уметь переносить графическую идею в цифровую среду, выполнять моделирование, корректировку, масштабирование и электронное документирование [1].

Внедрение CAD-систем и трехмерного моделирования радикально изменило способы представления технической информации в учебном процессе. Преимущество цифровой среды заключается не только в ускорении отдельных операций, но и в расширении дидактических возможностей преподавателя. Появляется возможность демонстрировать динамику построения, мгновенно исправлять ошибки, визуализировать скрытые элементы конструкции, сопоставлять 2D-изображение с 3D-моделью, а также включать в учебный процесс проектные задания, близкие к реальной инженерной практике [2].

В то же время цифровизация обучения не должна приводить к подмене инженерного мышления набором программных команд. Если обучающийся усваивает только последовательность инструментов интерфейса, не понимая геометрической природы объекта, образовательный результат оказывается поверхностным. Поэтому актуальной задачей становится разработка такой методики, которая объединяет классические основы инженерной графики и современные цифровые средства, сохраняя фундаментальность дисциплины и усиливая её практическую направленность. Цель настоящей статьи состоит в обосновании методической модели преподавания инженерной и компьютерной графики в цифровой образовательной среде, а также в раскрытии её дидактических преимуществ посредством таблиц, схем и аналитических визуализаций.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.

В научно-методической литературе инженерная графика рассматривается как основа графической коммуникации в техническом образовании. Работы, посвящённые графическим коммуникациям для инженеров, подчеркивают, что эта дисциплина формирует язык взаимодействия между проектной идеей и производственной реализацией, поскольку именно через графические образы студент учится структурировать конструктивную информацию, определять взаимосвязь элементов и описывать будущий объект средствами стандартизированного изображения [3].

ISSN 3030-3907

Современные исследования по инженерному черчению и графике также показывают, что в международной практике существенное значение придается сочетанию стандартов, проектной культуры и цифровых инструментов. Руководства по инженерному черчению, ориентированные на международные стандарты, демонстрируют, что обучение графике эффективно тогда, когда оно соединяет геометрические построения, правила оформления документации и использование актуальных программных средств проектирования [4].

Отдельное направление исследований связано с применением AutoCAD и аналогичных программ в учебном процессе. Публикации и учебные издания по работе в AutoCAD подчеркивают, что программная среда может выступать не только средством подготовки чертежа, но и площадкой для формирования инженерной логики, если преподаватель связывает каждое цифровое действие с теоретическим содержанием дисциплины: понятием проекции, принципами размерного оформления, выбором масштаба, анализом формы и последовательностью моделирования [5].

Важный пласт научных работ касается развития пространственного мышления обучающихся. Исследования, посвященные визуализации и применению трехмерных моделей в инженерном образовании, показывают, что электронные модели и дополненная реальность способствуют ускоренному формированию пространственных представлений, особенно у студентов начальных курсов, испытывающих трудности при переходе от двумерного изображения к объемному объекту [6]. Это подтверждает, что цифровые ресурсы должны рассматриваться как педагогический инструмент развития мышления, а не исключительно как средство технической автоматизации.

Педагогическая теория, в том числе классические труды по методам обучения, подчеркивает необходимость органичного сочетания объяснения, самостоятельной деятельности, наглядности и контроля. Именно эта логика особенно важна для инженерной графики, где результат обучения определяется не только объемом информации, но и способностью студента применять знания в процессе графического анализа и проектирования [7]. Следовательно, методическая модель цифрового обучения должна быть выстроена не вокруг программного продукта как такового, а вокруг педагогически осмысленной последовательности действий.

МЕТОДОЛОГИЯ.

ISSN 3030-3907

Предлагаемая в статье модель исходит из того, что обучение инженерной и компьютерной графике должно разворачиваться поэтапно и последовательно.

Первый этап связан с теоретической подготовкой. На этом этапе студент осваивает систему графических понятий, правила построения изображений, требования к оформлению, логику выбора необходимого набора видов и нормативные основы инженерной документации. Теоретический этап сохраняет своё значение даже в полностью цифровой образовательной среде, поскольку он формирует основу для дальнейшего осмысленного действия.

Второй этап представляет собой графический анализ. Здесь обучающийся учится распознавать форму объекта, выделять его конструктивные элементы, определять видимость линий, понимать взаимосвязь между проекциями и подбирать адекватные способы изображения. Именно этот этап становится мостом между теорией и цифровой практикой. Он особенно важен, поскольку предотвращает механическое использование программных инструментов без понимания содержания построения.

