

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Сборник трудов
Международной научно-практической конференции
24 апреля 2024 года**

**Брест, Республика Беларусь
Новосибирск, Российская Федерация**

Брест 2024

УДК 744+004.92

ББК 30.11я73

И 66

Ответственный редактор

Акулова О. А., канд. техн. наук

Оргкомитет конференции

- Шалобыта Н. Н. – канд. техн. наук, доцент (Брестский государственный технический университет), председатель
- Вольхин К. А. – канд. пед. наук, доцент (Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)), со-председатель
- Рукавишников В. А. – д-р пед. наук, доцент (Казанский государственный энергетический университет)
- Акулова О. А. – канд. техн. наук (Брестский государственный технический университет)
- Базенков Т. Н. – канд. техн. наук, доцент (Брестский государственный технический университет)

И 66 **Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы** : сборник трудов Международной научно-практической конференции 24 апреля 2024 года Брест, Республика Беларусь Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. О. А. Акулова. – Брест : БрГТУ, 2024. – 140 с.

ISBN 978-985-493-631-4

Сборник содержит 43 статьи (65 авторов из 16 учреждений образования Республики Беларусь и Российской Федерации), представленных на Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы», проведенной в режиме открытой видеоконференции (г. Брест, Республика Беларусь, г. Новосибирск, г. Казань, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация) 24 апреля 2024 года.

Материалы сборника отражают актуальные вопросы инженерной графической подготовки студентов высших учебных заведений технического профиля, связанные с применением в учебном процессе инновационных педагогических методик, а также современных информационно-коммуникационных технологий.

УДК 744+004.92

ББК 30.11я73

ISBN 978-985-493-631-4

© Издательство БрГТУ, 2024

ГРАФИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА БАЗЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В. М. Акулич, канд. техн. наук, доцент

*Белорусско-Российский университет,
г. Могилев, Республика Беларусь*

Ключевые слова: инженерная графика, компьютерная графика Компас-3D, проекционное черчение, проецирование геометрических тел, тестирование.

Аннотация. В статье рассматривается методический подход к изучению способов построения изображений (видов, разрезов, сечений) на чертежах и разработке тестов для контроля и оценки учебных достижений студентов с использованием компьютерной графики в Компас-3D.

Для студентов технических специальностей в структуру планов образовательного процесса входит дисциплина «Инженерная графика». Изучение правил выполнения и оформления конструкторской документации направлено на приобретение устойчивых навыков в черчении, что является важной задачей инженерной графики как учебной дисциплины.

Освоение инженерной графики дает возможность научиться ортогонально изображать самые разнообразные предметы на плоскости и читать представленную на чертежах графическую информацию.

Важное внимание должно уделяться управлению процессом усвоения знаний и получению умений и графических навыков у студентов. Внедрение в учебный процесс современных компьютерных технологий, а также различных методик обучения будет способствовать совершенствованию учебного процесса и повышению качества инженерного образования [1].

Проведены исследования методики выполнения заданий по проекционному черчению и графическому построению изображений в соответствии с основными правилами и нормами оформления и выполнения чертежей, которые установлены Государственными стандартами ЕСКД.

На лабораторных занятиях используются методические рекомендации, в которых изложены основы машиностроительного черчения, базирующиеся на теоретических основах начертательной геометрии и проекционного черчения [2].

Рассмотрены основные требования стандартов по оформлению чертежей, способам построения изображений – видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций («Общие правила выполнения чертежей» – ГОСТ 2.301-68 – ГОСТ 2.317-2011) [3].

В представленной последовательности выполнения индивидуальных графических заданий изложены методы построения чертежей с использованием графического проектирования в Компас-3D. Каждый раздел теоретического материала адаптирован к конкретной лабораторной работе, что позволяет интегрировать компьютерную графику при изучении графических дисциплин.

Теоретический материал лабораторного практикума сопровождается рисунками, лабораторные работы содержат разработанные задания по созданию графических примитивов и выполнению команд редактирования, что раскрывает возможности системы компьютерной графики Компас-3D выполнять различные виды конструкторской документации.

Изучение темы по проекционному черчению предполагает достаточно сложную и трудоемкую работу по выполнению изображений деталей различной конфигурации, что требует наличия пространственного воображения и определенных навыков у студентов.

Для формирования пространственного воображения с помощью трехмерного 3D моделирования в графической системе Компас-3D созданы объемные модели деталей.

Анализируя конструкцию детали, можно выделить несколько простейших поверхностей, составляющих ее форму, выявить отдельные геометрические тела, из которых состоит деталь, определить границы каждого геометрического тела и определить все ее элементы (отверстия, лыски, пазы, и т. д.).

Разработан алгоритм выполнения графической работы и последовательное ее построение в сопровождении мультимедийный слайдов. Задача лабораторной работы: по заданному наглядному изображению модели построить для нее три основных вида (вид спереди, вид сверху, вид слева), выполнить фронтальный и профильный разрезы, нанести линии штриховки, на полученном чертеже проставить размеры (рисунок 1).

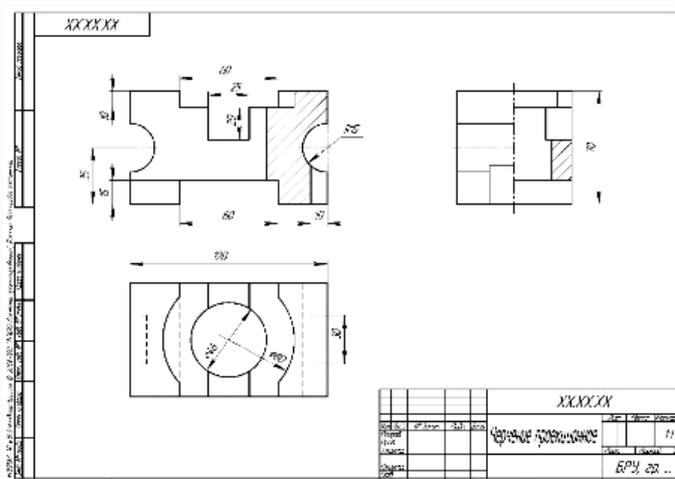
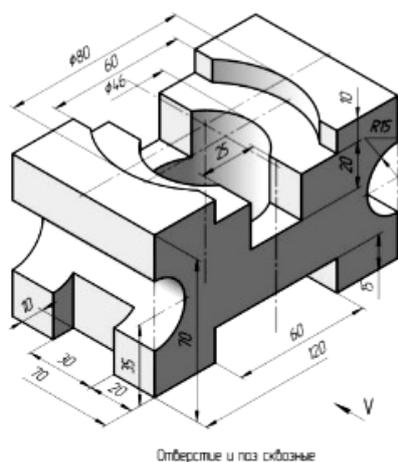


Рисунок 1 – Пример выполнения лабораторной работы

Разработанные задания способствует получению студентами навыков применения информационных технологий в учебном процессе.

Объемная модель детали обладает большой наглядностью, облегчает восприятие различных геометрических форм и ее элементов, что способствует развитию воображения как важнейшему условию овладения умением проектировать и читать чертежи, а также улучшению графической подготовки.

Для формирования пространственного мышления, которое базируется на графических зрительных образах геометрических тел, из которых состоят

технические детали, студенты обучаются приемам рассмотрения, анализа и детализации конструктивных особенностей деталей, их воспроизведения по памяти при проектировании.

Возможности объемного моделирования можно использовать в качестве тренажера для развития у студентов пространственного воображения. При этом контроль знаний является одним из основных элементов оценки уровня и качества освоения дисциплины [4].

Разработаны избирательные тесты закрытого типа, которые представляют собой карту в виде таблицы на формате А4. Каждая карта содержит произвольно расположенные комплексные изображения и соответствующие им 3D-модели деталей, выполненные с помощью компьютерной графики в Компас-3D и оформленные в соответствии с системой ЕСКД (рисунок 2).

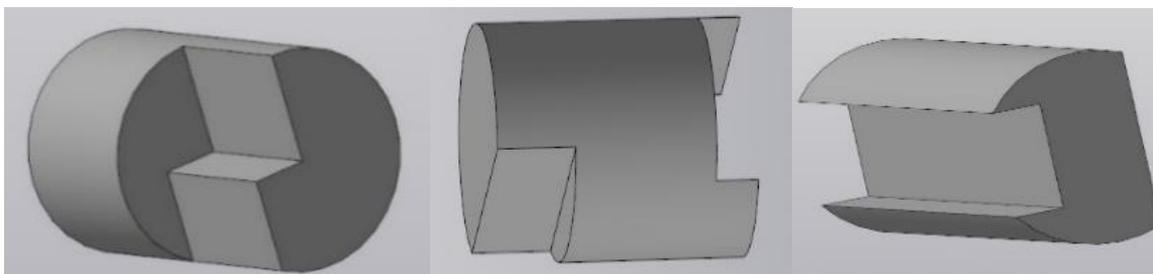


Рисунок 2 – 3D-модели деталей

Проецирование тел различной геометрической формы при создании объемных моделей дает возможность рассмотреть их со всех сторон. Анализируя графическую информацию в тест-задании, студенты определяют соответствие вида спереди и вида слева определенной 3D-модели детали (рисунок 3).

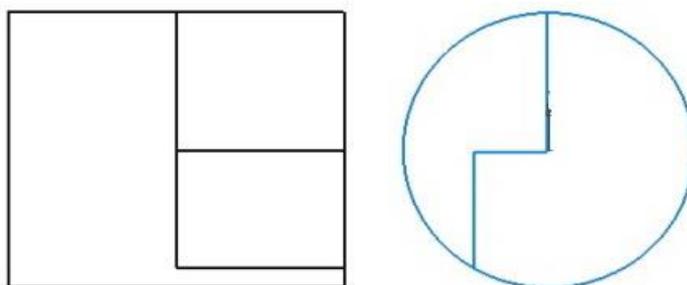


Рисунок 3 – Пример комплексного изображения

Представление с помощью тестов различной графической информации повышает успешность обучения. Техническая подготовка студентов с использованием компьютерных технологий развивает инженерное мышление и формирует умения и навыки разработки и свободного чтения чертежей.

Эффективность освоения студентами дисциплины «Инженерная графика» связана с комплексным оцениванием качества выполнения домашних графических работ при регулярном проведении тестирования.

Внедрение методики в учебный процесс способствует развитию пространственного воображения у студентов и, вследствие чего, творческой активности в учебном процессе.

Графическое проектирование на базе компьютерных технологий, начиная с самых простых заданий по геометрическому черчению с постепенным переходом к выполнению более сложных изображений на комплексных чертежах, формирует умение выполнять чертежи и дает возможность управлять учебно-познавательной деятельностью студентов.

Список литературы

1. Касперов, Г. И. Инженерная и машинная графика. Практикум: учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей / Г. И. Касперов [и др.]. – Минск: БГТУ, 2021. – 167 с.
2. Компьютерная графика и 3D-моделирование: методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направлений подготовки 15.03.01 «Машиностроение» и 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» очной формы обучения: в 2 ч. / Сост. Ж. В. Рымкевич [и др.]. – Могилев: Белорус. - Рос. ун-т, 2021. – Ч. 1. – 47 с.
3. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие правила выполнения чертежей: [Сборник]. – М.: Издательство стандартов, 2011. – 60 с.
4. Акулич, В. М. Методика и организация преподавания инженерной графики. / В. М. Акулич // Вторые международные Косыгинские чтения «Энергоресурсоэффективные экологически безопасные технологии и оборудование» (ISTS EESTE-2019): материалы Международного научно-технического симпозиума. – Москва: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2019. – С. 245–249.

УДК 004.9

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

О. А. Акулова¹, канд. техн. наук,
Н. В. Усс¹, магистрант,
Е. Н. Шалобыта², магистрант

¹ *Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

² *Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Ключевые слова: визуализация, интерактивная карта, виртуальный глобус, геоинформационная система, «иммерсивный» 3D-объект, 3D-тайл.

Аннотация. В статье рассматриваются современные геоинформационные программы, а также способы и инструменты визуализации географической информации с целью выбора наиболее рациональных решений для создания интерактивной карты водных объектов Республики Беларусь.

Развитие информационных технологий в последние десятилетия привело к глобальной цифровизации различных отраслей науки и экономики. Так в картографии на смену традиционным бумажным географическим картам и атласам пришли интерактивные картографические геоинформационные программы [1].

Несмотря на широкое разнообразие таких программ и сервисов, предоставляющих обширную информацию о различных территориях по всему миру, далеко не все географические объекты на них представлены достаточно подробно. Часто информация является неполной, или недостоверной.

В связи с этим создание актуальных интерактивных карт и их информационное наполнение является важным и актуальным направлением исследований.

Задачей нашего исследования являлось изучение современных геоинформационных программ, а также способов и инструментов визуализации географической информации с целью выбора наиболее рациональных решений для создания интерактивной карты водных объектов Беларуси.

Картографические геоинформационные программы, использующие технологии веб-картографии можно разделить на несколько групп: картографические интернет-сервисы; виртуальные глобусы; геоинформационные системы; веб-ГИС серверы и геопорталы.

Онлайн-карты – это самый популярный тип картографических интернет-сервисов. Они позволяют пользователям просматривать карты, выполнять поиск необходимых объектов, измерять расстояния, создавать маршруты и т. д. Среди самых известных онлайн-карт можно выделить Google Maps, Яндекс.Карты, Bing Maps, Apple Maps, 2ГИС, OpenStreetMap, Wikimapia.

Виртуальный глобус – компьютерная программа или веб-сервис, который имитирует вид Земли, Луны или других планет. Виртуальные глобусы обычно имеют трехмерную графику и могут быть интерактивными, позволяя пользователям исследовать поверхность планеты и получать информацию о различных местах. Среди основных современных интернет-глобусов можно выделить: Google Earth, LeoLabs, Ventusky, Flightradar24, TheTrueSize, Earth 2050, Marble.

Геоинформационная система (ГИС) – это компьютерная информационная система, осуществляющая сбор, обеспечивающая возможность хранения, обработку, доступ, визуализацию и передачу пространственно-координатных данных. В основе ГИС лежит использование технологий, позволяющих определить точное местоположение объектов, их размеры, расстояния и создание цифровых карт и схем. ГИС используются в научных исследованиях, государственных органах и других сферах, где требуется тщательный анализ и обработка географических данных.

В настоящее время на рынке информационных технологий доступен широкий ассортимент программного обеспечения для геоинформационных систем. Однако среди большого количества ГИС преобладают зарубежные, такие как ArcGIS ArcInfo, ArcGIS ArcView, MapInfo Professional, Auto CAD Map 3D, GeoMedia Professional, GIS MapServer, GIS GRASS 6, Quantum GIS (QGIS), GIS 6 Secure, и др. В России также разработано несколько геоинформационных систем: ГИС «Панорама», ГИС «Erne», ГИС Zulu, ПроГео, IndorMap, ГИС «Аксиома», ДорГИС

и др. В Республике Беларусь разработан комплекс программных продуктов CREDO.

ГИС-сервером называется комплекс программного обеспечения, предназначенного для публикации геопространственных данных в локальных или глобальных сетях. Эти информационные системы, являются средой отображения геопространственных данных. В отличие от веб-картографических сервисов, в которых отсутствуют механизмы обработки спутниковых изображений, ГИС-серверы предоставляют способы для обработки, анализа и персонализации геопространственных данных. Обладают специальным интерфейсом, основанным на технологии интерфейса прикладного программирования, известного как API (application programming interface). Наиболее известные ГИС-сервера: ArcGIS Server, GeoServer, MapServer, GeoNetwork, MapSuite Server, TileStache, SafeFog, AWS Геопространственные сервисы, Microsoft Azure Maps, CloudMade и др.

Можно выделить несколько уровней визуализации географической информации.

На первом уровне визуализации можно отметить прикрепление к географическому объекту фотоснимков. Фотография объекта является очень важным аспектом, который может вызвать исследовательский интерес у пользователей интерактивной карты. Следует отметить, что количество качественных фотоматериалов по небольшим географическим объектам весьма ограничено, а порой и вовсе отсутствует. Поэтому их сбор и прикрепление к интерактивным картам представляет особый интерес.

Ко второму уровню визуализации можно отнести использование 3D-панорамы (состоит из большого числа отдельных кадров, которые склеиваются с помощью специального программного обеспечения), которая позволяет осмотреть пространство в любом направлении и имеет углы обзора 360° на 180° (рис. 1).

Третий уровень визуализации – это использование «иммерсивных» 3D-объектов на интерактивных картах. В 2022 году компания Google добавила в сервис «Карты» функцию «иммерсивного просмотра», а в июле 2023 года «иммерсивные» 3D-объекты частично были отображены на картах компания «2ГИС». Иммерсивные карты позволяют приблизить и подробно рассмотреть объекты с разных сторон, поскольку они реализованы с высокой степенью реализма (рис. 2).

В зависимости от времени суток, эти реалистичные модели выглядят по-разному, подобно тому, как это происходит в реальном городе. Ночью они могут быть освещены иначе, чем днем. Такой подход создает ощущение глубины и погружения, что усиливает реалистичность карты [2].

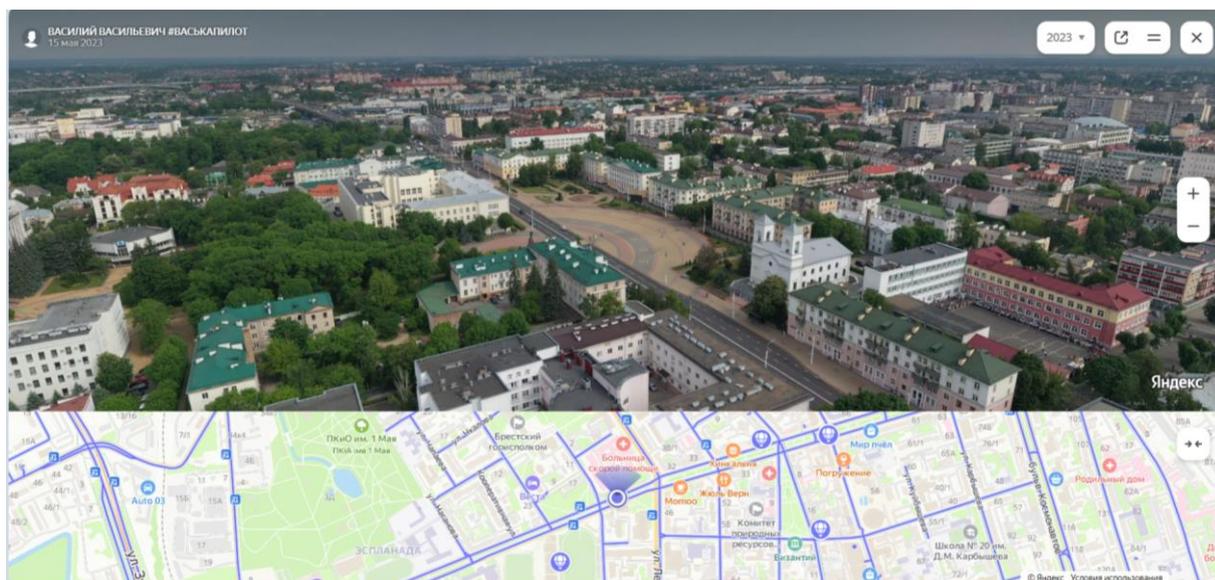


Рисунок 1 – Панорамное изображение г. Бреста на Яндекс Карте, <https://yandex.by/maps>

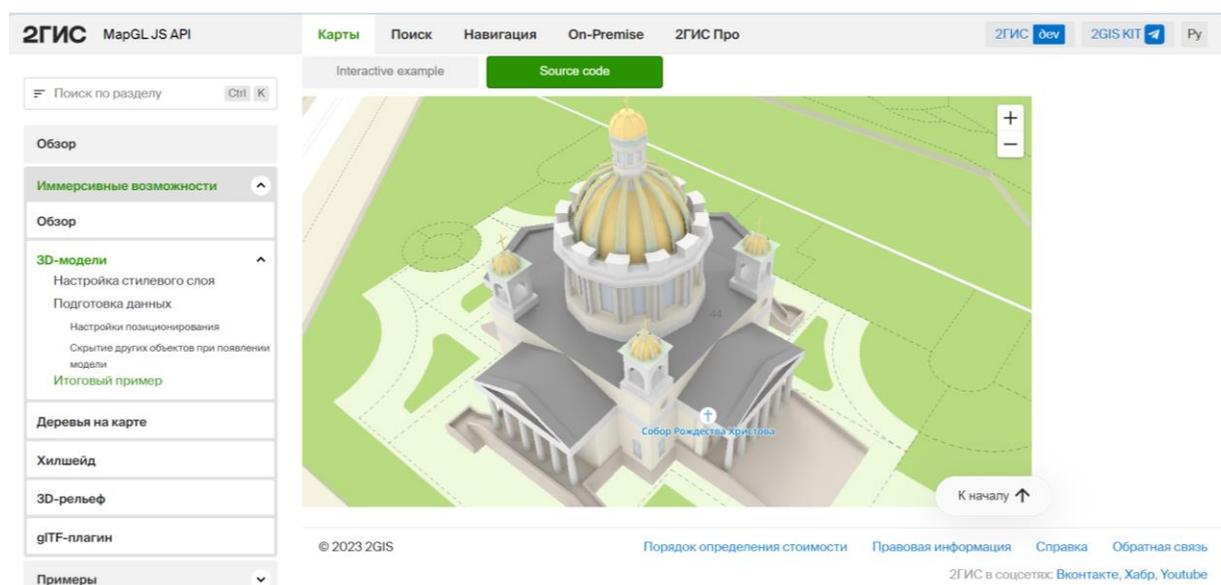


Рисунок 2 – «Иммерсивный» 3D-объект на платформе 2ГИС, <https://docs.2gis.com/ru/mapgl/immersive/models>

На четвертом уровне визуализации можно отметить использование 3D-тайлов (в картографических сервисах – один из квадратных фрагментов, на которые разбивается визуальная модель, карта) [3]. Располагаясь рядом друг с другом, тайлы создают единое изображение. В мае 2023 команда Google Maps представила фотореалистичные 3D-тайлы (Photorealistic 3D Tiles). Этот новый трехмерный продукт является бесшовной 3D mesh-моделью реального мира, созданной на основе высококачественных цветных изображений.

Фотореалистичные 3D-тайлы полностью соответствуют 2D-картам Google Maps. Трехмерные здания и рельеф на новых 3D-тайлах подходят для создания интерактивных 3D-продуктов, таких как виртуальные туры на местности, архитектурные модели или приложения для городского планирования. Кроме

того, поверх 3D-тайлов можно отобразить любые геоданные, например, температуру поверхности [4].

В результате изучения современных картографических сервисов для создания интерактивной карты водных объектов Республики Беларусь нами был выбран наиболее популярный ArcGIS Server, обладающий наибольшим функционалом и максимально отвечающий поставленным задачам.

На рисунке 3 представлен фрагмент разработанной интерактивной карты, демонстрирующий описание водного объекта, а также его визуализацию посредством прикрепления фотоснимков.

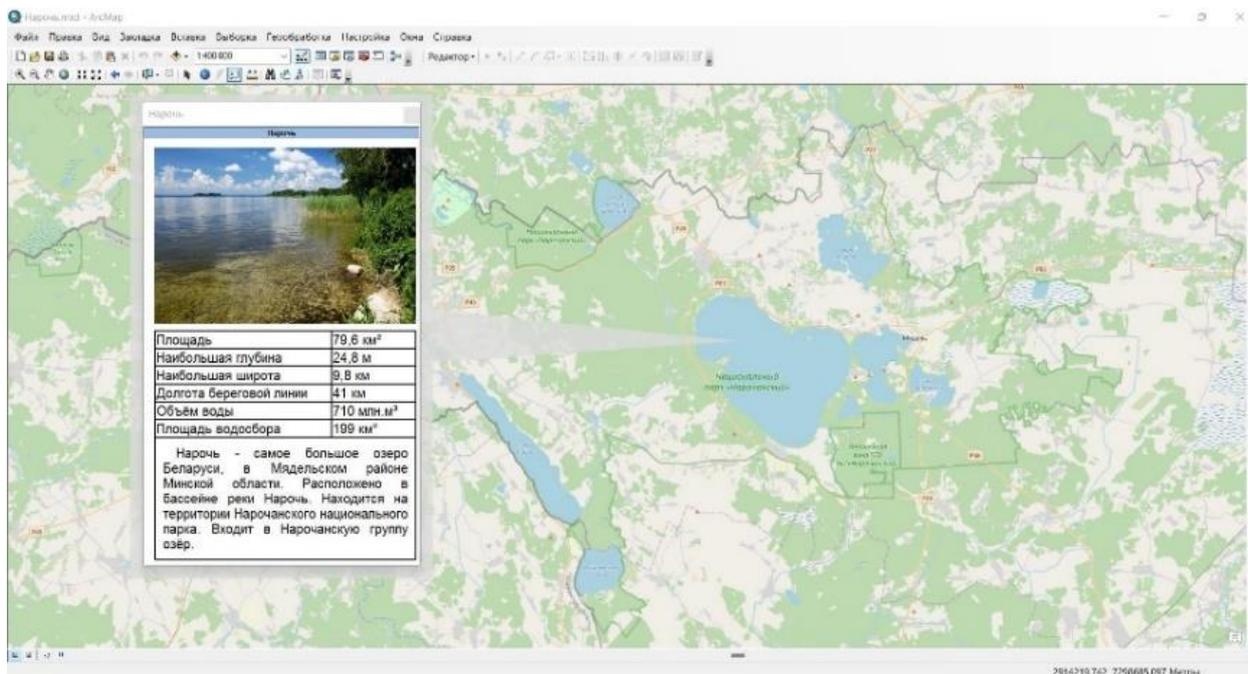


Рисунок 3 – Пример описания объекта на интерактивной карте

Представленная интерактивная карта водных объектов Республики Беларусь базируется на созданной авторами базе данных. В настоящее время она не имеет отечественных аналогов, так как доступные интерактивные карты не раскрывают полной информации о водных объектах Беларуси.