Третий этап — работа в CAD-среде. Студент выполняет построения уже с использованием цифровых инструментов, но каждое действие соотносится с ранее усвоенными правилами. Цифровая среда помогает быстрее выполнить повторяющиеся операции, удобно корректировать ошибки, создавать слои, параметры и аннотации. Однако педагогическая ценность этого этапа проявляется только тогда, когда программные действия сопровождаются смысловым анализом.

Четвертый этап связан с трехмерным моделированием и визуализацией. Здесь обучающийся переходит от плоского изображения к объемному объекту, рассматривает деталь под разными углами, анализирует её внутреннюю структуру, выполняет сечения и сравнивает пространственный образ с комплектом чертежных изображений. Пятый этап — контроль, коррекция и рефлексия — завершает цикл. На этом этапе преподаватель и студент анализируют качество решения, выявляют типичные ошибки и обсуждают оптимальные способы построения. Такая модель объединяет фундаментальную подготовку, цифровые компетенции и реальную проектную логику.

Логика предложенной модели может быть представлена через взаимосвязь этапов обучения, типовых инструментов и ожидаемых дидактических результатов.

ISSN 3030-3907

Таблица 1

Структура цифровой модели обучения инженерной графике

Этап	Содержание работы	Инструменты	Ожидаемый результат
I.	Освоение теоретических основ графики, проецирования и стандартов	Лекция, разбор примеров, схемы, доска, презентация	Понимание базовых графических понятий
II.	Графический анализ формы и структуры объекта	Эскиз, анализ видов, разрезов, выбор изображений	Формирование логики графического решения
III.	Выполнение построений в CAD-среде	AutoCAD, Inventor, Fusion, Kompas-3D	Закрепление алгоритмов и цифровых навыков
IV.	Создание 3D-модели и визуализация	Моделирование, вращение, сечения, параметры	Развитие пространственного мышления
V.	Контроль, коррекция и самооценка результата	Анализ ошибок, обсуждение, повторная правка	Рост самостоятельности и качества решений

Дидактический потенциал цифровых технологий

Применение цифровых средств в инженерной графике усиливает ряд базовых дидактических характеристик учебного процесса. Во-первых, возрастает наглядность. Объект перестает быть только статическим изображением и превращается в динамическую модель, доступную для анализа с разных точек наблюдения. Во-вторых, возрастает скорость обратной связи: преподаватель и сам студент быстрее обнаруживают ошибки, поскольку цифровая среда делает неточности заметными уже в процессе построения. В-третьих, расширяется пространство для самостоятельной работы, так как студент может редактировать файл, возвращаться к предыдущему этапу, хранить промежуточные версии и сравнивать решения.

Не менее важен и профессионально-ориентированный эффект. Цифровая графическая подготовка приближает учебные задачи к реальным

ISSN 3030-3907

инженерным сценариям: студент работает с файлами, параметрами, слоями, размерами и моделями так, как это происходит в проектной практике. Благодаря этому дисциплина перестает восприниматься как абстрактный набор учебных упражнений. Она приобретает прикладной смысл и начинает выполнять функцию ранней профессиональной адаптации [8].

Сопоставление традиционного и цифрового подходов удобно представить в виде сравнительной таблицы и диаграммы. Такие аналитические материалы позволяют увидеть, что преимущества цифровой среды проявляются не только в скорости или удобстве, но и в глубине понимания формы, в качестве пространственного анализа и в уровне самостоятельности обучающихся.

Таблица 2

Сопоставление традиционного и цифрового подходов в обучении

Параметр	Традиционный подход	Цифровой подход
Степень наглядности	Ограничена плоским изображением	Высокая за счет 3D-визуализации и динамики
Исправление ошибок	Трудоемкое, часто требует повторного выполнения	Оперативное, с возможностью корректировки в процессе
Формирование цифровых навыков	Практически отсутствует	Системное развитие навыков работы с CAD
Связь с практикой проектирования	Косвенная	Непосредственная, через моделирование и документирование
Уровень самостоятельности	Средний	Повышенный за счет файловой и параметрической работы

ISSN 3030-3907

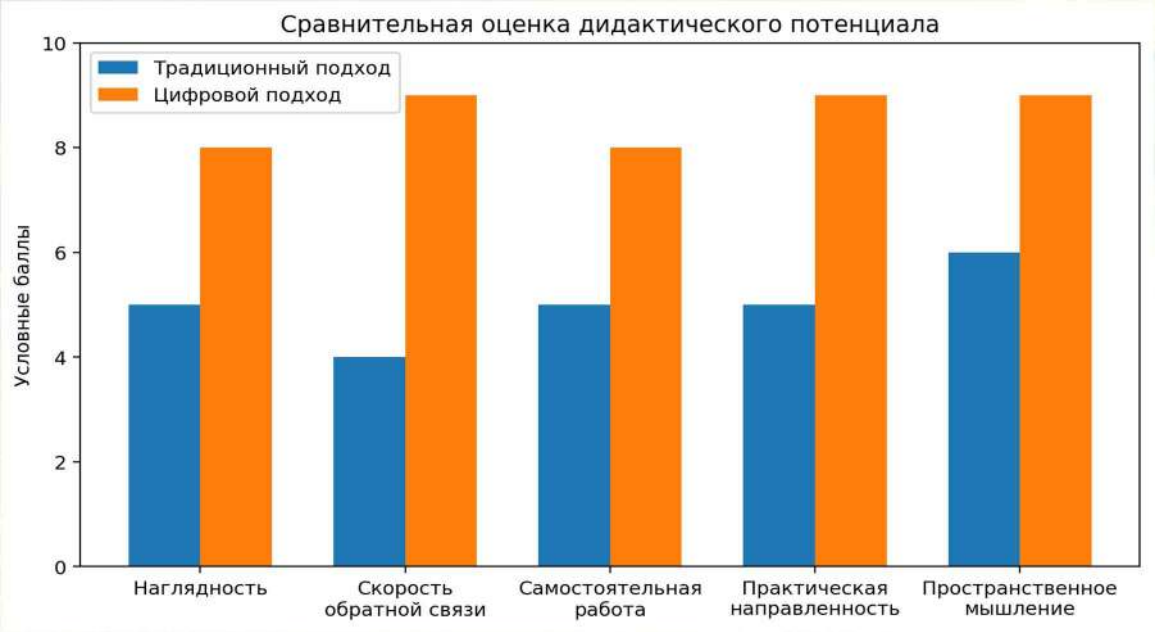


Рисунок 1 — Сравнительная оценка дидактического потенциала традиционного и цифрового подходов

Пространственное мышление и визуализация

Одной из наиболее сложных задач курса инженерной графики является развитие пространственного мышления. Студент должен не только понимать, как выглядит готовый чертёж, но и уметь мысленно восстановить по нему форму реального объекта. Для многих обучающихся на начальных этапах именно это становится основным затруднением. Двухмерное изображение не всегда позволяет быстро увидеть объем, внутренние полости, взаимное расположение элементов и особенности конструкции.

Трехмерное моделирование значительно снижает эту трудность. Когда обучающийся может вращать модель, скрывать и отображать элементы, выполнять виртуальные разрезы и сопоставлять 3D-объект с набором видов, процесс формирования пространственного представления становится более осмысленным. Визуализация работает как интеллектуальная опора, помогающая перейти от формального запоминания к конструктивному пониманию формы [6].

Одновременно с этим возрастает и точность графического анализа. Студент лучше понимает, почему определенный вид является главным, зачем нужен тот или иной разрез, какие линии должны быть видимыми, а какие — скрытыми. Таким образом, цифровая среда не только облегчает работу, но и усиливает содержательную сторону обучения, делая её более логичной и глубокой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

ISSN 3030-3907

Проведённый анализ показал, что цифровизация преподавания инженерной графики оказывает заметное влияние как на качественные, так и на организационные показатели учебного процесса. Одним из наиболее значимых параметров выступает трудоёмкость выполнения графических заданий в зависимости от уровня их сложности. При традиционном подходе усложнение задания, как правило, сопровождается непропорциональным ростом времени выполнения, поскольку студенту приходится многократно повторять однотипные операции вручную, заново перестраивать отдельные элементы и тратить дополнительные усилия на исправление неточностей.