Список литературы

1. **Вагизов, М. Р.** Разработка интерактивного картографического сервиса для определения лесотаксационных показателей насаждений программно-техническим методом: дис. ... канд. техн. наук : 25.00.35 / М. Р. Вагизов. – Санкт-Петербург, 2016. – 145 л.
2. Карты будущего: 2ГИС представил реалистичные объекты на картах [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://info.2gis.ru/moscow/company/news/karty-budushchego-2gis-predstavil-realisticnye-obekty-na-kartah>. – Дата доступа: 18.12.2023.
3. **Цветков, В. Я.** Тайловое представление пространственной информации / В. Я. Цветков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 10-4. – С. 670–671.
4. Новые реалистичные 3D-тайлы от Google Maps [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cartetika.ru/tpost/pulp2abpk1-novie-realisticnie-3d-taili-ot-google-m>. – Дата доступа: 19.12.2023.

ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕРЕСА СТУДЕНТОВ К ИЗУЧЕНИЮ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПОСРЕДСТВОМ УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИЯХ

Т. А. Астахова, ст. преподаватель

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: обучение, научно-исследовательская работа студентов, инженерная графика, компьютерная графика, системы автоматизированного проектирования, информационные технологии.

Аннотация. В статье рассматривается студенческая активность в изучении систем автоматизированного проектирования в процессе подготовки докладов для участия в студенческих конференциях разного уровня.

Студенческая жизнь – это не только учебный процесс, но и участие студентов в творческих коллективах и научно-исследовательской работе. Все университеты ежегодно проводят конференции различного уровня от внутривузовских до международных. Соответственно и требования к студенческим докладам отличаются в зависимости от уровня конференции.

Мы агитируем студентов принять участие в научно-исследовательской работе, кто-то сам ищет возможность поучаствовать. Причины участия студентов в научно-исследовательской работе разные, кому-то интересно расширить свой кругозор по той или иной теме, кому-то интересно узнать и рассказать о вопросе, который не рассматривается в рамках учебной программы, а для кого-то участие – это отработка пропущенных занятий.

В текущем учебном году уже прошли некоторые ежегодные конференции, и можно подвести итоги, посмотреть какое влияние оказало участие в них на участников. На примере двух студентов первого курса из Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС) и Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (НГАСУ) можно сказать, что самостоятельная подготовка стимулирует работу и над учебным процессом. Одной студентке НГАСУ была предложена тема по архитектурному стилю фахверк и созданию своего объекта в этом стиле в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Надо сказать, что моделировать студенты на этот момент могли простейшие тела операциями «выдавить» и «вырезать». У второго участника из СГУПС тема была о малых архитектурных формах и также с практической реализацией. При подготовке докладов студентам пришлось ознакомиться с понятиями и отличительными особенностями стилей и форм, а для реализации своего проекта пришлось изучить некоторые новые для них операции. Например, для домика в стиле фахверк (рис. 1) использовались знакомые уже операции, но с наложением текстур, цвета и прозрачности, для проектирования, была изучена символика стиля

фахверк и исторические данные. Рассматривалась возможность использования приложения «Металлоконструкции», но была отвергнута, за недостаточностью времени для его изучения.



Рисунок 1 – Модель домика с элементами фахверк в КОМПАС-3D

Студент первого курса СГУПС на момент выполнения своего проекта вообще не был знаком с КОМПАС-3D, в первом семестре все работы по программе курса выполнялись в КОМПАС-График. За ограниченное время надо было ознакомиться с требованиями к эскизу для формообразующих операций и с операциями создания твердотельных моделей, определиться с тем, какие из них использовать при создании своей малой архитектурной формы (рис. 2). Им была выбрана беседка, использованы простейшие операции «выдавить», «вырезать» и «по траектории», текстуры и разнообразие цвета не использовалось, но результат был достигнут. Произошло самостоятельное ознакомление с САПР КОМПАС-3D, построена оригинальная, не очень функциональная беседка.

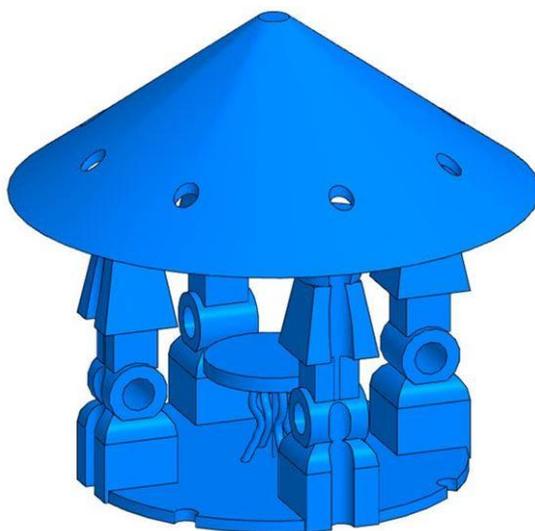


Рисунок 2 – Модель беседки, выполненная в КОМПАС-3D

При подготовке материала для выступления студентами была проведена большая работа по изучению существующих стилей и форм, а для выполнения своих моделей им необходимо было углубиться в возможности используемого программного продукта. Это привело к тому, что им стало проще выполнять задачи рабочей программы по курсу, и, соответственно, они повысили свои баллы за выполненные задания по предмету.

Участие в конференциях помогает студентам развивать свои ораторские способности, выступая перед большой аудиторией, необходимо грамотно показать свои разработки и заинтересовать слушателей своей темой. Многие преподаватели графических дисциплин отмечают, что на фоне сокращения аудиторного времени изучения становится заметным повышение уровня подготовки студентов, участвующих в научно-исследовательской работе [1, 2, 3].

Список литературы

1. **Вольхин, К. А.** Современная инженерная графическая подготовка студентов строительного вуза [Текст] / К. А. Вольхин // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 19 апреля 2019 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2019. – С. 46–50.

2. **Андрюшина, Т. В.** Компетентностный подход в обучении графическим дисциплинам / Т. В. Андрюшина, О. Б. Болбат // Образование и проблемы развития общества. – 2023. – № 2(23). – С. 4–8. – EDN OMLTUV.

3. **Петухова, А. В.** Исследование структуры самостоятельной работы студентов / А. В. Петухова // Актуальные проблемы модернизации высшей школы: традиции отечественного образования : материалы XXXV Междунар. науч.-метод. конференции, 31 января 2024 года, Новосибирск, Сиб. гос. ун-т путей сообщения. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2024. – С. 231–238.

УДК 378.14

МОДЕЛИРОВАНИЕ АППАРАТА ПЕРСПЕКТИВЫ В AUTOCAD

Т. Н. Базенков, канд. техн. наук, доцент,

Д. А. Ярошевич, студент

*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

Ключевые слова: начертательная геометрия, моделирование, 3D модель, перспектива.

Аннотация. Развитие современных технологий проектирования невозможно без автоматизированных систем. Будущие специалисты должны знать и уметь применять программные продукты в своей профессиональной деятельности. В статье рассматриваются вопросы создания перспективных изображений здания в условиях развития компьютерных технологий.

Графические дисциплины являются одними из базовых предметов, составляющих основу подготовки специалистов в строительной отрасли.

Геометрическое мышление становится все более востребованным в профессиональной деятельности будущего специалиста в строительстве и архитектуре.

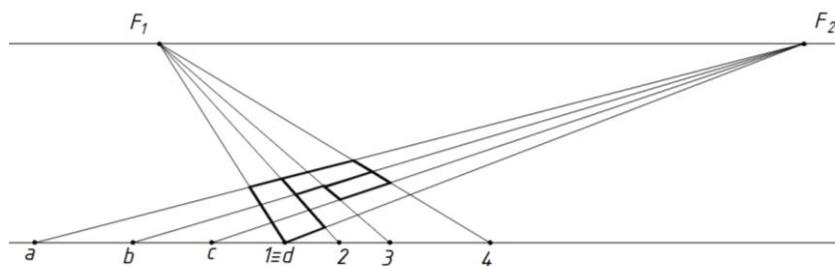


Рисунок 2 – Построение перспективы основания здания

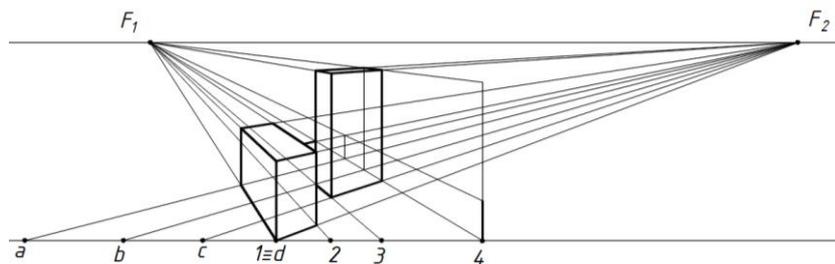


Рисунок 3 – Построение перспективы здания

К недостаткам перспективы способом архитектора относятся сложность построений и ограниченная возможность измерений из-за наличия перспективных искажений угловых и линейных размеров.

Рассмотрим построение перспективной проекции при помощи трехмерной модели, создаваемой в пакете AutoCAD, которое состоит из нескольких этапов:

1. Строится трехмерная модель здания. Для этого каждый элемент плана выдавливаем на свою высоту и потом объединяем.
2. Формируется аппарат перспективы. Строим проекцию основания картины под углом 30° к фасаду здания.
3. Определяем положение угла зрения, равного 28° .
4. На вкладке визуализация задаем положение камеры и главной точки расположенных на высоте линии горизонта (рис. 4).

Построенная модель позволяет получать перспективы здания при различной высоте горизонта. Для этого достаточно изменить положение камеры и главной точки картины (рис.5). При выполнении способом архитектора это довольно трудоемкая операция.

Расположение картинной плоскости дает возможность оценить перспективу и выбрать лучшее.

В перспективах (см. рис. 6, б, в) недостаточно раскрыт фасад невысокого здания и боковой фасад левого здания (см. рис. 6, а). Указанных недостатков лишена перспектива на рис.7, а.

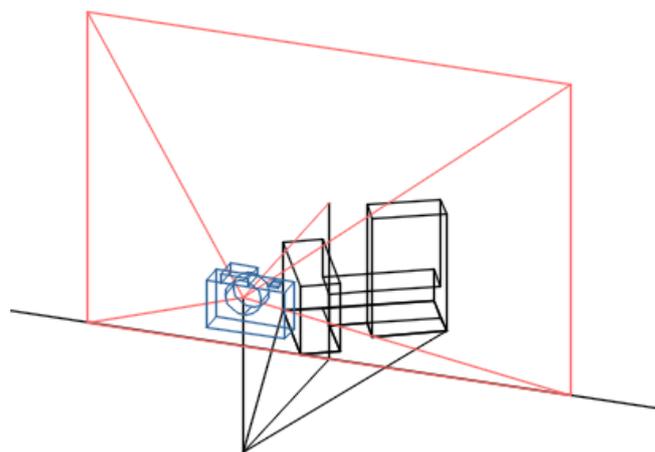


Рисунок 4 – Создание «Камеры» в AutoCAD

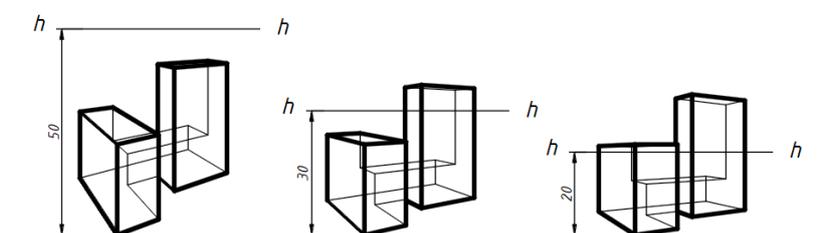


Рисунок 5 – Перспектива здания при различных высотах горизонта

а) б) в)

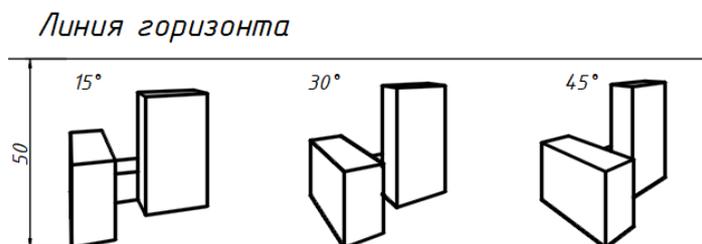


Рисунок 6 – Перспектива здания при различных углах наклона картинной плоскости к фасаду слева

а) б) в)

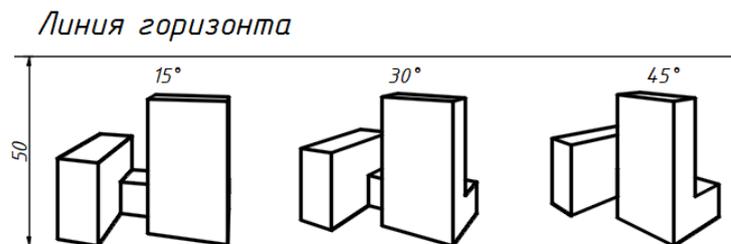


Рисунок 7 – Перспектива здания при различных углах наклона картинной плоскости к фасаду справа

Список литературы

1. **Филисюк, Н. В.** Инженерная графика. Построение перспективы здания и теней.: методические указания для практических занятий и самостоятельной работы студентов всех направлений всех форм обучения. / Н. В. Филисюк, В. А. Мальцева. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВПО ТюмГАСУ, 2014.– 26 с.
2. **Манакова, Г. И.** Перспективные проекции / Г. И. Манакова, И. В. Буторина. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 22 с.
3. **Соловьев, С. А.** Черчение и перспектива / С. А. Соловьев, Г. В. Буланже, А. К. Шульга. – М.: «Высшая школа», 1982. – 319 с.

УДК 004.92 : 517.9

О ФРАКТАЛЬНЫХ СЕТКАХ

А. А. Бойков, старший преподаватель

*МИРЭА – Российский технологический университет,
г. Москва, Российская Федерация*

Ключевые слова: алгебраические фракталы, гиперфракталы, множество Мандельброта, множество Жюлиа, бесшовные паттерны, графические сетки.

Аннотация. Сформулирована задача создания фрактальных сеток – сетчатых узоров на основе фрактальных изображений. Показано создание бесшовных сетчатых узоров на основе многомерного подхода: гиперфрактал рассекается подходящей сферой, поверхность которой с фрактальным изображением разворачивается. Приводится необходимое и достаточное условие для того, чтобы развертка фрактала на сфере была бесшовным узором. Отмечается, что наиболее общий способ создания бесшовных фрактальных изображений – рассечение гиперфрактала тором с последующим разворачиванием поверхности. Также предлагается алгебраический способ создания сетчатых фрактальных узоров – для этого итерационная формула должна строиться на основе периодических функций. Приводятся примеры сетчатых фрактальных узоров и их применение в графическом дизайне.

Введение. Одной из частных задач графического дизайна является оформление повторяющихся элементов типа прямоугольных таблиц и сеток – это могут быть визитки, бейджи, карточки или фишки для настольных игр и т. д. В то же время представляет интерес использование в оформлении элементов фрактальных изображений [1, 2], однако известные фракталы (множество Жюлиа, множество Мандельброта, бассейны Ньютона, Нова и др.) представляют собой либо компактные, либо бесконечно протяженные неповторяющиеся фигуры, – использование их для оформления таблиц и сеток требует дополнительных усилий дизайнера.

В настоящей статье предлагается подход, позволяющий естественным образом получить повторяющиеся фрактальные фигуры типа сеток. Кроме того, как показано в [3], создание таких фракталов может стать предметом студенческой научной работы на геометро-графических кафедрах или кафедрах дизайна.

Многомерный способ создания бесшовных узоров. Очевидно, для оформления таблиц и сеток требуется один из сетчатых орнаментов [4, 5].

Частным случаем сетчатого орнамента являются так называемые бесшовные текстуры или узоры (паттерны).

В [2] для создания бесшовных фрактальных изображений предлагается использовать развертки фракталов, получаемых как сечения гиперфрактала сферой. При этом автоматически получается повторяющийся узор типа ленты или бордюра. Чтобы развертка фрактала стала сетчатым орнаментом, *необходимо и достаточно*, чтобы на концах меридиана, по которому поверхность секущей сферы разрезается, гиперфрактал имел одинаковые цветные точки. Действительно, концы меридиана (полюса) на развертке превращаются в отрезки, состоящие из одинаковых точек, и если точки в полюсах также одинаковы, тогда противоположные края развертки идентичны и склеиваются без шва.

В случае симметричных гиперфракталов, например, Жюлиа-Мандельброта, порождаемых итерационной формулой:

$$Z_{n+1} = Z_n^k + C \quad (1)$$

где Z и C – комплексные числа, а k – любое натуральное число, обеспечить условие бесшовности развертки можно, поместив центр секущей сферы в плоскость симметрии гиперфрактала, чтобы полюса стали симметричны относительно нее. Цвет в симметричных точках окажется одинаковым, а развертка – бесшовным узором. На рис. 1 показан пример такой развертки, полученный способом [2, 6], для квадратичного фрактала Жюлиа-Мандельброта: гиперсферы, задающие секущую сферу, имеют координаты:

- слева – $(-0,35; 0; 0; -1,1)$ и $(-0,35; 0; 0; 1,1)$, радиус 1,44;
- справа – $(-0,14; 0,34; 0; -1,1)$ и $(-0,14; 0,34; 0; 1,1)$, радиус 1,42.

В общем случае бесшовные развертки можно получить, если использовать в качестве секущей поверхности тор-кольцо.

В рассматриваемой задаче, однако, оказывается недостаточным, чтобы фрактальное изображение было сетчатым орнаментом. Требуется также, чтобы на его границах образовывался рисунок наподобие линий сетки.

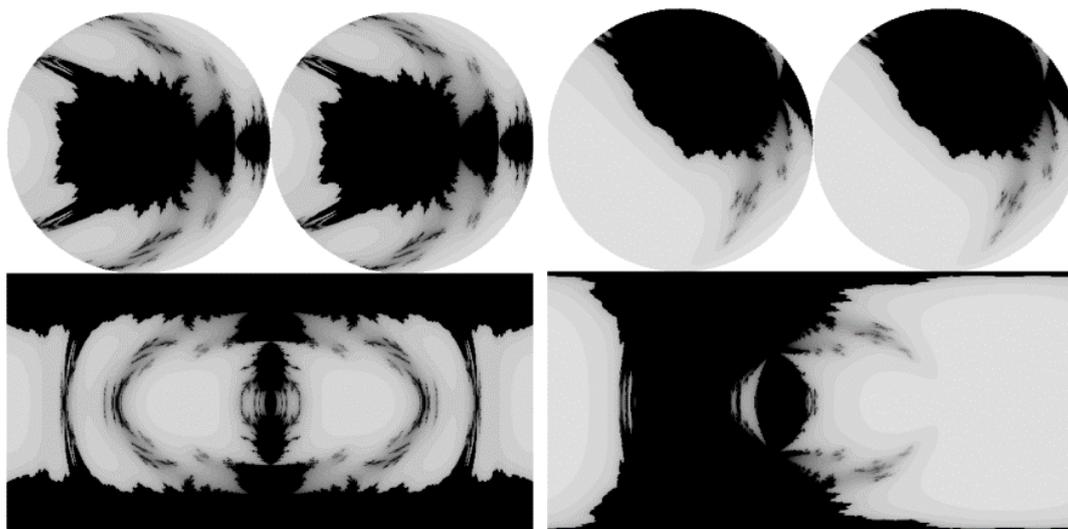


Рисунок 1 – Бесшовные фракталы, полученные рассечением гиперфрактала $Z_{n+1} = Z_n^2 + C$ сферой: сверху – проекции сферы, внизу – развертка

Алгебраический способ создания сетчатого узора. Заметим, что существуют функции, обладающие свойством периодичности. Это элементарные тригонометрические функции ($\sin x$, $\operatorname{tg} x$), а также производные от тригонометрических ($\sin^2 x$, $|\operatorname{tg} x|$). Также мы можем конструировать итерационные формулы, в которых периодические функции будут иметь аргументами отдельно действительные и мнимые части комплексных параметров.

Это позволяет сравнительно просто конструировать итерационные формулы, порождающие фрактальные изображения, которые повторяются по горизонтали, вертикали или в обоих направлениях (рис. 2). При помощи аффинных преобразований квадратные сетки превращаются в прямоугольные и наклонные (из ромбов и параллелограммов). Задачу поиска подходящих формул можно поставить перед студентами.

На рис. 3 показаны примеры использования фрактальных сеток в макете листа с жетонами для настольной игры и в макете листа с бейджами.

Выводы. Сформулирована задача создания фрактальной сетки, как элемента графического дизайна. Ранее постановка задачи создания сетчатого фрактального узора автору не встречалась. Фрактальная сетка является частным случаем сетчатого узора.

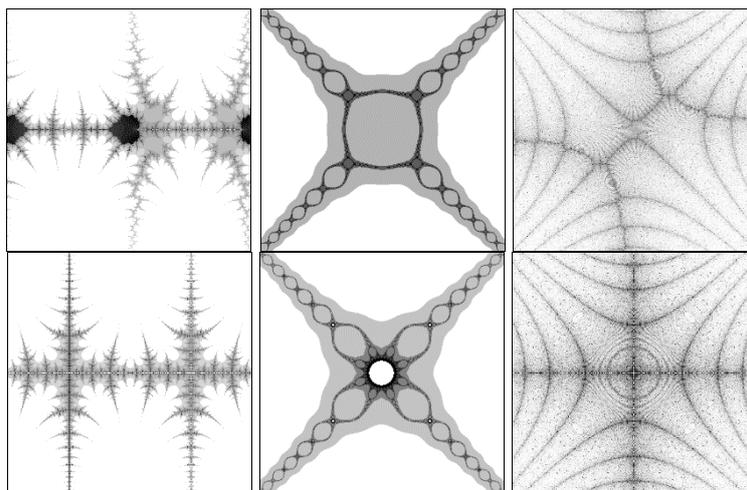


Рисунок 2 – Бесшовные фракталы, полученные алгебраическим способом

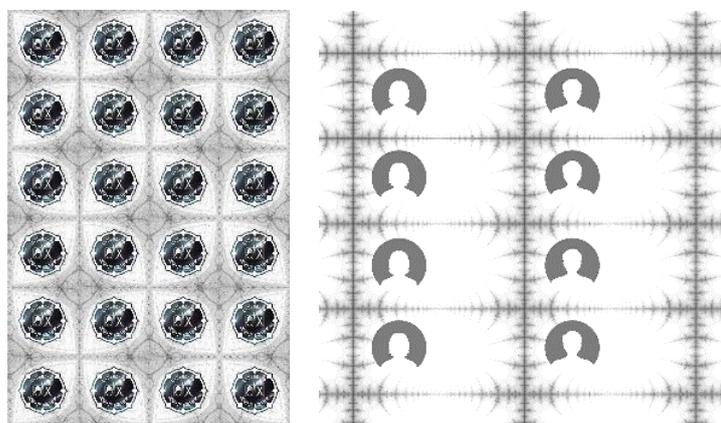


Рисунок 3 – Применение фрактальных сеток

Показано создание сетчатых фрактальных узоров на основе многомерного подхода – развертывание замкнутой поверхности, рассекающей гиперфрактал. Показано необходимое и достаточное условие для того, чтобы развертка фрактала на сфере была сетчатым узором. Показано создание фрактальных сеток алгебраическим способом и примеры фрактальных сеток в дизайне. Поиск подходящих секущих поверхностей и подходящих итерационных формул для создания фрактальных сеток может стать темой студенческой научной работы, как показано в [3].

Список литературы

1. **Бойков, А. А.** О создании фрактальных образов для дизайна и полиграфии и некоторых геометрических обобщениях, связанных с ними / А. А. Бойков, Е. В. Орлова, А. В. Чернова, А. А. Шкилевич // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции, февраль – март 2019 г. – Пермь: ПНИПУ, 2019. – С. 325–339.
2. **Бойков, А. А.** Об одном способе создания бесшовных фрактальных паттернов для дизайна на основе многомерного подхода / А. А. Бойков, И. И. Гудаев // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 23 апреля 2021 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2021. – С. 35–39.
3. **Бойков, А. А.** О студенческой научно-исследовательской работе на геометрографических кафедрах / А. А. Бойков, А. В. Ефремов, В. В. Рустамян // Геометрия и графика. – 2023. – Том 11. Выпуск 4. – С. 61–75. – DOI: 10.12737/2308-4898-2024-11-4-61-75
4. **Вейль, Г.** Симметрия / Г. Вейль. – М.: Наука, 1968. – 192 с.
5. **Шубников, А. В.** Симметрия в науке и искусстве / А. В. Шубников, В. А. Копчик. – М.-Ижевск: ИКИ, 2004. – 560 с.
6. **Бойков, А. А.** Геометрические модели и алгоритмы построения сферических сечений гиперфрактала / А. А. Бойков, И. И. Гудаев // Журнал естественнонаучных исследований. – 2020. – Т. 5, №4. – С. 16–25.

УДК 004.93

ПРИМЕНЕНИЕ 3D СКАНИРОВАНИЯ В РЕВЕРСИВНОМ ИНЖИНИРИНГЕ

Д. А. Боровков, студент,
М. А. Прец, ст. преподаватель

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: 3D-сканер, объект, сканирование, лазерные лучи, координаты, данные.

Аннотация. В статье представлена информация о 3D-сканерах, их категориях, среди которых выделены контактные и бесконтактные 3D-сканеры, а также о применении этих технологий в различных сферах.

3D-сканеры – это инновационное технологическое решение, которое позволяет создавать точные трехмерные модели объектов. С их помощью можно сканировать

разнообразные предметы и получать высококачественные цифровые копии в реальном времени. С возрастанием интереса к производственным процессам, дизайну и архитектуре 3D-сканеры становятся все более востребованным инструментом как для профессионалов, так и для любителей. В данной статье мы рассмотрим разнообразные типы 3D-сканеров и их применение в различных отраслях.

В настоящее время 3D-сканеры подразделяются на два типа по методу сканирования: контактный (данный метод основан на непосредственном контакте сканера с объектом) и бесконтактный (этот метод позволяет сканеру не взаимодействовать с объектом).

С помощью 3D-сканера контактного типа измерение выполняется путем взаимодействия зонда или датчика с объектом для получения трехмерных координат, которые потом преобразуются в трехмерные данные. Хотя это и более старый метод, но он дает точные результаты, поскольку получение координат осуществляется путем прямого контакта с объектом. Кроме того, поскольку многие цели можно измерить только контактным путем, этот тип сканера используется для самых разных объектов. Хотя 3D-сканеры контактного типа обеспечивают превосходную точность измерений, которые необходимо выполнять при постоянной температуре, сканирование может занять много времени, поэтому измерение и полное сканирование сложных объектов может быть затруднено или невозможно [1].

Бесконтактные 3D-сканеры сканируют объекты с помощью лазера или другого источника света, а результаты измерений преобразуются в 3D-данные. Сканеры, в которых используются лазерные лучи, сканируют цель лазерным лучом, а отраженный свет лазера затем обнаруживается КМОП-датчиком или другим устройством. Координаты получаются путем измерения разницы во времени и различии в углах отражения света. С другой стороны, сканеры, использующие проецируемый видимый свет, освещают цель определенным заданным рисунком, а камера обнаруживает любое смещение или искажение линий, чтобы определить форму цели.

В бесконтактных 3D-сканерах координаты и формы рассчитываются на основе положения и угла проецируемого света от проектора и камеры, обнаруживающей свет, или на основе положения лазера и КПОМ-датчика, обнаруживающего отраженный свет. Это означает, что положение каждого компонента должно быть правильным, поэтому необходимо делать калибровку, если оборудование перемещается или подвергается внезапной тряске или тепловому удару [2].

В современном мире технологий 3D-сканеры становятся все более востребованным инструментом, находя применение в различных отраслях и сферах деятельности. С возрастающим интересом к инновационным технологиям и трехмерной визуализации, спрос на 3D-сканирование постоянно растет. Эта технология позволяет создавать точные трехмерные модели объектов, сохраняя их форму и детали в цифровом формате.

Рассмотрим разнообразные сферы применения 3D-сканеров и их важность для современного мира. Производители и специализированные мастерские, занимающиеся тюнингом и модификацией автомобилей и мотоциклов, применяют 3D-сканеры для повышения качества и ускорения процесса создания новых или измененных компонентов.

В сфере дизайна, моделирования и рекламы использование 3D-сканера открывает новые возможности для творчества, ведь появляется возможность в короткий срок получить 3D-модель сделанного руками дизайн-макета или другого рекламного продукта любой сложности.

Ручные 3D-сканеры могут использоваться для сканирования и оцифровки музейных экспонатов, исторических ценностей, произведений искусства и культурного наследия с целью сохранения информации об этих объектах для будущих поколений. Этот процесс также применим к памятникам старины, макетам, деталям зданий, которые требуют реставрации.

3D-сканеры также широко применяются в различных областях промышленности: контроль качества, реверс-инжиниринг, проектирование. Многие предприятия настолько плотно внедрили технологию в производство, что не видят ей альтернативы. 3D-сканер позволяет производить весь цикл анализа деталей: диаметры, расстояния между отверстиями, скругления; углы; контроль припусков у заготовок, литых изделий; определение сдвига половинок формы и многое другое [3].

В лаборатории на кафедре инженерной графики КГЭУ 3D-сканирование используется в процессе реверсивного инжиниринга для создания точной цифровой копии предмета. Сканирование производится устройством «Shining 3D», при этом деталь должна быть максимально светлого оттенка для более точного определения координат точек в пространстве, т.к. белый цвет лучше отражает лазерные лучи. 3D-сканер создает файл формата STL, содержащий в себе 3D-модель в виде облака точек (рис. 1). Далее производится измерение полученной модели в специализированных программах, после чего строится 3D-модель в ПО КОМПАС-3D. В завершении создается точная физическая копия исходной детали аддитивным методом с помощью 3D-принтера.

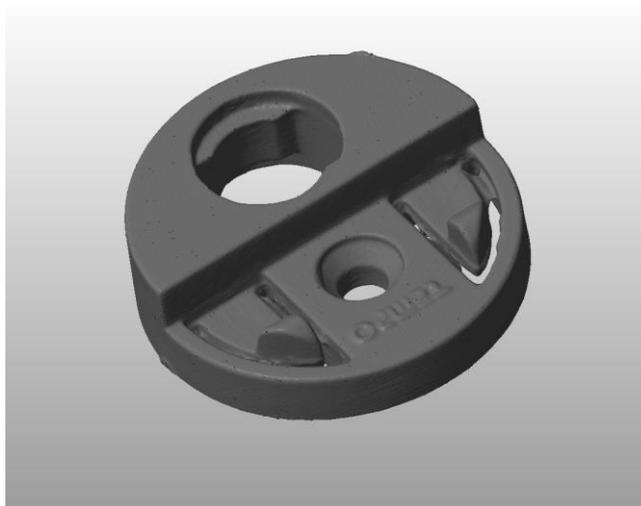


Рисунок 1 – Модель в формате stl

В завершении можно отметить, что 3D-сканеры играют важную роль в современных технологиях и находят применение в различных областях благодаря своей универсальности и способности адаптироваться под конкретные задачи пользователей.

Список литературы

1. **Вольхин, К. А.** Цифровые технологии в инженерной графической подготовке студентов строительного вуза [Текст] / К. А. Вольхин // Инновационное развитие и реализация стратегии формирования цифровой экономики в России: сборник статей по материалам Всероссийской конференции / отв. за вып. В. А. Семинихина; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2019. – С. 53–59.
2. **Хамитова, Д. В.** Возможности использования цифровых технологий в преподавании графических дисциплин в геометро-графической подготовке студентов / Д. В. Хамитова, К. В. Николаев // Материалы 30-й Всероссийской научно-практической конференции по графическим информационным технологиям и системам, «КОГРАФ-2020», – Нижний Новгород: НГТУ, 2020 – С. 170–175.
3. **Лавриков В. А.** Современные технологии 3D моделирования: проблемы, решения и перспективы / В. А. Лавриков, В. В. Титенков, В. А. Рукавишников // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 2. – С. 313–316.

УДК 744.43

КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕСТОВ НА ПЛАТФОРМЕ LMS MOODLE

Ю.М. Булдакова, старший преподаватель

*Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола, Российская Федерация*

Ключевые слова: задания в тестовой форме, система дистанционного обучения Moodle, ЕСКД, правила оформления чертежей, текущий контроль.

Аннотация. Рассмотрены возможности организации и проведения текущего контроля по дисциплине «Инженерная графика» с использованием тестовой системы LMS Moodle.

На первых занятиях по дисциплине «Инженерная графика» обучающиеся знакомятся с техникой выполнения чертежей и правилами их оформления на примере детали с сопряжениями [1]. С целью закрепления и переработки пройденного материала по данной теме в устойчивые знания и навыки обучающимся предлагается пройти тест на платформе Moodle. Тестовая система Moodle поддерживает создание различных типов вопросов: «Множественный выбор», «На соответствие», «Вычисляемый» и т.д., что дает возможность сделать тест более разнообразным.

Пример типа вопроса «Множественный выбор» представлен на рисунке 1. При создании данного вида вопроса с возможностью выбора нескольких ответов необходимо обратить внимание на то, что для неправильных ответов надо устанавливать отрицательные оценки, чтобы в случае выбора обучающимся всех вариантов ответа результирующая оценка за вопрос была не максимальной, а нулевой.

Вопросы типа «На соответствие» содержат область текста вопроса и список имен или объектов, которые должны быть корректно сопоставлены с элементами другого списка. Пример такого вопроса представлен на рисунке 2. Вопрос на соответствие считается правильно решенным, если правильно установлены все пары соответствия. Если часть соответствий установлена правильно, а часть – нет, то за него выставляется оценка, пропорционально количеству правильных соответствий.

В масштабе уменьшения ([ГОСТ 2.302-68](#)) выполнен чертеж, показанный на рисунке(-ах) ...

Выберите один или несколько ответов:

А

Б

В

Рисунок 1 – Вид вопроса «Множественный выбор»

Изм./Лист	№ докум	Подп.	Дата	(1)	Лит	Масса	Масштаб
Разраб							(4)
Проб					Лист	Листов	
Т.контр.							
Н.контр.				(2)		(3)	
Чтв							

Установите, согласно [ГОСТ 2.104-2006](#), соответствие между номерами граф основной надписи (на форме показаны в круглых скобках) и значениями соответствующих реквизитов или атрибутов...

графа 1 Выберите...

графа 2 Выберите...

графа 3 Выберите...

графа 4 Выберите...

Выберите...

масштаб
 фамилия лиц, подписавших документ
 наименование или код организации, выпускающей документ
 обозначение материала детали
 наименование изделия и наименование документа

Рисунок 2 – Пример вопроса типа «На соответствие»

Тип вопроса «Выбор пропущенных слов» очень похож на рассмотренный выше вопрос. Вопрос типа «Выбор пропущенных слов» наиболее удобно будет использовать, когда непосредственно в текст вопроса необходимо вставить

пропущенные слова. Эти слова выбираются с помощью выпадающих списков в тех местах, куда они должны быть вставлены. При создании вопроса данного типа (рис. 3) в поле «Текст вопроса» вводится содержание: «В соответствии с ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» на рисунке вид справа обозначен цифрой [[4]]». Места в тексте вопроса, показывающие позиции пропущенных слов, должны быть отмечены двойными парами квадратных скобок [[*n*]]. Параметр *n* внутри скобок, указывает на номер верного варианта в выпадающем списке ответов.

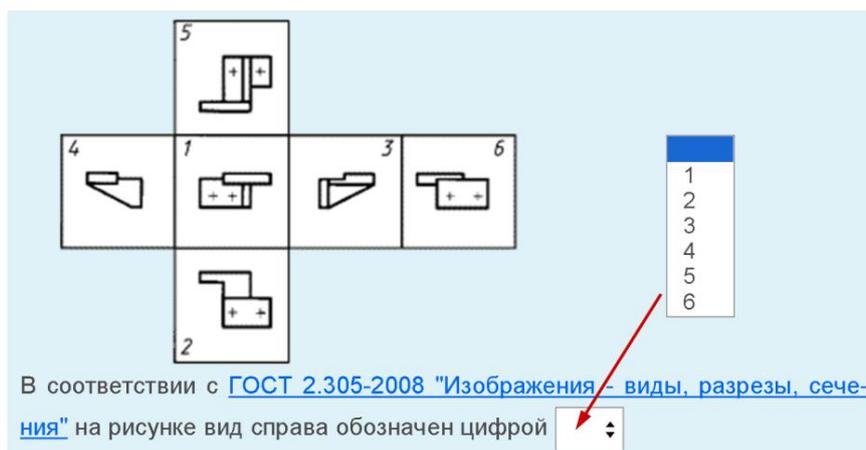


Рисунок 3 – Пример вопроса типа «Выбор пропущенных слов»

Вопрос типа «Перетащить на изображение» представляет собой задание, в котором необходимо манипулировать графическими объектами. Для ответа на вопрос (рис. 4) требуется переместить соответствующие изображения в заданные места на фоновом изображении. Поэтому тестовое задание данного типа требует предварительной подготовки фоновое изображение и изображений, которые выполняют роль маркеров. При этом фоновый рисунок не входит в тело вопроса, а загружается в специальную форму при редактировании секции «Предварительный просмотр». Ввод элементов, которые нужно будет перетаскивать неоднократно или ограниченное число раз в обозначенные целевые зоны фоновое изображение, производится в секции «Перетаскиваемые элементы». Для каждой целевой зоны необходимо в секции «Зоны» выбрать соответствующий перетаскиваемый элемент и координаты.

Одним из существенных недостатков тестовых заданий с выбором правильного ответа является возможность угадывания ответов обучающимися. Решить эту проблему позволяет использование особого типа тестовых заданий – «Вычисляемый», переменная часть которых формируется автоматически случайным образом из предустановленного набора возможных значений при каждой попытке выполнения задания. Это исключает возможность правильного ответа на вопрос на основе известного заранее правильного числового значения, а не на основе знания формулы для его вычисления.

В качестве примера рассмотрим создание вопроса на знание правил построения сопряжений. При данных условиях (рис. 5) текст вопроса должен выглядеть следующим образом: «На рисунке показано сопряжение двух окружностей. Радиус

вспомогательной дуги R_1 равен ___ мм. Дано: радиус окружности $R = \{r\}$ мм, радиус сопряжения равен $\{rc\}$ мм.». Здесь заключены в фигурные скобки и обозначены латинскими буквами $\{r\}$, $\{rc\}$ – подстановочные знаки. В поле «Формула ответа» вводится выражение, которое должно содержать, как минимум, один подстановочный знак, используемый в тексте вопроса, для расчета верного ответа. В данном примере – $\{r\} + \{rc\}$. Далее для каждой переменной задаются диапазоны значений, из которых система подставит заранее сгенерированный набор данных вместо подстановочных знаков и вычислит ответ по формуле.

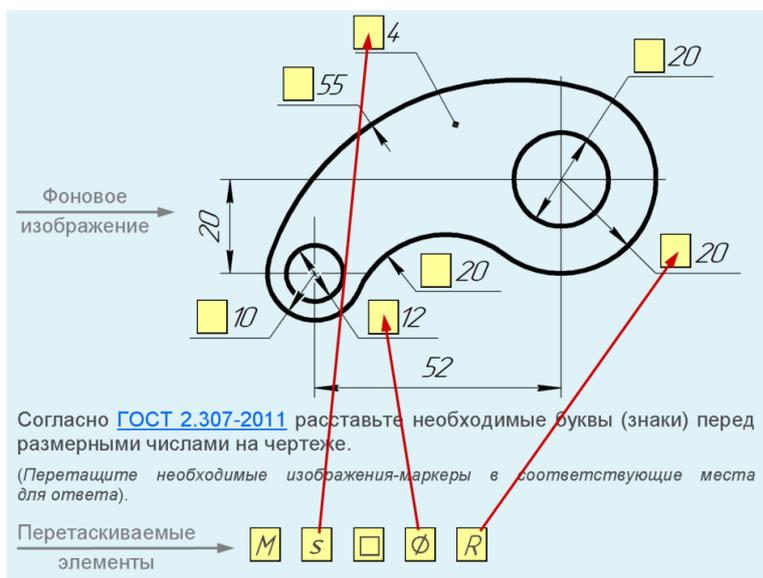


Рисунок 4 – Вид вопроса «Перетащить на изображение»

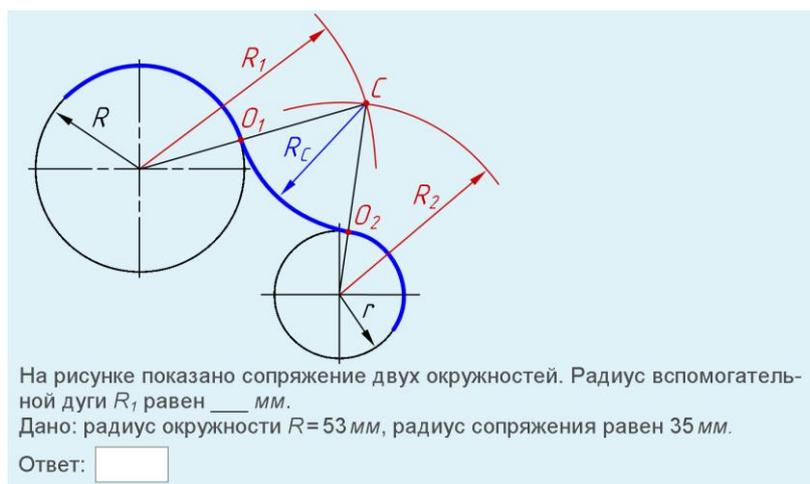


Рисунок 5 – Пример вопроса типа «Вычисляемый»

Таким образом, LMS Moodle имеет обширный инструментарий для создания обучающего и контрольного тестирования.

Список литературы

1. Новоселов, Н. Т. Построение сопряжений / Н.Т. Новоселов – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2012. – 27 с.

СОЗДАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ИХ ТЕКСТОВЫМ ОПИСАНИЯМ, ИСПОЛЬЗУЯ ГЕНЕРАТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОСЕТИ STABLE DIFFUSION

И. В. Войцехович, ст. преподаватель

*Белорусско-Российский университет,
г. Могилев, Республика Беларусь*

Ключевые слова: нейросеть, генеративный дизайн, архитектурные объекты, автоматизированное эскизирование.

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности использования нейросети Stable Diffusion для автоматизации выполнения множественных вариантов эскизов архитектурных объектов для последующей проработки наиболее удачных решений и применения их в проектной практике.

Современное архитектурное проектирование подвергается серьезной трансформации под влиянием инновационных технологий. Ключевой областью, в которой наблюдается удивительный прогресс, является использование нейронных сетей для выполнения множественных вариантов эскизов архитектурных объектов.

«Stable Diffusion – это модель преобразования текста в изображение, способная генерировать фотореалистичные изображения по любому входному тексту, развивает автономную свободу для создания невероятной графики, дарит возможность миллиардам людей создавать потрясающее искусство всего за секунды», – так презентуют на официальном сайте одну из самых продвинутых нейросетей, созданную группой Stability AI. В отличие от таких конкурентов как Midjourney, это бесплатный проект с открытым исходным кодом, поэтому возможностями алгоритма может воспользоваться любой заинтересованный пользователь, развернув его на своем ПК.

Генеративный подход предполагает формирование прямого обращения-запроса пользователя к интеллектуальной нейросети, которая имитирует процесс мышления человека, поступление информации, поэтапное уточнение критериев, результат в нескольких вариантах. Нейросеть при этом скорее соавтор, чем просто ассистент-помощник [1].

Стандартный запрос для нейросети Stable Diffusion составляется по следующей схеме: объект, фон, стиль, дополнительные описания качества картинки, освещения и других желаемых характеристик. Чем подробнее будет выполнен запрос, тем лучше будет конечный результат. Чтобы нейросеть поняла, какие именно изображения пользователь хочет получить, приходится перебирать несколько модификаций одного и того же запроса. При формировании запроса важно следить за порядком слов, он имеет значение. Stable Diffusion придает большее значение первым словам и может пропустить то, что было указано

в конце. Перемещая части своего запроса, можно получать кардинально разные результаты.

Например, по тестовому запросу «павильон-беседка со сложной кровлей» можно получить массу вариантов, часть из них будут странными, даже с нарушенной геометрией, которая не может существовать в жизни, а часть вполне современными, приемлемыми и даже интересными (рисунок 1).



Рисунок 1 – Эскизы павильона-беседки со сложной кровлей

Для того, чтобы выполнить удачные эскизы более сложного архитектурного объекта требуется гораздо более развернутый запрос. Если не хочется получить от нейросети китайскую пагоду или средневековый замок, который хорош только для иллюстраций детских сказок, нужно многократно дополнять и уточнять условия запроса, добиваясь нужного результата.

Например, чтобы получить приемлемые эскизы небольшого загородного дома для отдыха с террасой в современном стиле пришлось написать следующий запрос: «Small architectural building with modern and minimalist design, with clean lines and sleek exterior. The building would be surrounded by a spacious terrace, which would offer plenty of outdoor living space. The windows and sliding glass doors that open up to the terrace would provide ample natural light. The building would have an energy-efficient design» (рисунок 2).



Рисунок 2 – Эскизы загородного дома для отдыха с террасой в современном стиле

Можно сохранить свои прежние выверенные запросы, для того чтобы в последствии использовать их как готовые тэги, что значительно ускорит процесс создания эскизов.

Комбинаторика, многовариантность и скорость генерации – сильные стороны нейросетей Stable Diffusion и Midjourney. За незначительный промежуток времени они могут создать множество вариантов красочных и наглядных эскизов на заданную тему. Архитектор, даже вооруженный знанием графических редакторов, за это время успеет выполнить от силы два или три варианта эскизов-набросков без полноценной визуализации. В какой-то момент инновационная волна прогрессирующих нейросетей затронет всех архитекторов, дизайнеров, модельеров, производителей рекламы и других представителей творческих профессий, поэтому сейчас важно узнать, как работают нейросети, какой в них заложен набор исходных данных. Профессионал, освоивший технологию нейросети, обучивший ее под себя, сможет получить в процессе выполнения проектов очень нестандартные и креативные творческие результаты. Примеры успешного внедрения нейросетей в архитектурное проектирование свидетельствуют о перспективности этого направления и его влиянии на будущее архитектурного дизайна. В процессе обучения нейросети обрабатывают множество художественных образов, созданных ранее талантливыми людьми без благодарности или компенсации их авторам. Не зря вокруг этой стороны технологии сейчас идут дебаты морального и этического свойства.

Сложно предсказать, кому из специалистов удастся овладеть этим особым инструментом и подняться в профессиональном плане на гребне инновационной волны, а кому возможно придется оказаться под этой волной, не выдержав конкуренции.

Список литературы

1. Галкин, Д. В. К проблеме автоматизации творчества в сфере искусства и дизайна: инструментальный и генеративный подходы / Д. В. Галкин, К. В. Коновалова, С. П. Бобков // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение – Томск, 2021. – № 44. – С. 14–24.

УДК 378.14

КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В УСЛОВИЯХ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

К. А. Вольхин, канд. пед. наук, доцент

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: инженерная графика, компьютерная графика, Болонская система, нормативно-подушевое финансирование.

Аннотация. В материале рассмотрено влияние перехода на болонскую систему и на нормативно-подушевого финансирования на организацию начальной графической подготовки в НГАСУ (Сибстрин).

Трансформации в инженерной графической подготовке неразрывно связаны с модернизацией системы высшего образования в Российской Федерации. В качестве основных факторов, повлиявших на структуру и содержание дисциплины, можно выделить следующие: переход на болонскую систему образования, внедрение нормативно-подушевого финансирования и внедрение систем автоматизированного проектирования в учебный процесс.

Первые два фактора оказали существенное влияние на организацию учебной деятельности.

Россия вступила в Болонскую систему в 2003 году. В системе высшего образования официальный переход на двухуровневое обучение состоялся в период с сентября 2007 года, а завершился только в 2011 году [1]. Несмотря на то, что дисциплина «Инженерная графика» относится к циклу общеобразовательных и в магистерской подготовке не используется, произошло резкое сокращение нагрузки. Штатный состав кафедры начертательной геометрии НГАСУ (Сибстрин) в этот период сократилась на 6 ставок. В 2022 году министр науки и высшего образования РФ сообщил, что Россия отказывается от Болонской системы, разработав собственную образовательную структуру.

Принцип нормативно-подушевого финансирования, когда школа или любое другое образовательное учреждение получает бюджетные деньги в расчете на одного ученика, был закреплён ещё в законе «Об образовании» 1992 года.

С 2012 по 2017 год произошёл переход к нормативно-подушевому финансированию высшего профессионального образования. Финансирование учебного заведения определяется количеством студентов, в рамках образовательных программ, с учётом их профессиональной направленности, при этом министерство определяет количество бюджетных и контрактных мест для университета.

Норматив соотношения количества профессорско-преподавательского состава (ППС) и студентов к настоящему времени вырос в нашем университете до 1:12. В условиях постоянного снижения норм времени на проверку графических заданий и другие внеаудиторные учебные мероприятия, лекционные и практические занятия составляют более 80% учебной нагрузки преподавателя кафедры начальной графической подготовки. Интересными в этом смысле становятся выводы в работе [2] о том, чтобы сохранить конкурентную способность нашей системы образования необходимо учитывать отношение объёмов аудиторных и внеаудиторных занятий: «Чем меньше значение этого показателя, тем более высоким должно быть соотношение ППС, достигая при сохранении некоторых критических технологических знаний значения 1:6 или даже 1:5...».

Последствиями перехода к нормативно-подушевому финансированию высшего профессионального образования стало сокращение к 2018 году ещё 6,5 ставок на кафедре, на оставшихся 5,5 ставках работало 7 преподавателей.

2018/2019 учебный год был самым тяжёлым в новейшей истории кафедры, значительное снижение нагрузки стало следствием отмены деления групп на подгруппы. Решением коллектива кафедры мы пошли на сохранение деления учебных групп, которое впоследствии получило грантовую поддержку от руководства университета.

В описанный период времени на кафедре начертательной геометрии НГАСУ (Сибстрин) основу нагрузки составляли дисциплины «Начертательная геометрия» (108 часов) и «Инженерная графика» (72 часа), обучение которым проводилось в 1 и 2 семестрах. Большинство преподавателей кафедры допускали для оформления графических заданий по начертательной геометрии применять Компас-График, а по инженерной графике – Компас-3D. Конструкторская документация оформлялась с использованием машиностроительной конфигурации Компас-3D в режиме модель-чертеж, а проектная документация строительной – в режиме модель в чертеже (MiD).

В 2019 году кафедра выступила с инициативой изменения содержания начальной графической подготовки на основных направлениях введением в учебную программу курса «Инженерная и компьютерная графика» вместо курсов «Начертательной геометрии», «Инженерной графики» и изменения названия кафедры. Инициатива была поддержана на заседании ученого совета университета и 2019/2020 учебный год кафедра начала называться «Инженерная и компьютерная графика» (ИКГ).

Курс «Инженерная и компьютерная графика» структурно разделён на три части (три семестра):

1 часть – Основы начертательной геометрии и геометрического моделирования (108 часов);

2 часть – Прикладные задачи начертательной геометрии и Правила оформления конструкторской документации (72 часа);

3 часть – Правила оформления проектной документации строительства (72 часа).

Кроме этого, кафедрой был предложен в качестве дисциплины по выбору курс «Компьютерная графика и основы технологии информационного моделирования (ТИМ)» (72 часа), что также было поддержано руководством университета, и курс полностью сформировался к 2020/2021 учебному году.

2020/2021 учебный год стал знаменательным тем, что на кафедру был принят новый сотрудник. В первом семестре студенты изучали 1 и 3 части «Инженерной и компьютерной графики», а во втором 2 часть «Инженерной и компьютерной графики» и «Компьютерную графику и основы ТИМ». Аудиторная нагрузка преподавателя возросла до 4-5 пар в день.