В цифровой среде зависимость времени выполнения от сложности задания сохраняется, однако её характер становится более управляемым. На начальных этапах преимущества могут быть не столь выраженными, поскольку часть времени расходуется на освоение интерфейса и логики программной среды. Тем не менее по мере усложнения заданий преимущества цифрового подхода становятся очевидными: ускоряется редактирование, упрощается масштабирование, быстрее создаются повторяющиеся элементы, удобнее работать с размерами, слоями и параметрами модели. Особенно заметен этот эффект при выполнении комплексных заданий, включающих построение нескольких взаимосвязанных изображений и создание трёхмерной модели.

Аналитическая диаграмма, сопровождающая данный раздел, показывает, что при росте сложности учебного задания преимущество цифрового подхода в затратах времени становится всё более выраженным.

Ещё одним важным результатом является формирование профессионально значимых компетенций. Цифровое обучение инженерной графике должно приводить не просто к освоению конкретной программы, а к развитию комплекса умений, необходимых в будущей инженерной деятельности.

Особую роль играет связь инженерной графики с последующими дисциплинами профессионального цикла. Если студент уже на этапе графической подготовки привыкает воспринимать цифровую модель как рабочий инструмент, ему легче осваивать машиноведение, детали машин, технологическое проектирование, архитектурное моделирование и конструкторскую подготовку. В этом случае инженерная графика выполняет не только учебную, но и интегративную функцию, обеспечивая преемственность между фундаментальными и специальными дисциплинами.

Обсуждение результатов позволяет отметить и мотивационный эффект цифровой среды. Работа с современными программными средствами

ISSN 3030-3907

воспринимается студентами как более близкая к реальной практике, что повышает интерес к дисциплине и способствует более активному включению в учебный процесс. На рисунке 3 приведена аналитическая диаграмма, показывающая, что по мере роста сложности задания преимущество цифрового подхода в затратах времени становится всё более очевидным. Для учебного процесса это означает возможность либо сократить время на рутинные операции, либо перераспределить его в пользу анализа конструкции, обсуждения ошибок и развития проектного мышления.

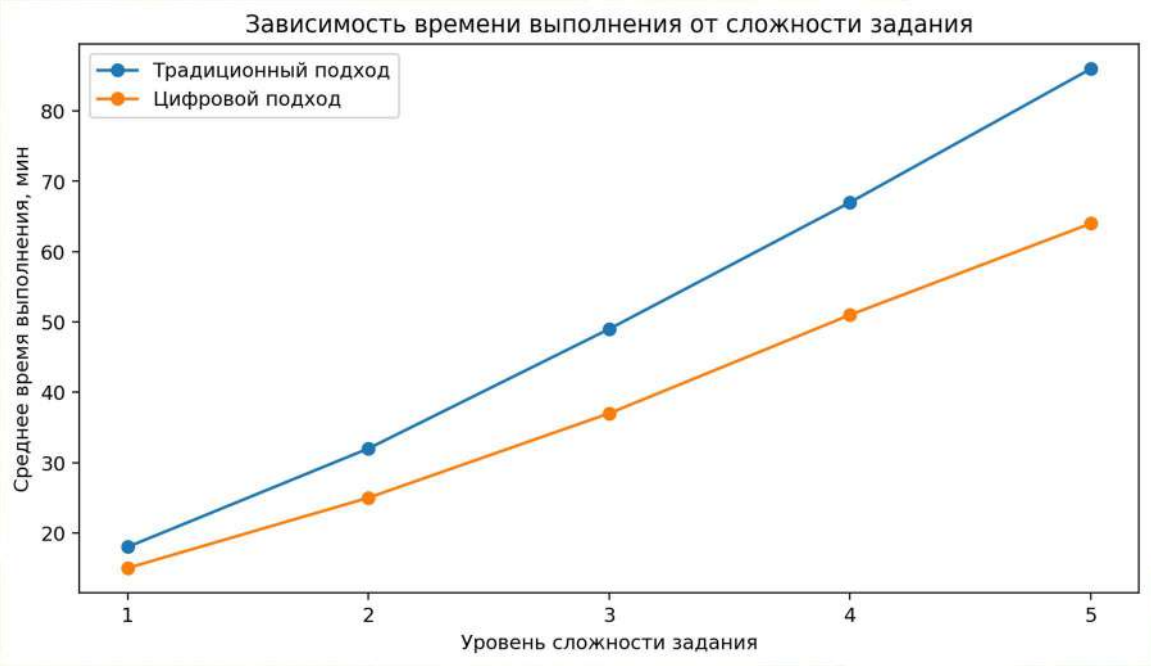


Рисунок 2 — Зависимость времени выполнения графических заданий от уровня сложности

Формирование профессиональных компетенций

Результатом цифрового обучения инженерной графике должно быть не просто владение отдельной программой, а формирование комплекса профессионально значимых компетенций. К ним относятся умение читать и создавать техническую документацию, анализировать форму детали, моделировать объект, использовать стандартные средства цифрового проектирования, контролировать точность и структуру файла, а также представлять результаты работы в форме, пригодной для дальнейшей проектной коммуникации.