Проведенные мероприятия позволили стабилизировать положение кафедры в структуре университета. Во многих высших учебных заведениях Российской Федерации кафедры начальной графической подготовки в рамках оптимизации были упразднены с созданием, чаще всего, объединенных кафедр общетехнических дисциплин.

Основная причина ликвидации кафедр с нашей точки зрения заключается в том, что из-за большой учебной нагрузки коллективы кафедр забывали о том, что учебная нагрузка – это только одна составляющая деятельности кафедры.

На нашей кафедре активно разрабатываются и внедряются в учебный процесс электронные методические материалы, для всех учебных дисциплин сформированы курсы в электронной информационно-образовательной среде университета. В период ковидных ограничений это позволило преподавателям кафедры проводить дистанционные занятия по расписанию. Рейтинговая система оценки с применением индивидуальных графических заданий, разработанных с учетом уровня сложности, позволяет студенту более успешно пройти итоговую аттестацию, что в свою очередь, способствовало сохранению контингента студентов, так необходимого в условиях нормативно-подушевого финансирования.

На кафедре проводится олимпиада по начертательной геометрии для студентов НГАСУ (Сибстрин) и Региональная олимпиада по начертательной геометрии инженерной и компьютерной графике. В марте 2024 года в открытой региональной олимпиаде, проводимой в очно-дистанционном режиме, приняли участие 47 студентов из 8 высших учебных заведений Российской Федерации. Под руководством преподавателей кафедры студенты ежегодно принимают участие в предметных олимпиадах различного уровня. В доковидный период количество мероприятий, в которых наши студенты принимали участие, доходило до одиннадцати.

На кафедре работает секция «Геометрическое моделирование в архитектуре и строительстве» студенческой научно-технической конференции НГАСУ (Сибстрин), на которой в 2024 году было представлено сорок докладов, подготовленных студентами под руководством преподавателей.

В рамках профориентационной работы для школьников и студентов средних профессиональных образовательных учреждений проводится «Сибирская межрегиональная олимпиада по черчению и компьютерной графике», которая включена в перечень министерства Просвещения РФ. В феврале-марте 2024 года в номинации «Черчение» приняло участие 192 конкурсанта, в номинации «Компьютерная графика в Компас» – 155 из 15 регионов Российской Федерации.

Преподаватели кафедры принимают активное участие в конференциях различного уровня. С 2015 года совместно с кафедрой начертательной геометрии и инженерной графики Брестского государственного технического университета Республики Беларусь проводится Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы».

Кафедра «Графика» НГАСУ (Сибстрин) образована в 1938 году, 85 летний юбилей отмечается в этом учебном году кафедрой «Инженерная и компьютерная графика». Объем внеучебной работы, выполняемый преподавателями кафедры вносит значительный вклад в рейтинговые показатели университета и позволяет рассчитывать, что в 2038 году будет отмечен вековой юбилей кафедры.

Список литературы

1. Болонская система образования: суть, цели и основные требования [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ria.ru/20220930/bolonskaya-1820607119.html> Дата обращения: 11.04.2024.

2. Гераськин, Н. И. Совершенствование норматива соотношения профессорско-преподавательского состава и студентов в федеральных и национальных исследовательских университетах / Н. И. Гераськин, К. С. Зайцев, Э. Ф. Крючков // Университетское управление: практика и анализ. 2008; (5): С.39–44.

УДК 681.5.017

ВНЕДРЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Т. А. Габдрашитов, студент,
И. И. Шарипов, канд. техн. наук, доцент

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: аддитивные технологии, искусственный интеллект, образовательный процесс, обучение, технологические инновации, высшее образование.

Аннотация. В статье рассматривается влияние внедрения аддитивных технологий и технологий искусственного интеллекта на образовательный процесс. Анализируются потенциальные плюсы и минусы использования данных технологий в сфере обучения, освещают перспективы и вызовы, связанные с их применением. Также поднимается вопрос подготовки

студентов к работе с передовыми технологиями производства и адаптации к быстро меняющимся требованиям рынка труда.

Современное образование сталкивается с необходимостью приспособления к постоянно меняющемуся миру технологий и информации. В этом контексте внедрение аддитивных технологий (3D-печати, робототехники и другие) и технологий искусственного интеллекта (машинного обучения, анализа данных и др.) в образовательный процесс играет ключевую роль в обеспечении высокого уровня образования и подготовки студентов к будущим вызовам.

Под влиянием аддитивных технологий исследователи и педагоги начали обращать внимание на возможности и преимущества использования 3D-печати в учебном процессе. С ее помощью студенты могут создавать трехмерные модели, прототипы и обучающие материалы, что способствует развитию их творческих и инженерных навыков. Технологии робототехники позволяют студентам изучать программирование, инженерию и механику, развивая у них навыки проблемного мышления и решения реальных задач.

В области искусственного интеллекта в образовании машинное обучение и анализ данных используются для персонализации образовательного процесса. Алгоритмы машинного обучения позволяют определять индивидуальные потребности и стиль обучения каждого студента, создавая индивидуализированные образовательные программы и контент. Анализ данных помогает преподавателям и администраторам учебных заведений принимать информированные решения на основе больших объемов данных, улучшая учебные планы и оценочные методы.

Кроме того, внедрение аддитивных технологий и технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс также способствует развитию навыков будущего, которые становятся все более востребованными на рынке труда. Программы обучения, основанные на аддитивных технологиях, готовят студентов к работе в области промышленного производства, инженерии и архитектуры, давая им практические навыки и опыт работы с передовыми технологиями производства. А умение работать с технологиями искусственного интеллекта становится необходимым как в технических областях, так и в сфере управления, аналитики данных и информационных технологий.

Примеры внедрения аддитивных технологий и технологий ИИ в образовательный процесс:

1. Аддитивные технологии в дизайне и инженерии. Аддитивные технологии широко применяются в обучении дизайну и инженерии. Студенты могут использовать 3D-печать для создания прототипов своих проектов, что позволяет им видеть и исправлять ошибки в дизайне. Это помогает развивать студенческую креативность и улучшать их навыки решения проблем.

2. Технологии искусственного интеллекта могут анализировать поведенческие данные студентов и предоставлять индивидуальные рекомендации по обучению. Например, системы ИИ могут определить слабые места студента в определенной теме и предложить дополнительные материалы и задания, направленные на устранение недостатков и повышение успеваемости.

3. Виртуальная и дополненная реальность в обучении. Технологии виртуальной и дополненной реальности позволяют создавать иммерсивные образова-

тельные среды. Студенты могут погружаться в виртуальные лаборатории, исследовать трехмерные модели или даже участвовать в виртуальных экскурсиях. Это помогает им получить более глубокое понимание пройденного материала и усвоить знания на практике.

Таким образом, внедрение аддитивных технологий и технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс открывает новые горизонты для обучения, обеспечивая студентам ценные знания и навыки для адаптации и успешной карьеры в современном информационном обществе. Объединение сил образовательных учреждений, индустрии и правительственных организаций поможет сформировать эффективные стратегии внедрения этих технологий, обеспечив сбалансированное развитие и реализацию их потенциала в обучении и подготовке специалистов для будущего.

Список литературы

1. **Курцова, А. Ю.** Внедрение технологий искусственного интеллекта и заочного обучения в образовательный процесс / А. Ю. Курцова // Вестник Челябинского государственного университета. – Том 18. – №7. – 2018. – С. 64–69.
2. **Косов, М. А.** Инновационные технологии в образовательном процессе: внедрение аддитивных технологий и 3D-сканирования / М. А. Косов, Д. В. Хлыстун // Вестник Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – Том 15. – №1. – 2018. – С. 83–91.
3. **Рукавишников, А. А.** Компьютерная графика как технология современного проектирования и дизайна / А. А. Рукавишников, М. А. Прец // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы : матер. национальной (с международным участием) науч.-практ. конф. (Казань, 19–20 мая 2022 г.) / под общ. ред. ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2022. – С. 223–226.
4. **Жуков, А. Е.** Потенциал применения аддитивных технологий в современном образовании / А. Е. Жуков, А. А. Бессалов // Образование и наука. – Том 20. – №2. – 2018. – С. 64–69.
5. **Игнатов, В. В.** Внедрение технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс / В. В. Игнатов, С. А. Кондратьев // Информационные технологии в образовании. – Том 33. – №5. – 2017. – С. 94–105.

УДК 37.091.33-028.31:744

СОЗДАНИЕ НА ОСНОВЕ ЭУМК СОВРЕМЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРЕПОДАВАНИЯ СТУДЕНТАМ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

А. А. Гарабажиу, канд. техн. наук, доцент,
Г. И. Касперов, канд. техн. наук, доцент,
А. Л. Калтыгин, канд. техн. наук, доцент

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: графические дисциплины, эффективность преподавания, электронный учебно-методический комплекс, современная образовательная среда.

Аннотация. Представлен опыт создания на основе ЭУМК современной образовательной среды для повышения эффективности процесса преподавания студентам графических дисциплин.

В настоящее время одним из основных направлений в области совершенствования образовательных технологий является информатизация образования и внедрение новых информационно-коммуникативных технологий (ИКТ) в образовательный процесс. Обучение студентов в высших учебных заведениях с использованием современных цифровых устройств и сетевых ресурсов помогает решить задачу подготовки высококвалифицированных специалистов, владеющих передовыми навыками работы в информационной среде.

Несмотря на большое разнообразие современных образовательных технологий, их произвольный, не обдуманный выбор не позволяет, к сожалению, существенно повысить эффективность формирования профессиональных компетенций у будущих специалистов. Поэтому в настоящее время, в условиях реализации системного подхода в сфере образования, очень остро стоит вопрос необходимости формирования такого учебно-методического продукта, который наиболее полно отражал бы взаимосвязь между компетенциями студентов и учебной дисциплиной, при изучении которой у будущих специалистов будут формироваться эти компетенции.

На кафедре «Инженерная графика» Белорусского государственного технологического университета (БГТУ) уже не один год проводятся исследования по совершенствованию образовательного процесса в рамках графических дисциплин, преподаваемым в учреждениях химико-технологического профиля с использованием дистанционных информационных технологий. При осуществлении данного направления деятельности профессорско-преподавательским составом кафедры был разработан электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Инженерная и машинная графика». Данный комплекс позволяет усовершенствовать уже сформировавшиеся на кафедре методики подачи и изучения учебного материала, а также применить новый подход к построению образовательного процесса, который состоит из:

- методического и информационного обеспечения;
- образовательной среды;
- образовательных технологий;
- научно-исследовательской работы студентов.

В ЭУМК, в соответствии с принятой концепцией, студентам предлагается образовательная информационно-коммуникативная среда, которая позволяет не просто изучить учебный материал, приведенный в конспекте лекций, но и воспользоваться более широким обучающим гиперпространством (мультимедийным, информационным), состоящим из следующих блоков:

- организационного;
- информационного;
- дидактического;
- контрольно-измерительного;
- управления образовательной траекторией.

Каждый компонент данного обучающего пространства содержит необходимый учебно-методический материал, обеспечивающий полноту образовательной траектории.

Организационный блок включает в себя:

– учебную программу по графической дисциплине, в которой приведены темы учебного материала и входящие в них разделы, а также указаны контрольные сроки их изучения;

– перечень индивидуальных графических заданий и контрольных работ, которые помогают студентам лучше сориентироваться в изучаемом материале и при необходимости обратиться к преподавателю за консультацией;

– график выполнения отчетных графических материалов, который определяет сроки прохождения тестовых заданий, сдачи рабочих тетрадей и индивидуальных графических работ по каждой теме, а также сроки получения промежуточных оценок по дисциплине.

Организационный блок обеспечивает последовательность построения образовательного процесса, планирование и передачу отчетных графических материалов, своевременность прохождения программы обучения и выполнения контрольных работ при использовании электронных ресурсов.

Информационный блок включает в себя материалы, состоящие из основной и вспомогательной литературы по изучаемой дисциплине (ссылки на учебно-методическую литературу, справочники, ГОСТы, ЕСКД, СПДС и др.).

Дидактический блок содержит структурированный учебный материал с электронными учебными пособиями, разделы с тематическими заданиями для индивидуальных графических работ и тестовые задания. Блок включает в себя также мультимедийные материалы, состоящие из базовых элементов, представленных интерактивными слайдами в виде презентаций и видеолекций. Эти материалы позволяют подключить наглядную учебную информацию, использовать образный канал на основе иллюстраций и анимации, способствуя тем самым активизации познавательной деятельности у студентов.

Навигация, встроенная в обучающую программу в виде гиперссылок, позволяет управлять учебными действиями на основе разработанного педагогического сценария. При этом студенты могут выбирать индивидуальную образовательную траекторию в зависимости от поставленных учебных целей, получать справки об используемых терминах, значении формулировок и обозначений, используемых на комплексных чертежах.

В состав *блока формирования компетенций* включены интерактивные тренировочные контрольно-тестовые задания (вопросы) открытого и закрытого типов, пакеты типовых расчетно-графических задач с алгоритмами решений, теоретические вопросы по основным положениям изучаемой дисциплины в рамках учебного семестра. Данный блок содержит всю необходимую учебную информацию для формирования у студентов графоаналитических компетенций.

Контролирующий блок представлен учебными контрольно-измерительными материалами, предназначенными для оценивания уровня подготовки студентов и получения промежуточных аттестационных оценок. Следует отметить, что в данном блоке студентам предоставляются индивидуальные

графические задания, которые они выполняют самостоятельно, без встроенных электронных подсказок, а контроль осуществляется преподавателем. Задания повышенной сложности студентам предлагаются в блоке формирования компетенций. Здесь при возникновении затруднений они могут вызвать дополнительные пояснения и обратиться за помощью к преподавателю.

В рамках каждого модуля ЭУМК учебная работа строится в следующей последовательности:

1. Ознакомление с учебными целями раздела.
2. Ознакомление со структурой и содержанием раздела.
3. Ознакомление с общим планом изучения раздела.
4. Выбор источников для обучения и выполнения индивидуальных графических заданий.
5. Проведение текущего контроля (прохождение тестов, выполнение индивидуальных графических работ).
6. Оценка результатов проверки и усвоения содержания раздела.

В структурной модели интерактивного ЭУМК особое место занимает *блок управления*. Дело в том, что, в отличие от УМК на бумажных носителях, ЭУМК обладает значительным преимуществом – обратной связью, что повышает его эффективность в образовательном процессе.

Встроенный в ЭУМК набор инструментальных средств для управления образовательным процессом позволяет студентам не просто осваивать учебный материал, выполнять графические задания, но и вносить свои корректировки в учебную среду. Это повышает их значимость, студенты становятся активными участниками образовательного процесса, формируя у них тем самым внутреннюю мотивацию к изучению учебной дисциплины.

В процессе преподавания графических дисциплин важно добиться от студентов не только усвоения теоретической составляющей курса, но и приобретения ими устойчивых чертежно-графических навыков. С этой целью при изучении разделов графических дисциплин используется совмещение электронных учебно-методических ресурсов и традиционных технологий преподавания дисциплины. Более подробно об эффективности использования в учебном процессе традиционных и информационно-коммуникационных образовательных технологий изложено в работах авторов [1, 2].

Разработанный электронный учебно-методический комплекс предназначен для использования студентами БГТУ очной, заочной и дистанционной форм обучения, а также для самостоятельного изучения учебного материала слушателями курсов послевузовской подготовки.

Внедрение в образовательный процесс разработанного ЭУМК, способствует более глубокому усвоению студентами теоретических знаний и получению устойчивых практических умений и навыков, независимо от уровня их начальной подготовки, а также обеспечивает повышение эффективности образования на кафедре.

Список литературы

1. **Гарабажиу, А. А.** Совместное применение традиционных и информационно-коммуникационных образовательных технологий в процессе преподавания студентам курса начертательной геометрии / А. А. Гарабажиу, Г. И. Касперов, А. Л. Калтыгин, В. И. Гиль // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы : сборник трудов международной научно-практической конференции, Брест, Новосибирск, 19 апреля 2023 г. / отв. ред. К.А. Вольхин. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2023. – С. 38–42.
2. **Гарабажиу, А. А.** Организация процесса изучения графических дисциплин при сочетании традиционных технологий и дистанционного обучения / А. А. Гарабажиу, В. И. Гиль, В. С. Исаченков, С. В. Ращупкин // Проблемы и основные направления развития высшего технического образования: материалы XXV-й научно-методической конференции, Минск, 16–17 марта 2023 г. / отв. за выпуск А.К. Болвако. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 93–95.

УДК 621.391

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕК СИСТЕМЫ КОМПАС-ГРАФИК ПРИ СОЗДАНИИ УЧЕБНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СТАНДАРТНЫМИ КРЕПЕЖНЫМИ ИЗДЕЛИЯМИ

А. А. Гарабажиу¹, канд. техн. наук, доцент,
Д. В. Клоков², канд. техн. наук, доцент,
А. В. Жук¹, студентка

¹ *Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

² *Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: КОМПАС-ГРАФИК, чертеж сборочной единицы, стандартные крепежные изделия, Прикладная библиотека КОМПАС, Конструкторская библиотека, библиотека «Стандартные изделия».

Аннотация. Приведен аналитический обзор основных библиотек системы КОМПАС-ГРАФИК, предназначенных для создания учебных чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями.

В современном машиностроении широкое распространение получили соединения деталей стандартными крепежными изделиями, предназначенными для разъемных неподвижных соединений. Для выполнения разъемных соединений деталей применяются стандартные крепежные изделия: болты, винты, шпильки, гайки, шайбы и шплинты.

В настоящее время на кафедре «Инженерная графика» Белорусского государственного технологического университета (БГТУ) и на кафедре «Инженерная графика машиностроительного профиля» Белорусского национального технического университета (БНТУ) в рамках дисциплины «Инженерная графика» на этапе освоения машиностроительного черчения будущие инженеры занимаются разработкой учебных чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями.

Процесс выполнения учебных чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями можно условно разбить на несколько этапов. В начале, исходя из условий графического задания, студенты должны определить расчетную длину болта, винта и шпильки для соответствующих соединений деталей, а также размеры гладких сквозных и глухих резьбовых отверстий в соединяемых деталях под болт, шпильку и винт соответственно. После этого студенты могут приступить к перечерчиванию исходного графического задания соединяемых деталей и отображению на чертеже соответствующих стандартных крепежных изделий.

На сегодняшний день в БГТУ и БНТУ студенты большинства специальностей параллельно с освоением машиностроительного черчения детально изучают основы компьютерной графики на специально отведенных для этого лабораторных занятиях при помощи тех или иных специализированных систем автоматизированного проектирования (САПР). Полученные в результате освоения компьютерной графики знания и навыки студенты успешно применяют при разработке различных учебных чертежей, в том числе и чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями.

При этом, как показывает педагогическая практика, наиболее перспективным и целесообразным в учебном процессе является использование именно системы КОМПАС-ГРАФИК, а не, к примеру, AutoCAD, так как данная система более проста в освоении и обладает широким спектром специализированных библиотек, существенно облегчающих процесс создания чертежно-конструкторской документации любой степени сложности. Более подробно об эффективности использования в учебном процессе систем КОМПАС-ГРАФИК и AutoCAD изложено в работе авторов [1].

В рамках данной статьи более подробно остановимся на вопросах практического применения специализированных библиотек системы КОМПАС-ГРАФИК при создании учебных чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями.

Для создания вышеупомянутых чертежей наибольший практический интерес представляет рациональное использование следующих библиотек машиностроительного профиля системы КОМПАС-ГРАФИК:

- 1) **Прикладная библиотека КОМПАС;**
- 2) **Конструкторская библиотека;**
- 3) **Библиотека «Стандартные изделия».**

Рассмотрим функциональное назначение и основные возможности данных библиотек.

Прикладная библиотека КОМПАС.

Для облегчения процесса разработки учебных чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями из данной библиотеки можно вставлять в чертеж следующие конструктивные элементы:

– из папки *«Гладкие отверстия»*:

- 1) *глухое отверстие;*
- 2) *отверстие под потайную головку;*
- 3) *отверстие под цилиндрическую головку;*

- 4) сквозное отверстие;
 - 5) сквозное отверстие с фаской;
- из папки **«Резьбовые отверстия»**:
- 1) внутренняя резьба;
 - 2) наружная резьба;
 - 3) глухое отверстие;
 - 4) сквозное отверстие;
 - 5) сквозное отверстие с фаской.

Редактирование любого конструктивного элемента, вставленного в чертеж КОМПАС-ГРАФИК из **Прикладной библиотеки КОМПАС**, можно осуществлять средствами этой же библиотеки.

Конструкторская библиотека.

Для создания учебных чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями из данной библиотеки можно вставлять в чертеж следующие конструктивные элементы:

- из папки **«Болты»**:
- 1) болты нормальные (4 вида);
 - 2) болты с подголовкой (3 вида);
 - 3) болты с полукруглой головкой (3 вида);
 - 4) болты с потайной головкой (4 вида);
 - 5) болты с уменьшенной головкой (3 вида);
- из папки **«Винты»**:
- 1) винты невыпадающие (9 видов);
 - 2) винты нормальные (6 видов);
 - 3) винты установочные (13 видов);
- из папки **«Гайки»**:
- 1) гайки круглые (5 видов);
 - 2) гайки шестигранные (22 вида);
- из папки **«Конструктивные элементы»**:
- 1) места под болт (4 вида);
 - 2) места под винт (7 видов);
- из папки **«Шайбы»**:
- 1) шайбы стопорные (9 видов);
 - 2) шайбы различные (10 видов);
- из папки **«Шпильки»**:
- 1) шпильки различные (12 видов);
- из папки **«Штифты»**:
- 1) штифты различные (10 видов).

Редактирование любого конструктивного элемента, вставленного в чертеж КОМПАС-ГРАФИК из **Конструкторской библиотеки**, можно осуществлять средствами этой же библиотеки.

Библиотека «Стандартные изделия».

Структурные особенности и основное функциональное предназначение данной библиотеки подробно изложены в работе авторов [2].

Для облегчения процесса разработки учебных чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями из *библиотеки «Стандартные изделия»* можно вставлять в чертеж следующие конструктивные элементы:

I. На вкладке «**Стандартные изделия**»:

– из папки «*Крепежные изделия*»:

- 1) *болты с круглой или шестигранной головкой* (54 вида);
- 2) *винты невыпадающие, нормальные, с накатанной или шестигранной головкой, установочные* (97 видов);
- 3) *гайки круглые, прорезные, корончатые, шестигранные, барашки* (54 вида);
- 4) *шайбы упорные, стопорные, разные* (29 видов);
- 5) *шпильки с ввинчиваемым концом* (20 видов);
- 6) *шпильки* (1 вид);
- 7) *штифты конические, насеченные, цилиндрические* (27 видов);

II. На вкладке «**Конструктивные элементы**»:

– из папки «*Отверстия*»:

- 1) *отверстия конические гладкие, резьбовые, сквозные, глухие* (14 видов);
- 2) *отверстия цилиндрические гладкие, резьбовые, сквозные, глухие* (59 видов);

III. На вкладке «**Крепежные соединения**»:

- 1) *болтовое соединение с отверстием и без* (2 вида);
- 2) *винтовое соединение с отверстием и без* (2 вида);
- 3) *шпильчное соединение с отверстием и без* (2 вида).

Любой конструктивный элемент, вставленный в чертеж КОМПАС-ГРАФИК из *библиотеки «Стандартные изделия»*, можно редактировать средствами этой же библиотеки.

Кроме вставки и редактирования конструктивных элементов в данной библиотеке реализован поиск, замена и обновление ссылок на модели, а также создание объектов спецификации для стандартных конструктивных элементов и создание деталей на базе стандартных.

Как показала практика, использование системы КОМПАС-ГРАФИК и выше приведенных библиотек машиностроительного профиля в учебном процессе, позволяет сократить общее время проектирования учебных чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями как минимум в два и более раз.

Список литературы

1. **Гарабажиу, А. А.** Опыт применения систем автоматизированного проектирования КОМПАС-3D и AutoCAD в учебном процессе графической подготовки будущих инженеров / А. А. Гарабажиу, Д. В. Клоков, Д. Н. Боровский, Е. А. Леонов // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: сборник трудов международной научно-практической конференции, Брест, Новосибирск, 19 апреля 2019 г. / отв. ред. К.А. Вольхин. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2019. – С. 69–74.

2. **Гарабажиу, А. А.** Применение библиотек системы КОМПАС-ГРАФИК при создании учебной чертежно-конструкторской документации / А. А. Гарабажиу, Д. В. Клоков, А. Ю. Лешкевич // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: сборник трудов международной научно-практической конференции, Брест, Новосибирск, 20 апреля 2018 г. / отв. ред. О.А. Акулова. – Брест: БрГТУ, 2018. – С. 84–88.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕКУЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В РЕШЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ СРЕДСТВАМИ САПР AUTOCAD И AUTODESK INVENTOR

С. В. Гиль, канд. техн. наук, доцент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: секущая поверхность, твердотельная комбинированная модель, линейчатая NURBS-поверхность, проецирование без искажения.

Аннотация. На примере решения конкретных практических задач рассмотрены особенности применения секущей поверхности в САПР AutoCAD и Autodesk Inventor при изучении специальных дисциплин второй ступени образования.

В связи с переходом на двухлетний срок обучения в магистратуре по специальности «Инженерная геометрия и компьютерная графика» Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники» с 2023 года были введены новые учебные дисциплины и соответственно увеличено количество часов на изучение, ранее введенных программы обучения, дисциплин. Следовательно, появилась возможность более детально изучить функциональные возможности САПР, используемых в учебном процессе при освоении специальных дисциплин, закрепить теоретические знания и получить практические навыки на примере решения конкретных задач.

Традиционно командой Slice (Разрез) выполняют простые разрезы твердотельного объекта одной секущей плоскостью. Среди множества опций этой команды особый интерес представляет вариант создания сечения твердотельной модели поверхностью. После выбора команды Slice (Разрез) в AutoCAD необходимо указать объект для разрезания и ответить на подсказки. По умолчанию AutoCAD предлагает выполнить сечение по трем точкам. При использовании других вариантов выполнения команды секущая плоскость может определяться: плоским объектом, поверхностью, видом, осью, XY, YZ, XZ. Использование секущей плоскости для выполнения разреза твердотельного объекта является общеизвестным, однако достаточно тривиальным. Рассмотрим выполнение функции сечения/разреза поверхностью в системе AutoCAD в решении отдельных практических задач.

Выполнение четвертного выреза на 3D-модели комбинированной формы. В качестве секущей поверхности в этом случае может быть использована призматическая поверхность. Построение ее можно осуществлять двумя различными вариантами: командой Tabsurf (П-Сдвиг) и командой Extrude (Выдавить). Созданная призма является ассоциативной поверхностью, при выделении ее она подсвечивается в виде каркаса из вспомогательных вертикальных и горизонтальных образующих и может изменяться при их редактировании. Выполнение четвертного выреза на твердотельной модели комбинированной формы не представляет сложности, осуществляется командой Slice (Разрез) секущей поверхностью призмы, без традиционного применения булевой операции Вычитание в решении подобных задач (рис. 1).

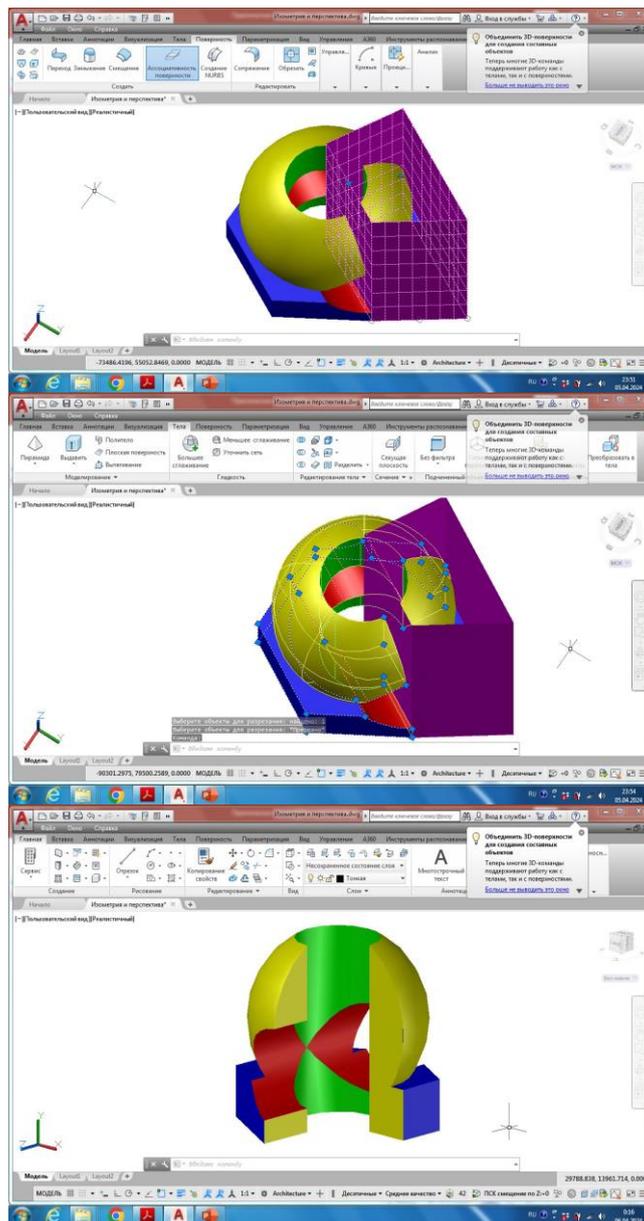


Рисунок 1 – Выполнение четвертного выреза секущей поверхностью

В зависимости от типа решаемой задачи используемые поверхности могут быть созданы различными способами: командами *Revsurf* (П-Вращ), *Tabsurf* (П-Сдвиг), *Rulesurf* (П-Соед) и *Edgesurf* (П-Кромка). Для выполнения этих команд необходимо предварительно вычертить все объекты, участвующие в построении: образующую линию (прямолинейную или криволинейную), направляющие (одну или несколько, прямолинейную или криволинейную), ось при необходимости. При выполнении построений важно отслеживать положение ПСК.

Методику применения этой функциональной возможности в системе AutoCAD можно продемонстрировать на простом примере – проецировании геометрических тел различной формы на линейчатую NURBS-поверхность без искажения. Традиционные опции, реализующие команду *Slice* (Разрез) и наиболее часто используемые на практике, эту задачу не решают. Командой *Tabsurf* (П-Сдвиг) формируется линейчатая поверхность, при этом сплайн – направляющая и прямолинейная образующая поверхности не должны лежать

в одной плоскости. Созданная поверхность копируется трижды с использованием Объектной привязки и Орто. Отдельно формируются геометрические тела. Командой Slice (Разрез) они рассекаются двумя скопированными линейчатыми NURBS-поверхностями (верхней и нижней) и таким образом создаются объемные фигурные выступы на поверхности (рис. 2).

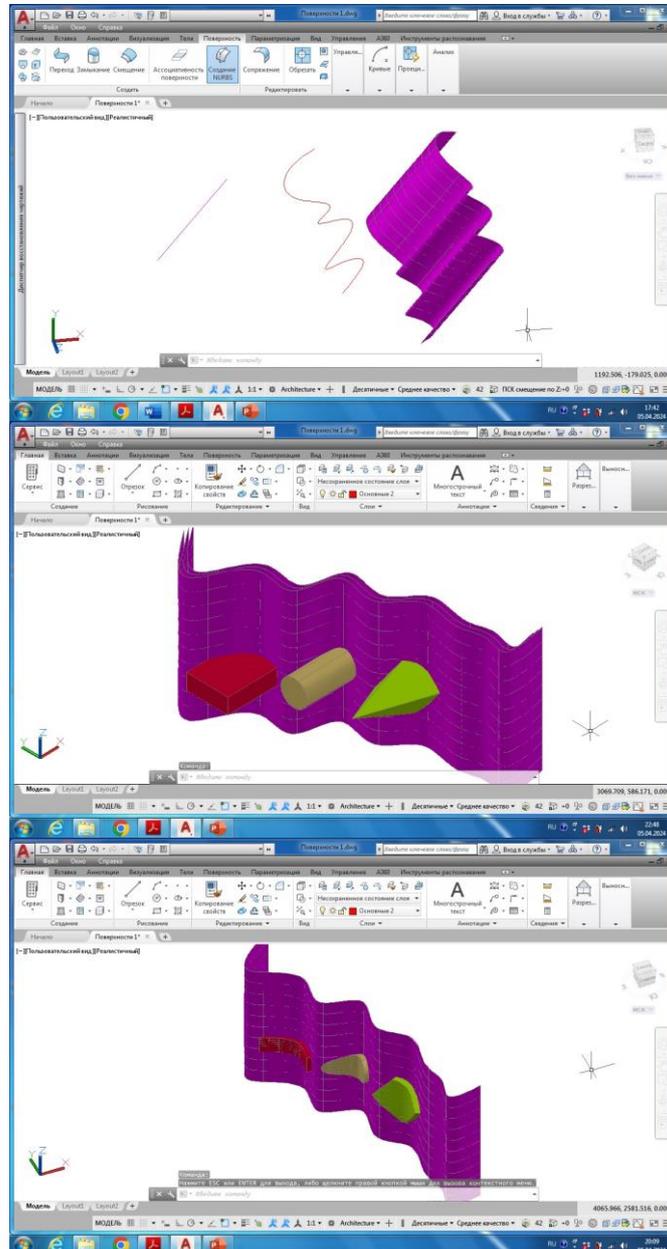


Рисунок 2 – Проецирование геометрических тел различной формы на линейчатую NURBS-поверхность без искажения

Пример решения этой задачи и ей подобной, но в более сложной интерпретации с проецированием текстовой надписи без искажения на криволинейную форму в системе AutoCAD представлен на рисунке 3. Предварительно текст расчленяется на кривые, преобразуется в область, формируется выдавливанием твердотельная форма и далее она обрезается соответствующими секущими ассоциативными поверхностями. В решении этой практической задачи отрабатывается также использование команд Sweep (Сдвиг) и Loft (По сечениям), кото-

рые в отличие от команд Revolve (Вращать) и Extrude (Выдавить) достаточно редко применяются в создании простых форм.

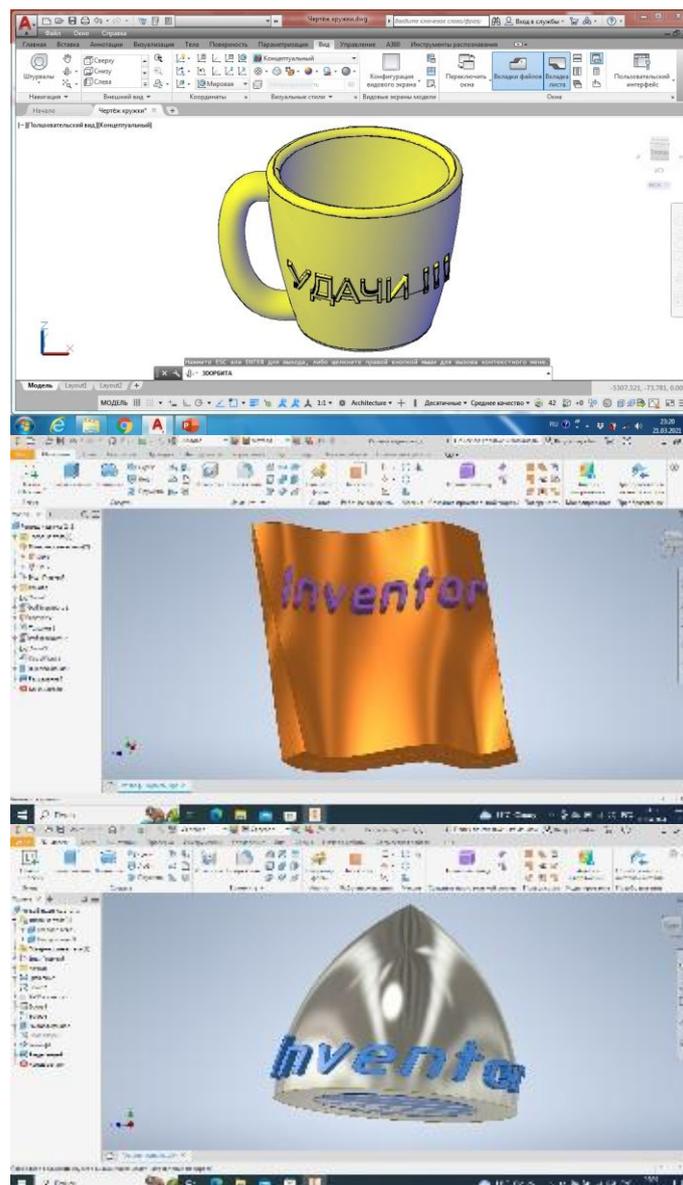


Рисунок 3 – Примеры использования секущей поверхности на 3D-моделях

Задача проецирования на твердотельные модели в САПР Autodesk Inventor реализуется при выполнении команд Маркировка и Рельеф. Иллюстрация или текстовая надпись переносится на плоскую грань тела достаточно просто. Однако, если твердотельная модель представляет собой поверхность второго или четвертого порядка, кроме прямого кругового цилиндра (конус, шар, эллипсоид, гиперboloид, параболоид вращения или все варианты торовой поверхности), проецирование без искажения возможно только с применением специальных методик построения: аппроксимации и формирования вспомогательной секущей поверхности. Так на более простом примере (рисунок 3) из сплайновых кривых сформирована командой Лофт поверхность, преобразованная в дальнейшем в твердотельную 3D-модель. Командой Смещение на заданном фиксированном расстоянии от тела создана секущая поверхность, которая не только обрезает выдавленную текстовую надпись, но

и воспроизводит при проецировании плавные переходы 3D-модели в созданной текстовой надписи. Аналогично выполнена задача формирования радиальной текстовой надписи на поверхности четвертого порядка – 3D-модели самопересекающегося тора, которая предварительно аппроксимируется цилиндрической 3D-моделью. Проецирование текстовой надписи производится на цилиндр, а обрезка и воспроизведение радиального положения создается использованием вспомогательной секущей торовой поверхности, идентичной 3D-модели самопересекающегося тора и удаленной от него на фиксированное расстояние (рис. 3).

В САПР Autodesk Inventor нет функции выполнения четвертных вырезов секущей поверхностью. Создание подобного выреза, а также простых разрезов плоскостями уровня возможно командой Сечение. При выборе варианта сечения указывается в дереве модели плоскость среза или две взаимно-перпендикулярные плоскости при выполнении четвертного выреза (рис. 4).

Интересным примером использования секущей поверхности в Autodesk Inventor является задача создания конической фаски на призматической поверхности детали типа «Пробка». Формирование детали, которая представляет собой комбинацию цилиндрической, конической и призматической поверхностей, осуществляется в четырех 2D-эскизах на различных плоскостях проекций командами Вращение и Выдавливание. Для выполнения непосредственно конической фаски на 3D-модели из построенной предварительно окружности выдавливанием внутрь под заданным углом 60° создается коническая поверхность, которая при помощи команды Скульптор с вычитанием материала, формирует гиперболические переходы конической фаски в призматическую составляющую 3D-модели детали (рис. 4) [1].

Применение секущей поверхности средствами AutoCAD и Inventor имеет свои отличительные особенности и позволяет решать различные практические задачи, которые невозможно выполнить с применением традиционных методик. Используя описанные методы построения, можно создать ряд практико-ориентированных заданий для углубленного изучения функциональных возможностей САПР, используемых в учебном процессе соответствующих дисциплин второй ступени образования.

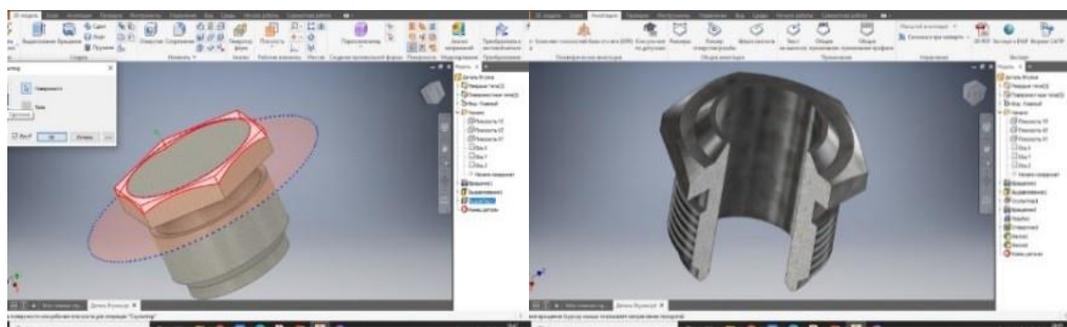


Рисунок 4 – Пример выполнения конической фаски секущей поверхностью

Список литературы

1. **Киселевский, О. С.** Твёрдотельное трехмерное моделирование в Autodesk Inventor : учеб.-метод. пособие / О. С. Киселевский. – Минск : БГУИР, 2017. – 90 с.

МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

Ю. А. Гуца, ст. преподаватель

*Белорусско-Российский университет,
г. Могилев, Республика Беларусь*

Ключевые слова: модульно-рейтинговая система знаний, студент, результаты контроля, индивидуальные задания, преподаватель, семестровый экзамен.

Аннотация. В данной статье рассматривается применение модульно-рейтинговой системы оценки знаний студентов в ВУЗе, положительные стороны системы для студентов и преподавателей.

Проведение модульного контроля возможно в двух формах: письменной и письменно-устной, причем письменная составляющая является обязательной и заключается в выполнении контрольных заданий. В контрольные задания входит лекционный материал, решение задач и теоретические вопросы по курсу «Начертательная геометрия и инженерная графика». В случае письменно-устной формы проведения рейтингового контроля после письменной компоненты, в этот же день проводится индивидуальное обсуждение итогов выполненных обучающимися заданий.

Для осуществления модульно-рейтингового контроля экзаменатор подготавливает варианты различных заданий контрольных и разрабатывает систему критериев оценивания результатов их выполнения [1]. Контрольные задания необходимо сделать равноценными по сложности и охватывать материал, изученный обучающимися в период между началом семестра и первой контрольной неделей или между смежными контрольными неделями. Критерии оценки результатов устанавливают распределение баллов между отдельными вопросами контрольного задания и требования к полноте и правильности ответов на теоретические вопросы и решение задач. Состав заданий, система оценки полученных результатов их исполнения рассматриваются на методическом семинаре и утверждаются заведующим кафедрой.

Выполнение рейтинговых работ осуществляется каждым студентом индивидуально, во время и месяц, отведенные для проведения контрольного мероприятия по расписанию. Продолжительность письменной компоненты модульно-рейтингового контроля составляет два академических часа. До сдачи рейтинга студент допускается всегда, также есть возможность пересдать модуль. Студент приходит на контрольное мероприятие и получает задание, которое необходимо выполнить за отведенное время. Присутствующий на аттестации преподаватель обязан контролировать самостоятельность выполнения обучающимся своего варианта и соблюдение установленного порядка проведения текущего контроля знаний. Результаты письменных контрольных заданий доводятся до сведения студентов не позднее, чем за два рабочих дня после проведе-

ния модульного контроля. Результат контрольного модуля студента, который не пришел на него, оценивается в ноль баллов.

Студенты, аттестованные с оценкой «не зачтено», обязаны сдавать экзамен за семестр по дисциплине. Итоговый экзамен могут сдавать также студенты, желающие повысить оценку, полученную по результатам модулей. Оценка знаний на экзамене осуществляется по 100-бальной шкале с последующим переводом в 10-бальную оценку, которая заносится в предметную экзаменационную ведомость.

Дифференцированный зачет предполагается во втором семестре, в котором не предусмотрено лекций и знания студентов могут быть оценены исключительно на основании результатов текущего контроля на практических и лабораторных занятиях, выполнения обязательных индивидуальных заданий (расчетных, графических, расчетно-графических и т.д.) Оценивание знаний студентов осуществляется также по 100-бальной шкале с последующим переводом в семестровую оценку.

Преимущества данной системы заключается в том, что активизировался ход начального процесса, сократилось количество студентов, которые не смогли получить допуск к экзамену. Повысилась объективность полученной студентом оценки в результате учета мнения лектора и преподавателей, которые ведут практические и лабораторные занятия, оценивают качество выполнения индивидуальных заданий студентов за текущий семестр [2, 3]. Появилась возможность ранжирования студентов, как в академической группе, так и на курсе. Это вносит дух соревнования в учебный процесс, заинтересованность студентов в повышении своего рейтинга. Студентов также привлекает возможность получить экзаменационную оценку по результатам их работы в течение семестра и тем самым увеличить свои каникулы за счет экзаменационной сессии. Преподаватели довольны результатом, так как студенты для прохождения модульного контроля активно учатся и стремятся получить экзамен по результатам семестра.

Список литературы

1. **Агальцов, В. П.** Контроль знаний - доминирующая составляющая образовательного процесса / В. П. Агальцов // Информатика и образование. –2005. – №2. – С. 94–96.
2. **Андрюшина, Т. В.** Контроль в процессе обучения / Т. В. Андрюшина, О. Б. Болбат, А. В. Петухова // Качество высшего образования: системный подход: материалы региональной научно-методической конференции, Новосибирск, 28-29 января 2004 года / ответств. ред. В. Ф. Глушков. – Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 2004. – С. 291–294.
3. **Горбунова, Л. Н.** Тестирование как один из методов активизации учебного процесса / Л. Н. Горбунова, Т. Н. Мармус // Инженерное образование: опыт, перспективы, проблемы: материалы Всерос. конф. С междунар. участием, 16 ноября 2018 года, Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. – С. 77–82.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА НАГЛЯДНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ОСНОВАМ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Э. В. Ермошкин, ст. преподаватель

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: начертательная геометрия, электронная модель, наглядное учебное пособие.

Аннотация. В статье выполнен обзор результатов работы над проектом по разработке вспомогательного визуального контента к курсу «Начертательная геометрия».

Внедрение технологий цифрового геометрического моделирования изменило подходы к решению множества инженерных задач, от визуализации до расчетов [1]. Вероятно, сегодня уже не осталось вузов, в которых не была бы внедрена система обучения студентов инженерной и компьютерной графике с использованием систем автоматизированного проектирования. Занятия по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике проводятся с использованием программ Компас3D, NanoCAD, bCAD, ModelStudioCS и др.

В педагогической практике инженерные программные комплексы применяются не только как инструмент практической деятельности студента, но и как инструмент для разработки принципиально нового учебного контента [2, 3, 4].

Принцип наглядности, известный еще со времен зарождения педагогики, приобретает сегодня новые черты. С помощью компьютерных программ мы можем быстро и легко создавать визуальные объекты, поясняющие те или иные темы курса.

Учебные наглядные пособия в виде трехмерных моделей особенно актуальны для курса «Основы начертательной геометрии», насыщенного множеством абстрактных геометрических объектов и требующего от студента активного оперирования зрительными образами [5, 6].

В данной публикации мы представим одно из наглядных пособий, разработанное на кафедре «Инженерная и компьютерная графика» НГАСУ.

Пособие посвящено теме «Тени в перспективных проекциях». Пособие состоит из двух частей: проекционный чертеж и модель.

Проекционный чертеж содержит несколько изображений, являющихся последовательной цепью усложняющихся задач: от проекции точки до проекции объемного тела. Данный элемент наглядного учебного пособия может применяться при объяснении теоретического материала или как практический тренажер. Фрагменты учебного пособия представлены на рисунке 1.

ЗАДАЧИ →

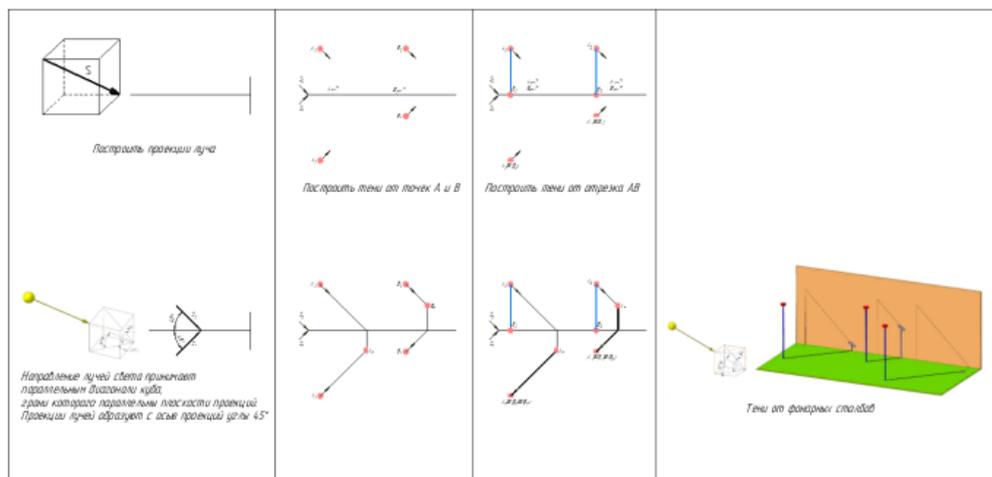


Рисунок 1 – Тени на ортогональных проекциях

Все разработанные пособия реализованы в файлах формата Компас-3D, так как именно в этой САПР наши студенты выполняют практические задания. Основное графическое поле учебного пособия разделено на две части. Верхняя часть содержит условие задачи, а нижняя – пример решения этой задачи. Кроме графической части в пособии есть текстовые пояснения и поясняющие наглядные изображения. Парные элементы «задача – решение» обведены рамкой. Последовательная цепь заданий сгруппирована в блоки, чтение которых должно выполняться слева направо. Примеры составлены таким образом, чтобы каждая последующая задача становилась продолжением предыдущей и к концу пособия обучающийся представлял всю последовательность выполнения комплексного задания, получал визуальное представление о новом материале.

Вторая часть учебно-наглядного пособия является трехмерной моделью. Этот элемент содержит электронную модель нескольких объектов, включая: систему перспективных проекций, проецируемый объект, источник освещения, объекты визуализации теней и пр. Фрагмент модели представлен на рис. 2.

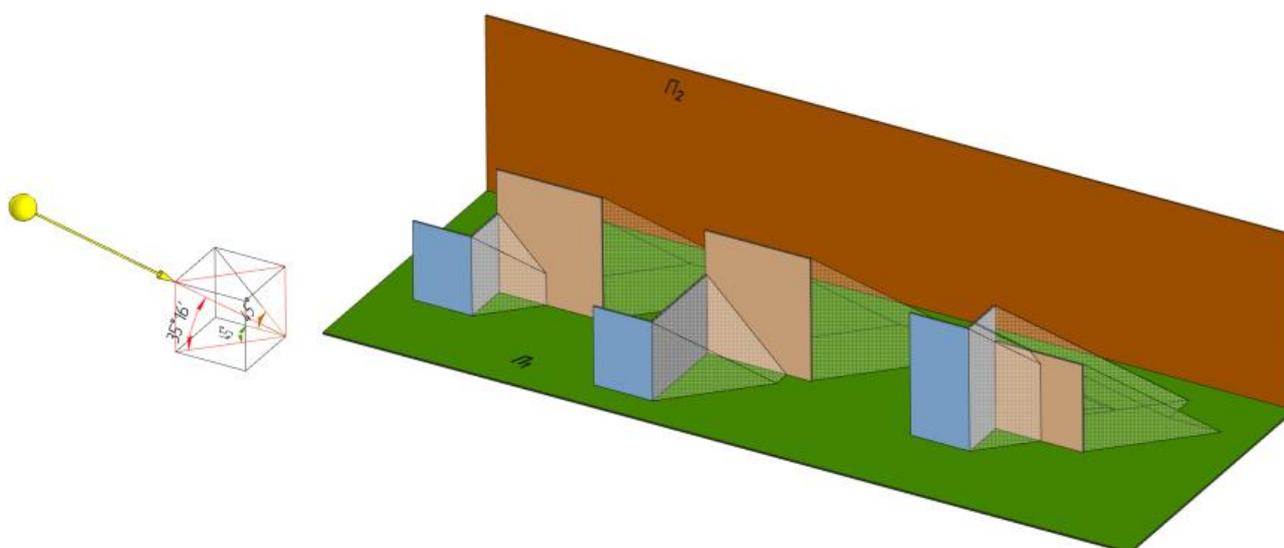


Рисунок 2 – Трехмерная модель

3D-модели связаны с задачами, размещенными в первой части учебного пособия. Работая с 3D-моделью, обучающийся получает возможность рассмотреть объект со всех сторон, увидеть наглядное представление обсуждаемой на занятии задачи. Трехмерная модель помогает преподавателю пояснять смысл графических преобразований, выполняемых на плоском чертеже.