Если студент уже на этапе инженерной графики привыкает к цифровой модели как к рабочему инструменту, ему легче осваивать машиноведение, детали машин, проектирование технологических процессов, архитектурное моделирование, конструкторскую подготовку и другие дисциплины

ISSN 3030-3907

профессионального цикла. В этом смысле инженерная графика выполняет интегративную функцию в структуре подготовки специалиста [9].

Таблица 3

Связь цифровых инструментов с формируемыми компетенциями

Цифровой инструмент	Вид деятельности	Формируемая компетенция
2D CAD	Построение видов, разрезов, сечений, размерное оформление	Точность графического изображения и документации
3D моделирование	Создание объемной геометрии, параметризация, визуализация	Пространственное мышление и конструктивный анализ
Электронные библиотеки элементов	Использование стандартных объектов и шаблонов	Навыки стандартизации и инженерной культуры
Файловая организация проекта	Работа со слоями, именованием, версиями и форматами	Цифровая грамотность и проектная дисциплина

Ограничения и методические риски

Несмотря на очевидные преимущества цифровизации, абсолютизация программных средств может привести к ряду методических проблем. Во-первых, существует риск подмены инженерного анализа операционной активностью: студент быстро осваивает кнопки и команды, но слабо понимает, почему изображение строится именно так. Во-вторых, при избыточной опоре на готовые шаблоны и автоматические функции может снижаться внимание к стандартам и внутренней логике построения. В-третьих, часть студентов на начальном этапе испытывает дополнительные затруднения, связанные не с графическим содержанием, а с интерфейсом программы.

Иными словами, эффективная цифровизация инженерной графики требует педагогического баланса. Технология становится образовательным ресурсом только тогда, когда она встроена в логичную и содержательно обоснованную систему обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Проведённый анализ показывает, что преподавание инженерной и компьютерной графики в условиях цифровой трансформации должно строиться как целостная методическая система, объединяющая

ISSN 3030-3907

фундаментальные основы графической подготовки и современные программные средства. Цифровые технологии повышают наглядность обучения, облегчают формирование пространственных представлений, расширяют возможности самостоятельной работы и усиливают профессиональную направленность дисциплины.

Предложенная в статье модель может быть использована при разработке учебных программ, методических указаний, лабораторных и практических занятий по инженерной и компьютерной графике. Дальнейшее развитие данного направления связано с расширением интерактивных учебных ресурсов, внедрением элементов дополненной и виртуальной реальности, а также с интеграцией цифровой графической подготовки в междисциплинарные проектные курсы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Autodesk. Student and educator access to software and services for educational purposes // Autodesk Education. Official resources.
2. Autodesk. Learning, curricula and professional development resources for students and educators // Autodesk Education. Official resources.
3. Bertoline G.R. Introduction to Graphics Communications for Engineers. 5th ed. New York: McGraw Hill, 2022.
4. Simmons C.H., Maguire D.E., Phelps N. Manual of Engineering Drawing: British and International Standards. 5th ed. Butterworth-Heinemann, 2020.
5. Gindis E.J. Up and Running with AutoCAD 2024: 2D and 3D Drawing, Design and Modeling. 1st ed. Elsevier, 2023.
6. Martín-Gutiérrez J., Saorín J.L., Contero M., Alcañiz M., Pérez-López D.C., Ortega M. Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students // Computers & Graphics. 2010. Vol. 34. No. 1. P. 77–91.
7. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе. М.: Просвещение, 1985. 208 с.
8. Zeid I. Mastering CAD/CAM. New York: McGraw-Hill, 2005.
9. Dilling F., Vogler A. Fostering Spatial Ability Through Computer-Aided Design // Digital Experiences in Mathematics Education. 2021. Vol. 7. P. 264–297.

ISSN 3030-3907