Представленное учебное пособие может быть отредактировано в соответствии со стратегией проведения занятия. Преподаватель может управлять частями модели или чертежа, временно скрывать одни элементы, показывать другие, изменять прозрачность, цвет, последовательность размещения.

На занятиях, мы используем несколько сценариев работы с пособием. Первый вариант: раздаем студентам файлы, содержащие только условия задач, демонстрируем ход решения на экране преподавателя с соответствующими пояснениями, затем предлагаем студентам самостоятельно закрепить полученные знания путем выполнения задания в выданном им файле, по окончании работы выдаем студентам файлы с образцом решения для самопроверки.

Другой сценарий: сразу выдать файл с готовым решением и модель для того, чтобы в процессе объяснения материала студенты могли на своих экранах в мельчайших деталях следить за ходом рассуждений и задавать вопросы.

Представленное учебное пособие является не только элементом, позволяющим реализовать принцип наглядности для студента, оно может быть предметом изучения или инструментом освоения определенного набора навыков.

Список литературы

1. **Астахова, Т. А.** Курс «3D – моделирование» в формировании самостоятельного инженерного мышления бакалавров направления «информационные системы и технологии» / Т. А. Астахова // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Новосибирск, Брест, 23 апреля 2021 года. – Новосибирск, Брест: НГАСУ (Сибстрин), 2021. – С. 31–35.
2. **Петухова, А. В.** Визуальный контент дисциплины: формы и подходы к разработке / А. В. Петухова // Актуальные проблемы совершенствования высшего образования: тезисы докладов XIV Всерос. научно-методической конф. (Ярославль, 31 марта 2020 г.). – Ярославль: Филигрань, 2020. – С. 248–250.
3. **Болбат, О. Б.** Электронное учебно-методическое сопровождение дисциплин / О. Б. Болбат, А. В. Петухова, Т. В. Андрюшина // Образовательные технологии и общество. – 2019. – Т. 22. № 2. – С. 78–84.
4. **Петухова, А. В.** Теория и практика разработки мультимедиа ресурсов по графическим дисциплинам / А. В. Петухова, О. Б. Болбат, Т. В. Андрюшина. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2018. – 76 с.
5. **Вольхин, К. А.** Организация учебной деятельности студентов в процессе изучения начертательной геометрии / К. А. Вольхин // Сибирский педагогический журнал. – 2013. – № 4. – С. 102–110. – EDN QZKZSP.
6. **Болбат, О. Б.** Использование электронных учебных пособий в образовательном процессе / О. Б. Болбат, Т. В. Андрюшина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – № 2-1(53). – С. 91–95. – DOI 10.24412/2500-1000-2021-2-1-91-95.

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ В ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИЗУЧЕНИЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

П. В. Зеленый, канд. техн. наук, доцент

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: начертательная геометрия, автоматизированное проектирование, гибридные CAD/CAE-системы, 3D-моделирование.

Аннотация. Приведен анализ предмета изучения начертательной геометрии как дисциплины в свете изучения 3D-моделирования. Показано, что владение гибридными CAD/CAE-системами основывается на развитом пространственном представлении и мышлении геометрическими образами, на чем и должно акцентироваться главное внимание при изучении начертательной геометрии, в том числе и изучение ее прикладных задач как средства достижения той же упомянутой главной цели.

Трудно отделаться от предположения, что с исконной дисциплиной в подготовке инженера – начертательной геометрией – на кафедрах «возьются» лишь потому, всячески ущемляя, что она традиционно входит в учебные планы подготовки специалиста-инженера, не замечая ее важности, не видя ее истинного предназначения в новых условиях, обусловленных, преимущественно, появлением 3D-моделирования. Само же 3D-моделирование даже используется как средство наглядности при изучении методов начертательной геометрии [1], хотя сама дисциплина, как было отмечено, чуть ли не отрицается.

Но 3D-модель, прежде чем создать, необходимо представить в виде геометрического образа, проанализировать, из каких элементарных геометрических форм она оптимально должна состоять, и в последующем синтезирована.

В качестве примера приведем следующее [2]: «Если рассматривать такую область, как проектирование, то конструктор ... применяет целую систему методов, направленных на переработку представления об объекте проектирования в материалы проекта. Это методы анализа, синтеза, алгоритмизации и моделирования. ... Качественным содержанием метода моделирования применительно к компьютерному автоматизированному проектированию является система приемов, способов, операций по применению инструментария САД-системы ... (синтез конструктивных и технологических элементов). Алгоритм моделирования в данном случае задает конкретную последовательность, в которой реализуется геометрическая форма объекта проектирования или, иначе, сценарий решения проектной задачи (синтез геометрических элементов)».

Попытки противопоставления компьютерной графики, с внедрением ее в учебный процесс, традиционной инженерной графике и, в особенности, начертательной геометрии, как ее разделу, хотя прежде это были разные дисциплины, не утихают.

Прослеживается влияние на это и тех трудностей, с которыми сталкиваются студенты при освоении начертательной геометрии и, чего греха таить, некоторые преподаватели. Если отходить от традиционного содержания дисциплины, упрощая и выхолащивая его, то успеваемость, само собой, будет выше по данной отдельной дисциплине. Но это неприемлемо, и так можно поступить с любой дисциплиной, чтобы поднять успеваемость, но во главу угла необходимо ставить не эти конъюнктурные соображения, а, естественно, качество общепрофессиональной подготовки специалиста в целом. Должно быть найдено приемлемое решение, не наносящее ущерба, а напротив – максимально эффективное.

Конечно, появление компьютерной графики и, тем более, последующего 3D-моделирования, неизбежно должно сказываться на преподавании начертательной геометрии – уж точно ярким сторонникам традиционного ее изучения нельзя делать вид, что ничего не должно происходить.

Определенные изменения должны быть волей-неволей. Вопрос только в том, – какие именно. Что должно поменяться, исходя из задач, стоявших и стоящих перед начертательной геометрией? А мы помним, что это, если излагать кратко, образование на плоскости изображений трехмерных геометрических образов, то есть – это то, что называют прямой задачей начертательной геометрии, и представление по ним, то есть по плоским изображениям чертежа, объектов трехмерными и расположенными в пространстве определенным образом друг относительно друга – обратная задача. А еще мы помним про решение графическим путем геометрических задач – так называемых, позиционных и метрических. Ну, и где-то, как правило, в конце сказанного во введении в предмет дисциплины, всегда говорилось о развитии с ее помощью пространственного воображения и мышления геометрическими образами, так необходимым в инженерном деле, особенно, что касается проектирования новых объектов техники, без чего невозможна эта деятельность [3–7].

С одной стороны, мы видим, что начертательная геометрия продолжает изучаться, хотя далеко не так глубоко. С другой стороны, цель и задачи ее изучения должны быть откорректированы с оглядкой на то, как ведется современное проектирование новых изделий – компьютерное автоматизированное проектирование на основе 3D-моделей, гибридных CAD/CAE-систем [2].

Последнее предъявляет более высокие требования к изучению начертательной геометрии, а не наоборот. И действительно, в основе всего проектирования и расчета на прочность, последующих «компьютерных испытаний» изделия всегда лежит 3D-модель. Именно она «подвергается нагрузкам» – расчету, а не натурный макетный образец. Причем, результаты расчетов на прочность и других исследований на 3D-моделях стали настолько точны, что доводки изделия на основе опытных испытаний реальных образцов особенно не требуются. Но все зависит от точности воспроизведения готового изделия в виде 3D-модели.

Упомянутые CAE-системы (Computer-aided engineering) – это общее название компьютерных программ (методов конечных элементов, конечных разностей, конечных объемов) для оценки расчетным путем того, как поведет себя 3D-модель в реальных условиях эксплуатации, дающая возможность убедиться в работоспособности изделия, сокращая затраты и время на его разработку.

А что собой представляет эта самая 3D-модель – это сплошная пространственная геометрия, не правда ли?

Таким образом, при обосновании необходимости изучения начертательной геометрии как дисциплины, входящей в общепрофессиональную подготовку инженера, необходимо рассматривать как главную цель, развитие пространственного представления и мышления геометрическими образами. Это веление времени в связи с переходом на проектирование на основе 3D-моделей. Кроме отмеченного, развитое пространственное представление и мышление геометрическими образами необходимо будет, пока обычная конструкторская документация продолжает использоваться, причем неважно, как именно она создана и на каком носителе существует, необходимо для ее чтения – представления трехмерными объектами плоских изображений деталей и конструкций, представления их относительного положения в пространстве. Каким образом это будет достижимо – другой вопрос.

Но можно уверенно утверждать, что для этого надо знать и методы проецирования, на основе которых образуются плоские изображения объемных объектов, хотя в прямом практическом применении, в связи с автоматизацией проектирования, необходимости в них уже и нет, и решение графическим путем геометрических задач, так как для этого следует представлять в пространстве все необходимые действия, сопровождающие построения на плоскости. То есть, плоские построения необходимы не сами по себе как результат, а, опять же, для развития пространственного геометрического мышления. Для этого раньше широко использовались пространственные натурные модели, помещаемые перед материализованными плоскостями проекций. Сейчас, благодаря возможностям 3D-моделирования, в этом необходимости особенно и нет [1].

Таким образом, главное – не надо допускать такую ошибку, что если методы начертательной геометрии прямого прикладного значения уже не имеют, то это не означает, что она как дисциплина уже не нужна. Начертательная геометрия и ранее изучалась не для применения ее методов в конкретном смысле, если вспомнить истинное глубокое содержание дисциплины, а не сведенное во многом к черчению – к изображению геометрических тел. Значение начертательной геометрии более глубокое – в изучении различных действий в пространстве для развития пространственного представления и мышления геометрическими образами, особенно, в связи с переходом в проектировании на САД и САЕ и гибридные САД/САЕ-системы.

Список литературы

1. **Базенков, Т. Н.** 3D-моделирование в начертательной геометрии / Т. Н. Базенков Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 19 апреля 2023 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / М-во науки и высшего образования Российской Федерации, Новосибир. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин), М-во образования Республики Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т ; отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2023. – С. 20–23.
2. **Васильев, Д. Л.** Методы создания 3D-моделей корпусных деталей в системе Pro/ENGINEER / Д. Л. Васильев // Информатика. – 2005; (3(7)). С. 107–115.

3. **Гордон, В. О.** Курс начертательной геометрии: учеб. пособие для втузов / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский; под ред. В. О. Гордона. – М.: Высшая школа, 2004. – 272 с.

4. **Крылов, Н. Н.** Начертательная геометрия: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Крылов [и др.]; под ред. Н. Н. Крылова. – Изд. 8-е, испр. – М.: Высшая школа, 2002. – 224 с.

5. **Бубенников, А. В.** Начертательная геометрия. Задачи для упражнений : учеб. пособие для студ. всех спец. втузов / А. В. Бубенников. – М. : Высшая школа, 1981. – 296 с.

6. **Зеленый, П. В.** Оптимизации усвоения начертательной геометрии средствами структуризации курса и типовой алгоритмизации / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова // Современный транспорт и транспортные средства: проблемы, решения, перспективы: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 55-летию автотракторного факультета. – Минск, 2007. – С. 336–340.

7. **Зеленый, П. В.** Модульная структуризация курса начертательной геометрии. Инновации в преподавании графических и специальных дисциплин: материалы 9-ой Междунар. науч.- практич. конф. / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова // Наука – образованию, производству, экономике / Под ред. П. В. Зеленого. – В 2-х частях. / Минск, 24–28 октября 2011 г. – Минск: БНТУ, 2011. – Часть I и II. – С. 13–16 (к 60-летию автотракторного факультета БНТУ).

УДК 378.14

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕРТЕЖЕЙ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ЧЕРЧЕНИЮ

П. В. Зеленый, канд. техн. наук, доцент,

Н. М. Грицко, ст. преподаватель,

Т. М. Тявловская, ст. преподаватель

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: чертежи, начертательная геометрия, черчение, учебный процесс, геометрическое воображение, образное пространственное мышление.

Аннотация. Предложено акцентировать внимание на особенностях выполнения чертежей по начертательной геометрии и черчению. Показано, что направленность начертательной геометрии на развитие пространственного воображения и мышления геометрическими образами обуславливает необходимость проверки чертежей в присутствии студента параллельно с его комментариями относительно последовательности их выполнения.

В начертательной геометрии и черчении, входящими в качестве разделов в инженерную графику как объединительную дисциплину – в недалеком прошлом это были разные дисциплины с разными целями и задачами – учебный процесс строится, преимущественно, на выполнении большого объема графических работ, то есть налицо преобладание практического характера изучения дисциплины. Лекции и краткие пояснения на практических занятиях без воплощения изучаемого материала в чертежи большого смысла не имеют – такова специфика дисциплины как применительно к начертательной геометрии, так и черчению в равной степени. Научить самостоятельно выполнять чертежи, читать их – является конечным результатам обучения для аттестации студента. Главная же цель, особенно, что каса-

ется начертательной геометрии, а тем более, в наше время, когда проектирование начинается сразу с разработки 3D-моделей, – это развитие пространственного геометрического воображения и мышления геометрическими образами.

При правильном подходе к изучению дисциплины студенты, строя плоские изображения – проекции, составляющие чертеж, – в уме должны держать и постоянно представлять каждый вычерчиваемый геометрический элемент как пространственный геометрический образ, а все элементы вместе, как расположенные в пространстве определенным образом и друг относительно друга. К этому надо стремиться, чтобы студенты сразу так все и воспринимали, глядя на плоский чертеж, и в процессе его выполнения, и при, так называемом, чтении готового чертежа. В этом весь смысл обучения [1–3].

Если касаться содержательной части чертежей по начертательной геометрии и черчению, то это, в определенном смысле, совершенно разные чертежи. Понятно, что взаимосвязь между одними и другими чертежами отрицать нельзя, тем более что в начертательной геометрии рассматривается сам метод получения ортогональных изображений чертежа, опираясь на который, изучается и то, что называется чтением чертежа.

Но, по большому счету, черчение можно изучать, и изучают, не предваряя его начертательной геометрией, строя изображения как картинки, которые можно видеть, имея перед собой реальный объект, или представлять его с разных взаимно перпендикулярных направлений, конечно соблюдая проекционные связи, но, особенно, не вникая в суть их происхождения.

При таком подходе особой разницы в том, как и в какой последовательности будет выполняться чертеж, нет. И действительно, если чертеж правильный, – это и видно. А начинал ли он выполняться, как положено, с конструкторских баз или, скажем, с одного края ко второму по диагонали – ну что тут скажешь, если все правильно, соответствует ГОСТ. Студенту как-то так было удобнее, значит. Он даже оси, являющиеся, как правило, основными или дополнительными конструкторскими базами, мог вообще не нанести, или сделал это по завершении чертежа. Конечно, так нельзя – но ведь все верно, с другой стороны.

Иное дело чертежи по начертательной геометрии. Правильная картинка – это еще ничего не значит. Здесь проверяется не столько эта ее правильность, или почти совсем не это, как в черчении. Чтобы зачесть студенту чертеж, он должен рассказать, в какой последовательности выполнялись построения – готовый результат по-другому, не опираясь на те, или иные обоснованные рассуждения, он никак получить не мог. В данном случае не столь важно всматриваться в чертеж, молча проверяя все ли там правильно, все это могло быть бездумно срисовано с другого чертежа – мы же проверяем не навык студента срисовывать безошибочно готовые изображения. А проверяем, понимает ли студент ход решения, и в нем, в этом решении, должна присутствовать определенная, правильная последовательность. Поэтому, прежде чем всматриваться в то, что там студент принес, необходимо его послушать: он должен сказать, что было задано – какие точки, линии и фигуры; затем – что следовало сделать, найти; в чем суть графического решения – с чего следовало начать, что затем, что далее до полного решения. Если он ничего не говорит, то какой смысл вообще приступать к проверке принесенного чертежа, тем более, заочно,

и какую цель мы этим тогда преследуем – разве только показать, что студента мы учили, проверяли, хотя на самом-то деле... Это нельзя назвать обучением, это видимость. В свете сказанного, чертежи, относящиеся к, так называемому, проекционному черчению, а также машиностроительные чертежи, следует проверять на соответствие стандартам, определяя их правильность тем самым, и только косвенно можем проверять, велика ли степень участия в их выполнении студента, претендующего на авторство. Такой косвенной проверкой может быть предложение найти недостающие проекции точки, указанной на какой-то поверхности, какой-то там детали, если речь идет о чертеже сборочной единицы. Если студент видит поверхности, находя точки с любой проекции более-менее легко, то, значит, он в состоянии читать чертежи, и этого достаточно. Ведь, чтобы найти недостающую проекцию точки – все не так просто для обучающегося.

Необходимо, вспоминая начертательную геометрию, принимать во внимание форму той или иной поверхности, строить линию, а точнее, проекцию линии через заданную проекцию точки по поверхности, которой точка принадлежит, если она не проецирующая, строить, наконец, проекцию этой линии на той проекции, на которой предстоит найти недостающую проекцию точки. Если участие студента в выполнении чертежа по-за аудиторией было недостаточное и заключалось в простом срисовывании готового чертежа, то он не ответит на указанный вопрос – он не в состоянии ориентироваться в чертеже, различая детали одну от другой. Для него изображения на видах и разрезах видятся просто как переплетение линий, а где там между ними еще и поверхности, какой они формы, он и не скажет.

Исходя из указанного принципиального различия в чертежах, можно отметить, что выполнять машиностроительные чертежи или чертежи геометрических моделей на стадии изучения проекционного черчения следует, исходя в начале из необходимости задания конструкторских баз, от которых или по обе стороны которых затем и вычерчиваются изображения. Должно рекомендоваться также обращать внимание на применение методов начертательной геометрии при построении линий пересечения поверхностей. При этом какой-то уж строгой последовательности выполнения построений в таких чертежах нет – можно отклоняться от рекомендованных и все равно получить правильный результат в соответствии с требованиями стандартов. Поэтому такие чертежи сложнее проверять на подлинность выполнения их самим студентом где-то там, вне аудитории, но все же можно, о чем уже было сказано.

Иное дело начертательная геометрия, как указывалось, – ее изучение вызывает большие затруднения. Здесь много абстрактного, и сложно, если впервые сталкиваться с этим, постоянно держать в уме выстраиваемый пространственный образ геометрического объекта, продолжая при этом мысленно дополнять его необходимыми геометрическими элементами, при выполнении построений на проекциях. То есть, в идеале должно быть так: надо удерживать в голове пространственное представление геометрического образа и представление о необходимых геометрических действиях с ним, прежде чем отражать их в проекциях. Тогда это имеет смысл, тогда это развивает пространственное воображение и мышление геометрическими образами. Это, надо признать, является единственной целью, которая не только не потеряла актуальности в связи

с появлением 3D-моделирования, но, напротив, даже стала более востребованной. Все остальное, что всегда являлось в качестве задач, ради которых изучалась начертательная геометрия, в той или иной степени «потускнело» – практически не имеет подразумеваемого прикладного применения. Если студент в процессе изучения начертательной геометрии будет просто запоминать необходимые построения, решая те или иные геометрические задачи, пусть даже и правильные, но не представляя, не понимая пространственного смысла происходящего, то и в изучении начертательной геометрии не будет смысла – надо разбудить и развить у студента пространственное воображение и мышление, придав ему геометрический характер. Без этого плодотворная инженерная деятельность будущего специалиста, как известно, не будет возможной [4, 5].

Список литературы

1. **Гордон, В. О.** Курс начертательной геометрии: учеб. пособие для втузов / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский; под ред. В. О. Гордона. М.: Высшая школа, 2004. – 272 с.
2. **Крылов, Н. Н.** Начертательная геометрия: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Крылов [и др.]; под ред. Н. Н. Крылова. – Изд. 8-е, испр. – М.: Высшая школа, 2002. – 224 с.
3. **Бубенников, А. В.** Начертательная геометрия. Задачи для упражнений : учеб. пособие для студ. всех спец. втузов / А. В. Бубенников. – М. : Высшая школа, 1981. – 296 с.
4. **Зеленый, П. В.** Оптимизации усвоения начертательной геометрии средствами структуризации курса и типовой алгоритмизации / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова // Современный транспорт и транспортные средства: проблемы, решения, перспективы: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 55-летию автотракторного факультета. – Минск, 2007. – С. 336–340.
5. **Зеленый, П. В.** Модульная структуризация курса начертательной геометрии. Инновации в преподавании графических и специальных дисциплин: материалы 9-ой Междунар. науч.- практич. конф. / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова // Наука – образованию, производству, экономике / Под ред. П.В. Зеленого. – В 2-х частях. / Минск, 24–28 октября 2011 г. – Минск: БНТУ, 2011. – Часть I и II. – С. 13–16 (к 60-летию автотракторного факультета БНТУ).

УДК 629.78(062)

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОСМОСЕ

В. П. Земляных, студент,
М. А. Прец, ст. преподаватель

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, космос, космические технологии, 3D-принтер, МКС.

Аннотация. В этой статье рассматривается применение аддитивных технологий, или 3D-печати, в космической отрасли. Изучаются преимущества этих инновационных методов производства, такие как снижение веса и возможность создания оптимизированных конструкций. Приводятся реальные примеры использования 3D-печати в космических миссиях. Обсуждаются перспективы развития и потенциальные области применения аддитивных технологий в будущих космических программах.

В современную эпоху мы сталкиваемся со все большими вызовами для традиционных методов производства. В настоящее время компаниям уже недостаточно просто выпускать продукцию с улучшенными характеристиками и снижать затраты на ее изготовление. Необходимо внедрять новые материалы, организационные подходы и инновационные производственные технологии. Именно это стало основным драйвером стремительного развития аддитивных технологий и внедрения 3D-печати в промышленности. Аддитивные технологии позволяют производителям значительно снизить стоимость продукции, повысить ее эксплуатационные свойства, а также существенно сократить время изготовления отдельных изделий.

Одним из перспективных направлений для повышения эффективности освоения космического пространства является производство оборудования и изделий космического назначения из полимерных материалов непосредственно в условиях космоса с использованием аддитивных технологий. Такой подход позволит значительно сократить расход сырья, снизить трудозатраты и прочие издержки, связанные с производством и транспортировкой изделий и техники, уменьшить время на изготовление, а также ограничить влияние человеческого фактора на качество производимой продукции [1].

Аддитивные технологии успешно применяются в аэрокосмической отрасли уже сейчас. Например, в 2014 году на МКС был установлен первый 3D-принтер, позволивший астронавтам напечатать необходимые инструменты и детали по мере необходимости. В рамках миссии NASA «Марс-2020» был напечатан компонент для системы забора образцов марсианского грунта. Компания Relativity Space активно использует 3D-печать для производства частей ракет, что позволяет сократить сроки и затраты на производство. Компания Made In Space разработала технологию 3D-печати в условиях невесомости для изготовления сложных структур из специальных полимеров [2].

В будущем ожидается значительное расширение применения аддитивных технологий в космической отрасли. Возможные перспективные области использования включают:

1. Строительство лунных и марсианских баз с помощью 3D-печати из местных материалов, таких как лунный реголит или марсианский грунт. Это позволит значительно снизить затраты и зависимость от поставок с Земли [3].

2. Создание крупногабаритных и сложных конструкций непосредственно на орбите или на поверхности других планет. Это может включать элементы жилых и производственных модулей, телескопов, солнечных батарей и других структур [3].

3. Развитие технологий многоматериальной 3D-печати для производства более сложных и функциональных компонентов, включающих электронные и оптические элементы.

4. Использование аддитивных технологий для создания биоматериалов и искусственных тканей, что может быть применено в области регенеративной медицины и выращивания органов для длительных космических миссий [1].

Аддитивные технологии, или 3D-печать, открывают новые возможности для космической отрасли. Благодаря способности создавать оптимизированные конструкции, изготавливать детали по требованию и снижать зависимость от

поставок с Земли, эти технологии имеют множество преимуществ для космических миссий. Уже сегодня 3D-печать применяется для производства инструментов, компонентов и специализированных деталей на Международной космической станции и других космических аппаратах.

В будущем ожидается дальнейшее развитие и расширение использования аддитивных технологий в космосе, включая строительство лунных и марсианских баз, создание крупногабаритных конструкций на орбите, многоматериальную 3D-печать и применение в регенеративной медицине. Эти инновационные методы производства откроют новые горизонты для освоения космического пространства и позволят реализовать более амбициозные и сложные космические программы.

Список литературы

1. **Елисеев, А. А.** Разработка технологии аддитивного производства изделий в условиях космоса / А. А. Елисеев, науч. рук. А. В. Колубаев // «Орбита молодежи» и перспективы развития российской космонавтики : сборник докладов Всероссийской молодежной научно-практической конференции, г. Томск, 18–22 сентября 2017 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 2017. – С. 147–148.
2. 3Dpulse.ru – информационно-аналитическое агентство о 3D-технологиях, «3D-печать и космос: самое важное». – Режим доступа: <https://www.3dpulse.ru>. – Дата доступа: 11.04.2024.
3. **Рожкова, Е. А.** Анализ аддитивных технологий в машиностроении и в разработке ракетно-космических комплексов / Е. А. Рожкова, А. В. Кустов // Механики XXI века. – 2023. – № 22. – С. 113–117.
4. **Федченко, Т. А.** Аддитивные технологии в ракетостроении / Т. А. Федченко, Н. А. Данилов, Я. А. Халеков, М. И. Толстопятов // Кронос. – 2022. – №6 (68).

УДК 744.426

ИНЖЕНЕРНОЕ ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ И КУРСОВЫХ РАБОТ

Н. Г. Иванцовская, канд. пед. наук, доцент,
Б. А. Касымбаев, канд. пед. наук, доцент

*Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: образовательный процесс, учебная деятельность, конструкторская документация.

Аннотация: статья посвящена организации учебного процесса студентов. В статье указывается необходимость создания условий, позволяющих студенту приобрести компетенции по разработке проектной и рабочей конструкторской документации.

«Да, с величайшей осторожностью должны приступать мы не к коренным реформам; но даже к нововведениям в наших университетах» было написано великим русским педагогом Константином Дмитриевичем Ушинским [1, стр. 272]. Реформирование высшего образования в нашей стране, ориентация на стандарты европейской школы, введение подготовки бакалавров (а не специалистов), развитие информационных графических систем способствовали созданию новых

образовательных стандартов, в которых начальная инженерная подготовка практически сведена к уровню «иметь представления». Если обратиться к истории, то в образовательных стандартах второго поколения четко были установлены требования не только на уровне знаний, но и умений по разработке и оформлению конструкторской документации. С нашей точки зрения основы проектирования, выполнение чертежей и текстовых конструкторских документов – одна из важнейших задач при подготовке инженеров в технических университетах.

Курс графических дисциплин в нашем вузе выстроен таким образом, чтобы студенты по окончанию третьего семестра могли успешно сдать экзамен, основным заданием которого является создание моделей деталей по чертежу общего вида и оформление чертежа по модели детали. С этой целью студенты на лекции изучают основы построения чертежа по правилам прямоугольного проецирования, способы соединения деталей и другие требования единой системы конструкторской документации (ЕСКД), а во время практических занятий создают модели деталей и сборочных единиц, оформляют конструкторскую рабочую документацию (РКД).

Согласно ГОСТ 2.103–2013 «Стадии разработки» РКД оформляется на второй стадии разработки конструкторской документации: «Разработка рабочей конструкторской документации». Ей предшествует первая стадия разработки: «Разработка проектной конструкторской документации». Обязательность выполнения стадий разработки и этапов выполнения работ, форму представления конструкторской документации (бумажная и (или) электронная) указывается в техническом задании на разработку. В противном случае стадии разработки конструкторской документации устанавливаются разработчиком самостоятельно. Первая стадия состоит: из проработки технического предложения, эскизного проекта и технического проекта. Номенклатура видов документов, разрабатываемых на каждом этапе определена ГОСТ 2.102. При выполнении работ технического проекта обязательными конструкторскими документами являются: чертеж общего вида (ВО), ведомость технического проекта (ТП), пояснительная записка (ПЗ).

В курсе графических дисциплин студенты второго и третьего курсов работают с чертежом общего вида, поэтому им необходимо научиться читать такие чертежи для разработки рабочей конструкторской документации. При выполнении курсовых, выпускных работ бакалавра и магистра студенты сами разрабатывают конструкцию проектируемого изделия, оформляют проектную конструкторскую документацию, в том числе и ВО.

Чертеж общего вида – это конструкторский документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы сборочной единицы

Учебная графическая работа, которую должны выполнить студенты по дисциплине «Инженерная графика», состоит из следующих заданий:

1. По чертежу общего вида сборочной единицы, включающей зубчатые соединения, например, Редуктор, Насос, Механизм ручного привода и прочее, определить принцип работы и конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и геометрию деталей.

2. Разработать электронные геометрические модели всех оригинальных деталей.

3. Собрать геометрическую электронную модель обозначенной сборочной единицы из оригинальных и стандартных деталей.

4. Оформить электронные и бумажные конструкторские документы для составных частей сборочной единицы по созданным электронным моделям, в том числе электронная модель сборочной единицы (ЭСБ), спецификацию и сборочный чертеж (СБ).

Существует различные методы чтения чертежей, один из них – детализирование. Сущность данного метода – разработка чертежей деталей и сборочных единиц по чертежу общего вида какой-либо конструкции. Детализирование включает все этапы, связанные с чтением и разработкой чертежей: полное отображение формы деталей, простановку размеров, значений шероховатости поверхностей, технических требований. Чтение ВО требует от студентов знаний по ЕСКД и умений применять требования стандартов для выполнения конкретной работы, в том числе:

- отчетливо представлять сущность способа прямоугольного проецирования; знать требования ГОСТ 2.305, чтобы научиться читать чертежи, так как изображения на ВО выполняются по правилам, основанным на свойствах параллельного ортогонального проецирования;

- знать правила и назначение линий, применяемых на чертежах, которые регламентирует ГОСТ 2.303;

- знать правила нанесения размеров на чертежах и моделях изделий, значений шероховатости поверхностей и технических требований, изложенные в соответствующих стандартах ЕСКД.

Чтение чертежей эффективнее осуществлять, используя классификацию деталей по различным признакам. Например, выявление типовых деталей в зависимости от их формы с учетом способа изготовления. Детали, ограниченные плоскостями, можно отнести одной группе; к другой – детали, ограниченные поверхностями вращения, следующая группа – это детали, изготавливаемые из профильного проката.

Информация графическая и текстовая, представленная на чертеже общего вида, необходима студентам младших курсов для разработки рабочей конструкторской документации:

- для деталей на этой стадии разрабатывается электронная модель детали и чертеж детали;

- для сборочных единиц – ЭСБ, спецификация и СБ.

Электронная модель детали является конструкторским документом, содержащим не только электронную геометрическую модель детали, но и требования к ее изготовлению и контролю: предельные отклонения размеров, шероховатость поверхностей и другие в соответствии с требованиями ГОСТ 2.052–2021.

Электронная модель сборочной единицы – это конструкторский документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки и контроля. При создании модели сборки студенты пользуются стандартными и типовыми деталями из электронной библиотеки графической системы проектирования КОМПАС [2].

Таким образом, студенты третьего курса, обучающиеся по направлению конструкторско-технологической подготовки производства, способны создать конструкторские документы второй стадии разработки изделия – это спецификация, СБ и (или) ЭСБ, чертеж детали и электронная модель детали. Учебная деятельность студентов младших курсов по моделированию несложных изделий и оформлению конструкторских документов обеспечивает их базисный уровень подготовки в области инженерно-графической деятельности и подготавливает студентов не только для дальнейшей деятельности по выполнению курсовых и дипломных проектов, но и будущей профессиональной деятельности [3].

Студенты четвертого курса при выполнении выпускной работы разрабатывают непосредственно конструкцию сборочной единицы и создают необходимые конструкторские документы, характерные для первой стадии разработки изделий – проектную документацию: ведомость технического проекта и чертеж общего вида по разработанным электронным моделям.

Образовательный процесс, организованный подобно работе конструкторского отдела промышленного предприятия, создает для студента условия, близкие к реальным. Такой подход позволяет формировать положительное отношение к профессии, что в свою очередь влияет на эффективность учебной деятельности студентов. Кроме такого, исследования ученых говорят о том, что технологии и методы обучения влияют на отношение студентов к своей будущей профессии [4].

Список литературы

1. Ушинский, К. Д. Проблемы педагогики / К. Д. Ушинский. – М.: Изд-во УРАО, 2002. – 592 с.
2. Гарабажиу, А. А. Использование библиотек системы компас-график при создании учебных чертежей сборочных единиц / А. А. Гарабажиу, Д. В. Клоков, Д. В. Жук // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы : материалы Междунар. науч.-практич. конференции (19 апреля 2023 г.). – Новосибирск, 2023. – С. 43–48.
3. Иванцовская, Н. Г. Оптимизация учебного процесса в курсе инженерной графики / Н. Г. Иванцовская, Б. А. Касымбаев // Журнал естественнонаучных исследований. – Москва, 2021. – Т.6, – №4. – С. 31–35.
4. Реан, А. А. Психология и педагогика / А. А. Реан, Н. В. Бордовская, С. И. Розум. – СПб.: Питер, 2007. – 432 с.

УДК 004.08

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ КАК ЭЛЕМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

М. В. Киселева, ст. преподаватель,
Е. З. Зевелева, канд. техн. наук, доцент

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Ключевые слова: электронный журнал, инженерная графика, GoogleClassroom.

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения электронного журнала учета успеваемости студентов на базе сервиса GoogleClassroom.

Электронный журнал уже давно нашел свое применение в рамках школьного образования. Однако в высшей школе такая практика применяется не везде. Присутствуя на организационных встречах с родителями абитуриентов, мы не раз слышали вопрос о возможности контролировать успеваемость начинающих студентов с помощью электронного журнала. Обеспокоенность родителей понятна. Вчерашним школьникам сложно перестроится и самим контролировать свою успеваемость, так как даже рукописный журнал в университетах у каждого преподавателя свой, в отличие от школы.

Так как в нашем университете нет специализированного общего сервиса по ведению электронного журнала, было принято решение на ряду с журналами на бумажном носителе вести учет успеваемости по дисциплинам «Инженерная графика», «Начертательная геометрия и машинная графика» в соответствующих курсах Classroom, сформированных отдельно для каждой специальности. В сервисе GoogleClassroom есть возможность создать журнал с помощью Google таблиц (рисунок 1), сформировав страницу журнала согласно специфике каждой дисциплины. Также преподаватель может делать любые пометки цветом, для повышения наглядности отображаемой информации. В соответствии с учебными планами по «Инженерной графике», «Начертательной геометрии и машинной графике» расчетно-графические работы содержат большое количество заданий, и не все студенты могут вовремя отслеживать сроки сдачи, особенно это актуально для представления текущей аттестации. В этой ситуации большую помощь оказывает электронный журнал.

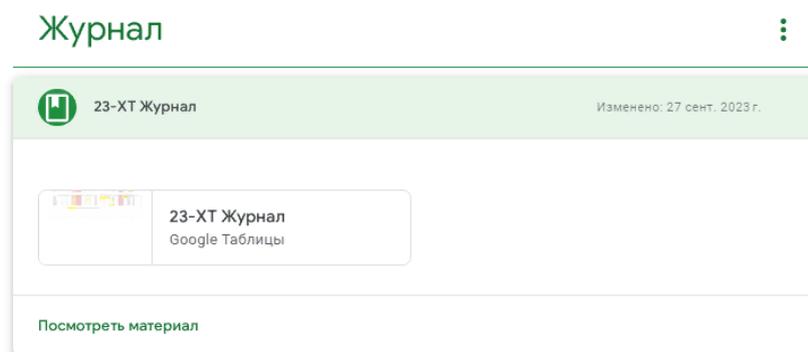


Рисунок 1 – Пример вида журнала в GoogleClassroom

Надо отметить, что данную практику мы ввели несколько лет назад. И за это время смогли убедиться в удобстве и эффективности применения электронного журнала. Выполняя проверочные работы, студент всегда имел возможность узнать отметку сразу после проверки, не дожидаясь занятия по расписанию. Мы провели опрос среди студентов, где поинтересовались «Помогал ли электронный журнал контролировать Вам успеваемость?» и «Хотели бы Вы применения электронного журнала по всем предметам?», на что получили 100% утвердительные ответы.

Таким образом, электронный журнал позволяет повысить самоконтроль студентов, а значит и качество образования. Мы и дальше продолжим данную практику, совершенствуя и дополняя ее, однако хотелось бы применения

и постепенного внедрения специального сервиса, удовлетворяющего потребностям времени. Согласно Концепции информатизации системы образования Республики, Беларусь на период до 2020 года одним из важных направлений информатизации системы управления является разработка, внедрение республиканских информационно-аналитических систем и единой системы электронного документооборота. Данное направление проекта предполагает внедрение онлайн решений по предоставлению различных информационных сервисов (электронного журнала, дневника, расписания занятий), что позволяет создать основу для перехода на систему электронного документооборота в учреждениях образования, снизить затраты на построение и сопровождение локальных информационных инфраструктур и баз данных [1].

Список литературы

1. **Свиридович, С. В.** Онлайн-сервисы «электронный дневник/электронный журнал» / С. В. Свиридович, Н. В. Кочетов // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: материалы 15-го Международного научного семинара, проводимого в рамках 17-й Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике», 24-25 января 2019 года, город Минск, Республика Беларусь / Белорусский национальный технический университет. – Минск: Право и экономика, 2019. – С. 133–135.

УДК 004.92

MAPLE КАК ИНСТРУМЕНТ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Е. В. Кузьмина, ст. преподаватель,
Е. А. Максимчук, студент

*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

Ключевые слова: визуализация геометрических тел, Maple, преподавание математических дисциплин.

Аннотация. Компьютерная визуализация 3D объектов с помощью Maple.

На современном этапе развития науки высшее профессиональное образование немислимо без информационных технологий и электронных образовательных ресурсов.

Одним из направлений использования информационных технологий в математике является возможность визуализации двухмерных и трехмерных объектов. Наглядность любого материала, повышает усвоение этого материала. Действительно, визуальная информация воспринимается лучше и быстрее, чем звуковая и сохраняется в памяти на более длительный срок. Кроме того, в курсе аналитической геометрии и в курсе математического анализа встречаются такие материалы, для подачи которых недостаточно только одного рисунка.

Такой материал вызывает сложности восприятия, и, в первую очередь, у студентов с плохо развитыми пространственными представлениями.

Для реализации наглядного подхода может использоваться цифровой контент (видео, анимации, изображения), что позволяет сформировать у учащихся верные представления о геометрических фигурах и их свойствах.

Среди компьютерных систем, способных осуществлять типовые алгебраические преобразования есть такие, которые можно использовать для решения геометрических задач, визуализации этого решения, визуализации 2D и 3D объектов. Одной из таких систем является система компьютерной алгебры Maple.

Пакет аналитических вычислений Maple является мощным инструментом решения математических проблем [1]. Это продукт компании Waterloo Maple, которая с 1984 года выпускает программные продукты, ориентированные на сложные математические вычисления, визуализацию данных и моделирование. Maple обладает развитыми графическими средствами, имеет собственный язык программирования, чем-то напоминающий Паскаль.

Maple предоставляет широкий спектр возможностей для решения математических задач, позволяет находить решения уравнений, интегрировать функции, находить пределы и производные функций и многое другое. Также Maple предоставляет интерактивную среду, в которой можно вводить команды и наблюдать результаты непосредственно. Это позволяет быстро проверять и отлаживать код, визуализировать результаты, осуществлять действия с изображением.

Стоит добавить, что Maple имеет интуитивно понятный интерфейс и простой синтаксис, что делает его доступным для новичков. Эти качества делают Maple мощным инструментом для математических вычислений.

Для изображения поверхностей в Maple используется команда `plot3d`. Эта команда может изображать поверхности, заданные явно (в виде графика функции двух аргументов) и параметрически. Необходимость визуализации геометрических тел возникает, например, в курсе математического анализа при вычислении тройных интегралов.

Предположим, необходимо изобразить графически тело, ограниченное поверхностями

$$z = x^2 + 2y^2, y = \sqrt{x}, y = x^3, x = 1, z = 0.$$

Воспользуемся командой:

```
> plot3d(x^2+2*y^2, y = x^3 .. sqrt(x), x = 0 .. 1, filled = true, axes = normal, grid = [20, 20]).
```

Программа позволяет вращать построенную модель на экране, что дает хороший обзор. Различные ракурсы, изображаемого тела, можно увидеть на рисунке 1. Подача материала в таком виде уже более наглядна.

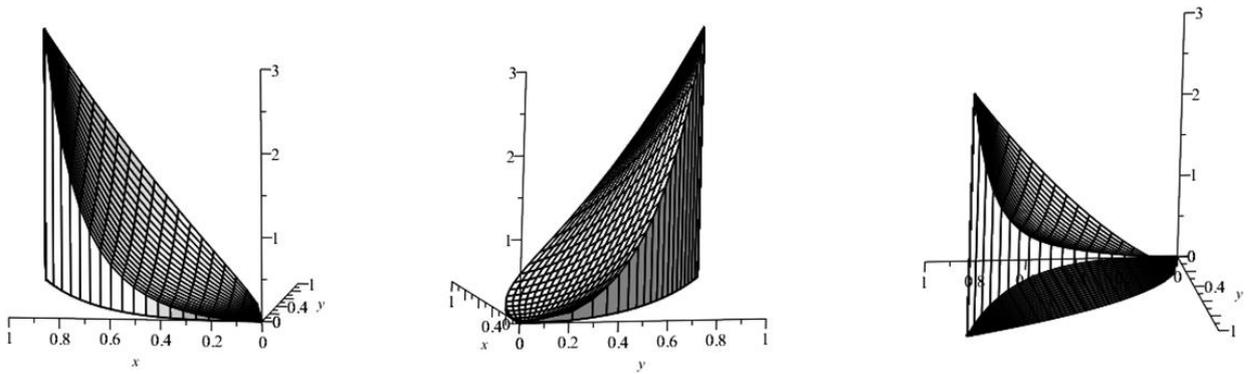


Рисунок 1 – Различные ракурсы изображаемого тела

Для сравнительного анализа можно изменить параметры. Так, например, если строить тело, ограниченное поверхностями

$$z = x^2 + 2y^2, y = \sqrt{x}, y = 0.5x^3, x = 1, z = 0,$$

то команда:

```
> plot3d(x^2+2*y^2, y = 0.5*x^3 .. sqrt(x), x = 0 .. 1, filled = true, axes = normal, grid = [20, 20])
```

позволит увидеть следующий результат, представленный на рисунке 2.

Это лишь некоторые примеры визуализации геометрических тел в среде Maple. Подобная визуализация, безусловно, должна использоваться в ходе преподавания математических дисциплин. Кроме того, существует возможность создавать видео вращения компьютерной модели, чем может воспользоваться преподаватель при подготовке учебного материала.

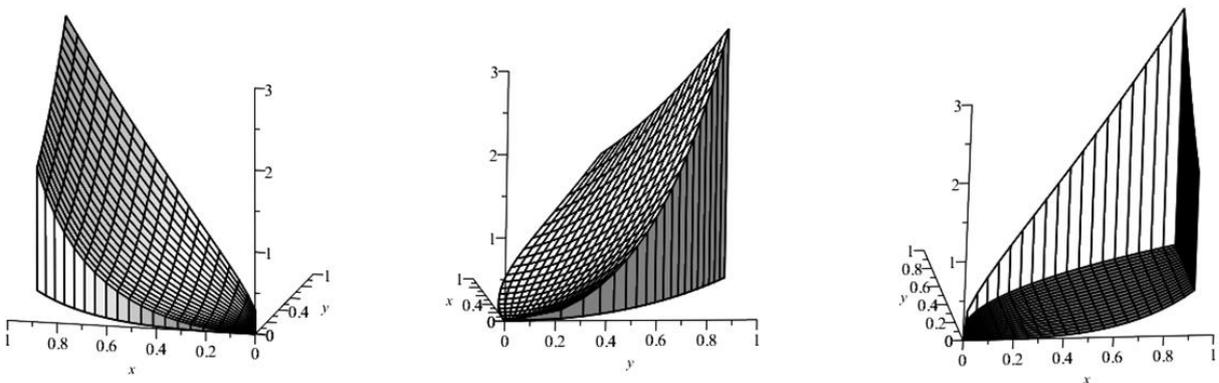


Рисунок 2 – Различные ракурсы измененного тела

Список литературы

1. Говорухин, В. Н. Введение в Maple. Математический пакет для всех / В. Н. Говорухин, В. Г. Цыбулин. – М. : Мир, 1997. – 208 с.

АНАЛИЗ ОПЫТА РАБОТЫ С BIM-СИСТЕМОЙ RENGA ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ АЭРОВОКЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

С. Ю. Куликова, ст. преподаватель,

П. С. Сеницын, студент

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: модель здания, аэровокзальный комплекс, функционал и интерфейс программы RENGA.

Аннотация. В статье рассматривается воплощение идеи создания аэровокзального комплекса с помощью программы RENGA, выполняется анализ опыта работы с BIM-системой RENGA, осуществления и сложности визуализации здания.

Не раз отмечалось, что научно-техническая конференция играет важную роль для подготовки качественных специалистов в процессе обучения студентов ВУЗов [1, 2, 3]. Для получения результата формулируется идея проекта, ставятся задачи, собирается и прорабатывается материал, анализируются данные и делаются выводы [4].

При выборе темы проекта к студенческой научно-технической конференции НГАСУ (Сибстрин) были поставлены цели: спроектировать общественно-значимый объект для новых российских субъектов, чтобы его возведение открывало возможности создания новых рабочих мест и застраивания территории зданиями, соответствующими современным требованиям.

После изучения необходимых для реализации идеи информационных ресурсов [5] была начата работа.

Идея сооружения заключалась в конструкции с использованием криволинейных поверхностей, оформлении стеклянной лицевой стены, что позволило бы максимально осветить внутреннее пространство в дневное время и придать зданию аэровокзала визуальную легкость.

Для осуществления идеи проекта была выбрана BIM-система RENGA, так как студенты 2-го курса уже выполняли модели и архитектурно-строительные чертежи здания в этой программе, то есть были с ней знакомы.

RENGA – российская BIM-система для комплексного проектирования. Вся создаваемая в программе документация соответствует нормативно-технической, используемой в России. Созданная информационная модель объекта строительства используется на всем его жизненном цикле [6, 7].

При работе в программе использовались каталоги программы, которые помогли определить материалы и представить, как будет выглядеть здание (рисунки 1 и 2).

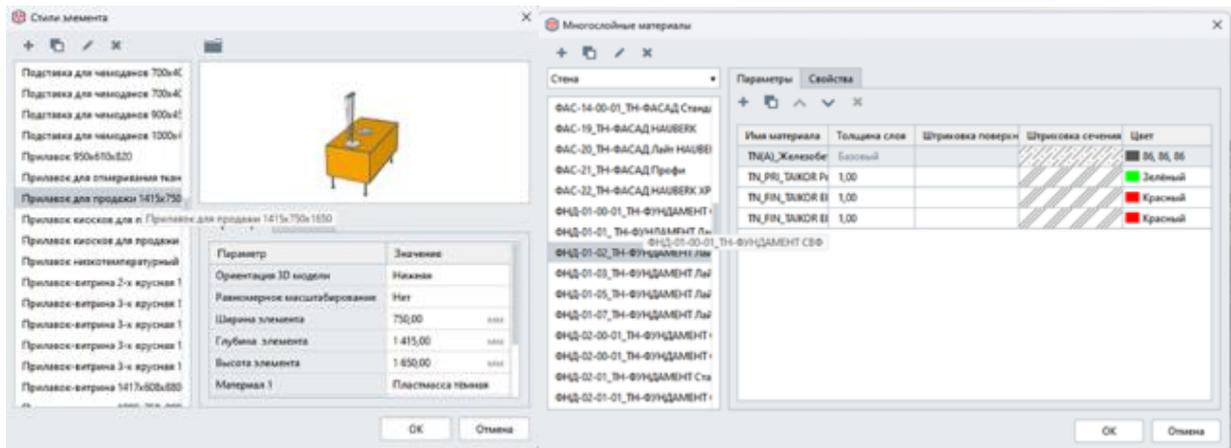


Рисунок 1 – Каталоги стилей элементов и многослойных материалов

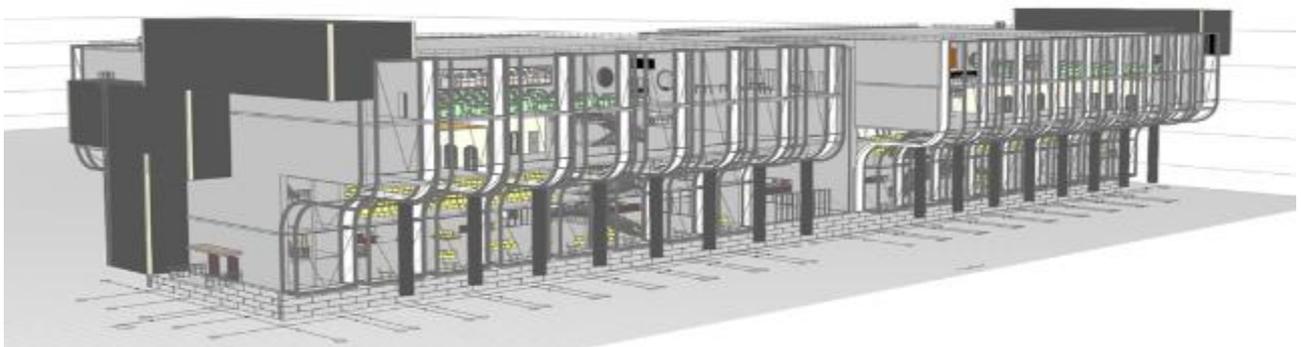


Рисунок 2 – Работа над моделью здания аэровокзала в программе Renga

В стилях балки использовались элементарные фигуры. После создания эскиза при помощи такого же стиля балки был создан объем здания (рис. 3).

После создания объема выделяется контур здания для дальнейшего конструирования при помощи инструмента «автолиния». После нанесения линий можно скрыть фигуры и увидеть контуры здания. При помощи создания балки по линии был создан первоначальный каркас здания (рис. 4).

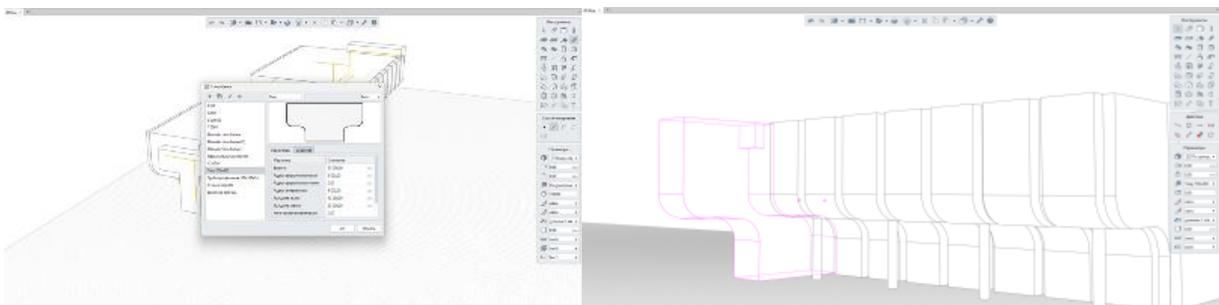


Рисунок 3 – Инструмент «Стили балки» и создание объема здания

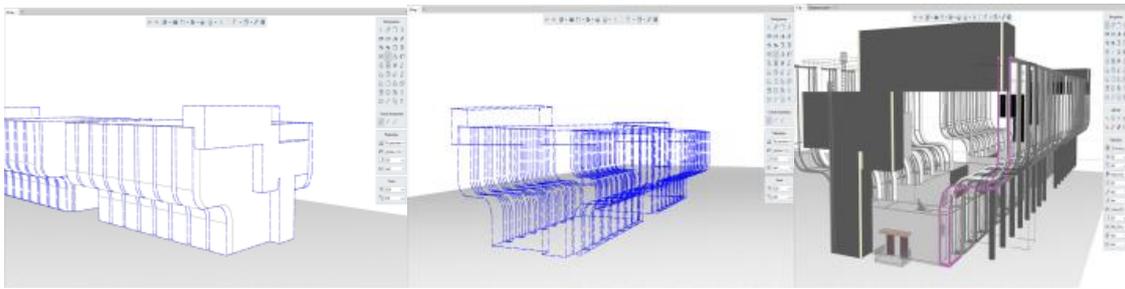


Рисунок 4 – Выделение контура и создание каркаса здания аэровокзала

При создании остекления оказалось невозможным поставить стекло на балку. Проблемы, возникшие при выполнении остекления здания:

- а) из-за неправильной формы стены остекление не встает в паз;
- б) изогнутое остекление создается в сборках и при разборке конструкции остекление пропадает (рис. 5).

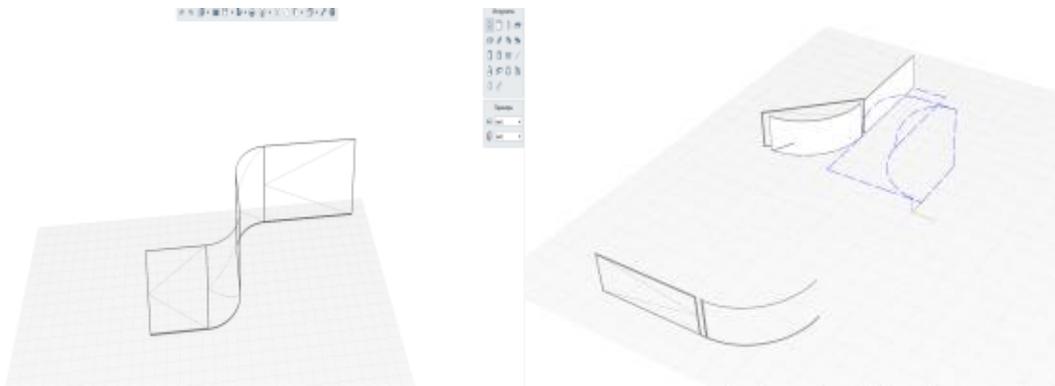


Рисунок 5 – Проблема создания остекления

Проблему установки остекления удалось решить использованием основания в виде стены. Программа дает возможность установить остекление на стену высотой в несколько миллиметров.

В программе Renga по законченной модели были выполнены чертежи планов 1-го, 2-го, 3-го и 4-го этажей здания аэропорта (рисунок 6).

Из множества программ для визуализации проекта благодаря возможности выбора материала изделия, большого каталога предметов, возможности создания рендера видео/фото была выбрана Twinmotion.

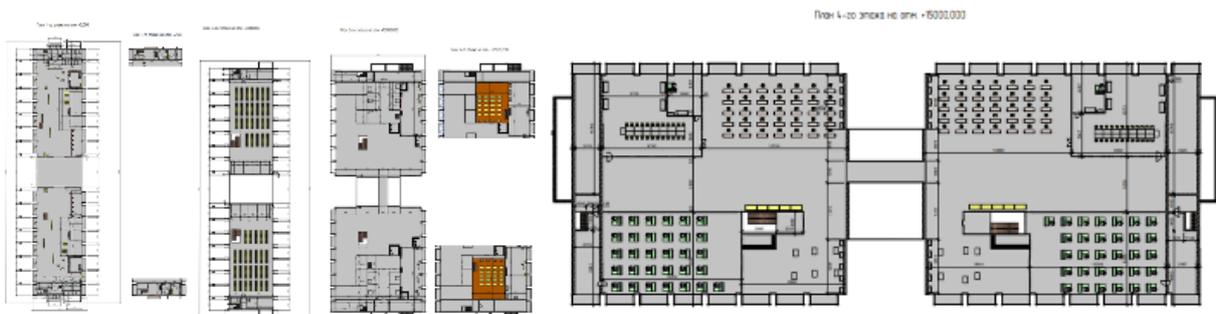


Рисунок 6 – Планы этажей здания аэровокзала

На данном этапе возникли следующие проблемы:

1) для выполнения визуализации необходим компьютер большой мощности;

2) сложности экспорта объектов из программы Renga:

– при переносе здание переносится одним общим элементом, разобрать и выделить какие-либо отдельные элементы невозможно;

– при выборе материала выбираются все детали, имеющие одинаковую структуру;

– при добавлении различных каталогов с сайта Renga программа долго грузится и иногда просто закрывается.

В результате при выполнении визуализации пришлось «пожертвовать» материалом «стекло» (рисунок 7).

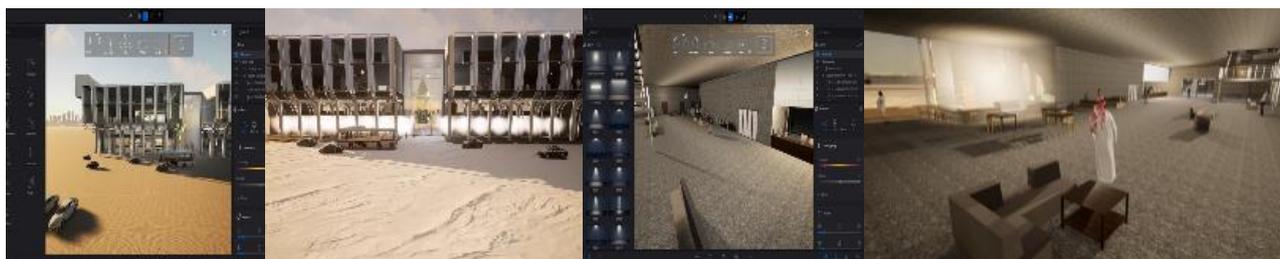


Рисунок 7 – Визуализация экстерьера и интерьера аэровокзального комплекса

Несмотря на возникшие сложности при использовании функционала при работе над проектом, мы выделили несколько преимуществ программы Renga:

1) все части проекта взаимосвязаны. Перед исполнителем – единая система, которая реагирует на малейшие изменения параметров;

2) в панели свойств инструментов можно внести данные об используемых материалах и конструкциях: древесине, ЖБИ, колоннах, композитных балках, что позволяет передавать цвет и текстуру;

3) работать над проектом можно целой командой. Такой подход позволяет оптимизировать процесс согласования проекта на разных уровнях, а также выстроить в команде доверительные отношения;

4) интерфейс программы позволяет использовать ее как в учебных, так и в профессиональных целях.

Список литературы

1. Куликова, С. Ю. Конференция как важная форма организации научно - исследовательской деятельности студентов и школьников / С. Ю. Куликова, В. А. Власов, Е. А. Нетесова, А. Е. Щербинина // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 24 апреля 2020 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2020. – С. 157–161.

2. Куликова, С. Ю. Применение гиперболических поверхностей при возведении уникальных зданий / С. Ю. Куликова, А. О. Сабанова, И. Г. Ткаченко, К. А. Третьякова // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 20 апреля 2018 г., Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / М-во науки и высшего образования Российской

Федерации, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин), М-во образования Республики Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т ; отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2018. – С. 189–195.

3. **Сосина, Л. В.** Роль научно-исследовательской деятельности студентов в процессе освоения образовательной программы / Л. В. Сосина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – 2016. – № 6. – С. 31–33.

4. Проектная и исследовательская деятельность учащихся. – Режим доступа: https://infourok.ru/proektnaya_i_issledovatelskaya_deyatelnost_uchaschihsya_-574687.htm. – Дата доступа: 03.04.2024.

5. Статья 48 ГрК РФ. Архитектурно-строительное проектирование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zakonrf.info/gradostroitelny-kodeks/48>. – Дата доступа: 03.04.2024.

6. RENGA/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rengabim.com/>. – Дата доступа: 03.04.2024.

7. Renga BIM/ youtube [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/@RengaBIM>. – Дата доступа: 03.04.2024.

УДК004.94

ПРОЕКТИРОВАНИЕ 3D МОДЕЛИ КУЗОВА ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В. А. Лодня, канд. техн. наук, доцент

*Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Ключевые слова: поверхности свободной формы, 3D-модель, технология T-Spline, высокоскоростной железнодорожный транспорт.

Аннотация. Рассматривается концепция проектирования кузова высокоскоростного железнодорожного транспорта с применением технологии моделирования T-Spline.

Создание поверхностей современных транспортных средств представляется трудоемкой задачей при использовании только стандартных методов моделирования поверхностей. Корпусные поверхности транспортных средств зачастую представляют собой поверхности свободной формы (freeform surface). Инструментарий создания данного класса поверхностей основан на применении технологии T-Spline, использующей принципы технологи NURBS (неоднородный рациональный B- Spline) и поверхности подразделения (subdivision surface) [1]. В данном случае моделирование ведется, базируясь на поверхностях, отличных от канонических, и обеспечивает создание моделей произвольной формы с помощью непосредственного манипулирования в реальном режиме времени.

Цель данной работы – концептуальное проектирование 3D модели кузова высокоскоростного железнодорожного транспортного средства с применением технологии T-Spline, обеспечивающей получение поверхностей класса

А, имеющих гладкость не ниже G2. Непосредственно моделирование велось в Autodesk Inventor 2022 на базе контурного представления транспортного средства. Моделирование происходило на основе одного из формообразующих замкнутых тел произвольной формы (параллелепипед), которое наиболее приближено к геометрии транспортного средства с помощью интегрированных инструментов для изменения формы (рисунок 1). Выбирая фильтр конкретного типа геометрии для редактирования (точка, ребро, грань, тело) и задавая геометрический параметр изменения величины деформации по осям с учетом степеней свободы и необходимой точности, происходило формирование 3D модели кузова, используя возможности T-Spline. В процессе моделирования возникала необходимость в разделении существующих сегментов поверхностей и создании дополнительных точек и ребер для повышения управляемости качеством редактируемых поверхностей. Инструментарий приложения предоставляет достаточную свободу моделирования произвольных форм с учетом требований к поверхностям класса А, что определяет дизайн транспортного средства и его аэродинамические характеристики.

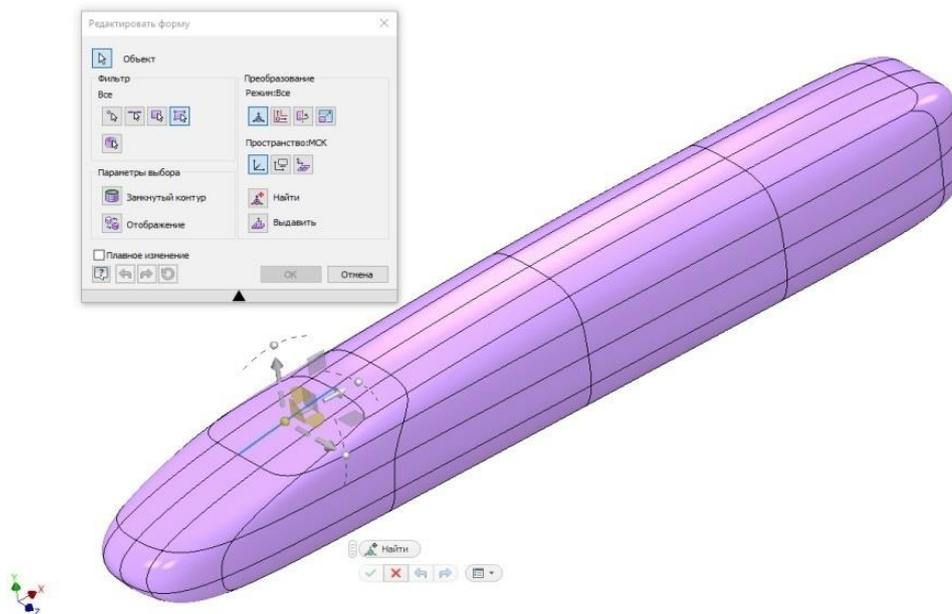


Рисунок 1 – Процесс редактирования формообразующего тела высокоскоростного железнодорожного транспортного средства

В процессе проектирования кузова осуществлялся анализ непрерывности поверхности кузова по так называемой «Зебре» для минимизации скачков и обеспечения качества переходов соседних поверхностей (рисунок 2).

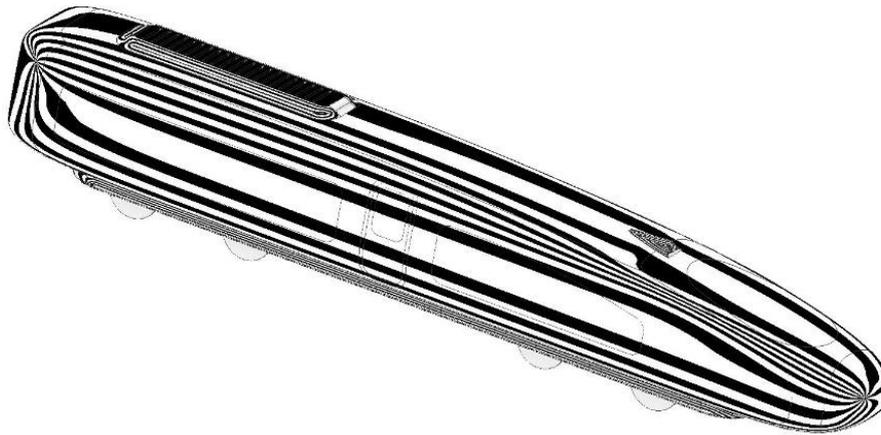


Рисунок 2 – Анализ качества поверхности кузова транспортного средства

Следующим этапом проектирования определялся дизайн-проект высокоскоростного транспортного средства (рисунок 3) с проработкой конструктивных особенностей. Данная 3D модель в последующем передается для анализа и оптимизации аэродинамических характеристик в программном комплексе ANSYS Discovery Live с возможностью оперативного редактирования формообразующей геометрии кузова.

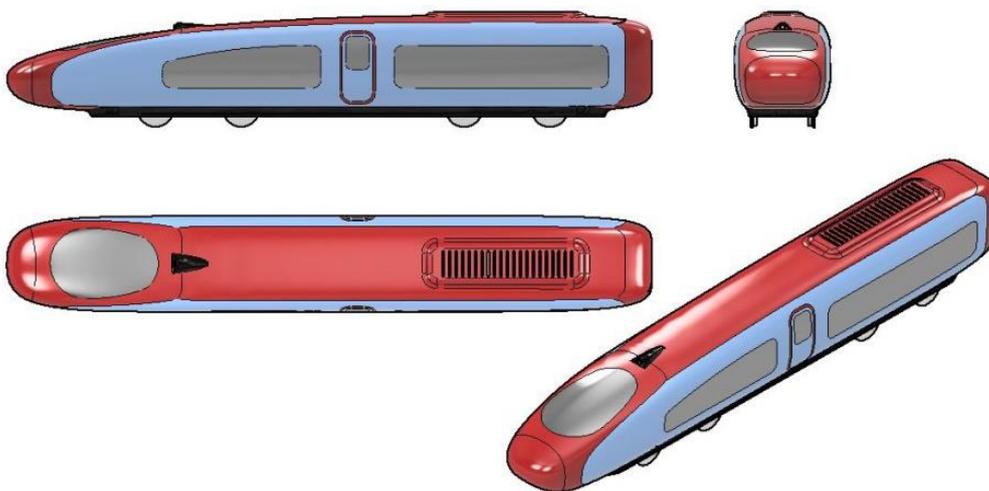


Рисунок 3 – Проект высокоскоростного железнодорожного транспортного средства

Таким образом, приведенная выше методика использования технологии создания и редактирования произвольной формы позволяет вести проектирование сложных корпусных поверхностей транспортных средств с детальной проработкой качества поверхностей на начальном этапе создания.

Список литературы

1. Голованов, Н. Н. Геометрическое моделирование / Н. Н. Голованов. – Москва: Изд-во физ.-матем. литературы, 2002. – 472 с.

2. **Пегов, Д. В.** Устройство и эксплуатация высокоскоростного наземного транспорта : учебное пособие / Д. В. Пегов, А. М. Евстафьев, А. С. Мазнев. – Москва : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 267 с.

УДК 004.92

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Л. А. Максименко, канд. техн. наук, доцент

*Новосибирский государственный технический университет (НГТУ-НЭТИ),
г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: компьютерная графика, проектная деятельность, NanoCAD, учебная программа, ЕСКД, СПДС, инженерная графика, проектные разработки

Аннотация. В данной работе рассматривается использование компьютерной графики в проектной деятельности с применением программного комплекса NanoCAD. Исследуется влияние учебных программ на освоение студентами стандартов ЕСКД и СПДС в области инженерной графики. Особое внимание уделяется процессу проектирования и разработки проектов ОПС с использованием современных технологий в области компьютерной графики.

В настоящее время особую актуальность получает изучение информационного пространства, которое стремительно наполняется огромным количеством данных, значительную часть которых занимает графическая информация. Методы и средства ее создания, обработки и визуализации различны и многообразны. Развитие компьютерного оборудования и искусственного интеллекта добавили еще одно направление – генеративные изображения, созданные нейросетями. В условиях информационной насыщенности графика становится неотъемлемой частью коммуникации и играет ключевую роль в современном медиа и образовательном пространстве, обеспечивая удовлетворение потребностей в визуальном восприятии и активном взаимодействии с информацией. Известно также, что изображения легче усваиваются и лучше запоминаются человеческим мозгом, что называется «эффектом превосходства изображения». В образовательных программах бакалавриата учебные дисциплины, направленные на изучение основных положений инженерной графики и графического дизайна, в большинстве случаев присутствуют. В учебном процессе по различным специальностям и дисциплинам значительную роль играет графика, что отражено в различных курсах, таких как: «Графическое моделирование», «Графика и визуализация данных», «Основы проектной графики», «Графика и иллюстрация», «Основы компьютерной графики» и др. Эти курсы отражают многообразие областей, в которых графика является важным инструментом, и демонстрируют, как она интегрируется в учебный процесс по различным специальностям [1–4].

Для инженерно-технических специальностей на первом курсе чаще всего проводится курс «Компьютерная графика», в рамках которого рассматривают следующие темы: 3D моделирование на базе специализированных программ для

компьютерного проектирования, таких как AutoCAD, SolidWorks, Компас, NanoCAD и др.; визуализация, для лучшего понимания и отображения моделей; анимация, демонстрирующая работу механизмов, процессов или функциональности технического устройства; инженерное документирование. Применение проектной технологии обучения, основанной на поэтапном планировании и выполнении все более сложных практических задач с использованием современной компьютерной техники, значительно повышает эффективность решения графических задач и разработки конструкторской документации. Примером этому служит внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР), которые обеспечивают процесс проектирования с применением инструментов компьютерной графики, встроенных в пакет программного обеспечения, связанных с профессиональной деятельностью. Таким образом, учебная дисциплина «Компьютерная графика» может рассматриваться как важная технологическая составляющая в подготовке к проектной деятельности в производственной сфере.

NanoCAD Engineering BIM, созданный компанией Nanosoft, представляет собой несколько специализированных инструментов, разработанных на принципах базового открытого BIM-проектирования. Благодаря возможности экспорта в стандартные форматы IFC, информационные модели инженерных систем, разработанные в nanoCAD Engineering BIM, могут быть легко интегрированы с общей информационной моделью проектируемого объекта на любой платформе BIM.

Рассмотрим возможности применения ПО NanoCAD в учебном процессе. ПО NanoCAD предлагает бесплатную версию 2D и 3D проектирования для студентов и преподавателей, увеличивая тем самым число пользователей своей платформы, поддерживает формат DWG и др., обладает широким набором функций и инструментов, может использоваться для создания чертежей, планов, схем, моделей и т. д. Доступность и открытость модуля NanoCAD СПДС, в котором реализованы все правила создания и оформления чертежей на базе ГОСТов ЕСКД, позволяет внести в учебный процесс элементы проектной деятельности в части разработки, подготовки и оформления инженерно-технической документации. Функционал модуля СПДС представлен на рисунке 1.

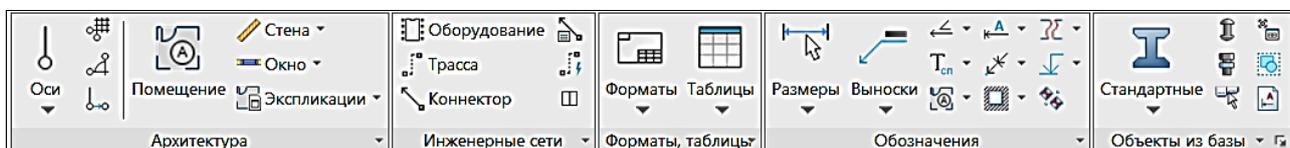


Рисунок 1 – Функционал модуля СПДС

Программный комплекс nanoCAD Инженерный BIM предназначен для автоматизированного проектирования:

- внутреннего электроосвещения (комплект марки ЭО);
- наружного электроосвещения (комплект марки ЭН);
- пожарной сигнализации (комплект марки ПС);
- охранной сигнализации (комплект марки ОС);
- систем видеонаблюдения (комплект марки ВН);

- систем оповещения (комплект марки СОУЭ);
- систем контроля и управления доступом (комплект марки СКУД);
- структурированные кабельные системы (комплект марки СС);
- систем внутреннего водоснабжения и канализации (комплект марки ВК);
- систем отопления (комплект марки О);
- систем вентиляции (комплект марки В).

После изучения базового функционала системы, обучаемым предоставляется возможность создания проекта, тематическая направленность которого обусловлена выпускающей кафедрой.

В настоящее время автором проводится разработка учебных материалов по организации проектной работы в рамках модуля ОПС. Функционал модуля ОПС представлен на рисунке 2.

В состав проекта входит размещение оборудования пожарной сигнализации, охранной сигнализации, систем видеонаблюдения, систем оповещения, систем контроля и управления доступом на поэтажных планах зданий; создание текстовой документации. В практической части курса разработаны типовые упражнения, на основе которых обучаемые подготавливают индивидуальные решения. На рисунке 3. представлен фрагмент проектной документации на функциональной панели «Менеджер проектов».

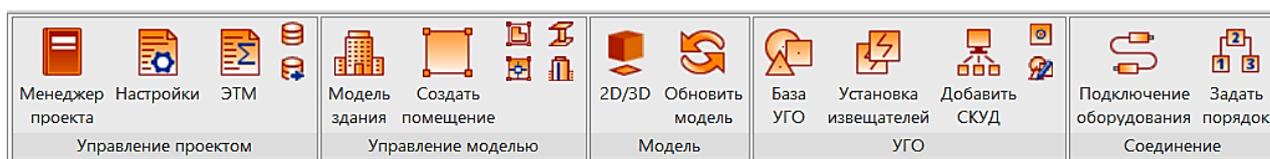


Рисунок 2 – Функционал модуля ОПС

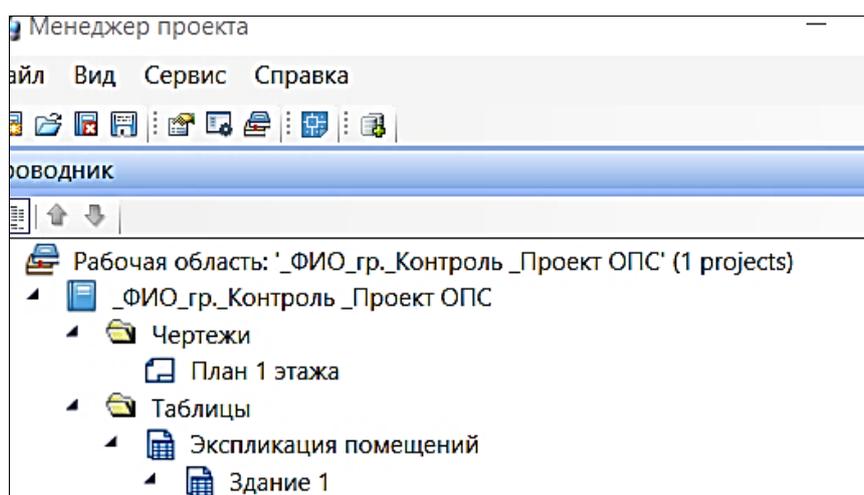


Рисунок 3 – Фрагмент открытого проекта

Таким образом, использование современных CAD систем в рамках изучения курса «Компьютерная графика» способствует повышению творческого потенциала студентов, приближая их к профессиональной деятельности, сближая теорию с практикой, делает учебный материал более доступным и реалистичным.

Список литературы

1. **Насташук, Н. А.** Компьютерная графика как технологическая составляющая проектно-конструкторской деятельности инженера железнодорожного транспорта / Н. А. Насташук, Д. В. Тарута // ОТО. – 2013. – №2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternaya-grafika-kak-tehnologicheskaya-sostavlyayuschaya-proektno-konstruktorskoy-deyatelnosti-inzhenera-zheleznodorozhnogo>. – Дата доступа: 20.04.2024.

2. **Максименко, Л. А.** К вопросу изучения строительной документации в курсе инженерной графики / Л. А. Максименко, Г. М. Утина // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, Новосибирск-Брест, 24 апреля 2020 года. – Новосибирск-Брест, учреждение образования «Брестский государственный технический университет», 2020. – С. 170–173. – EDN EWGGKC.

3. **Раклов, В. П.** Инженерная графика / В. П. Раклов, Т. Я. Яковлева, В. П. Раклов. – Москва : Инфра-М, 2020. – 305 с.

4. **Максименко, Л. А.** Практические аспекты применения технологий информационного моделирования для технической инвентаризации объектов капитального строительства / Л. А. Максименко, И. Э. Аленин // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2023. – № 3. – С. 77–83. – DOI 10.33764/2687-041X-2023-3-77-83. – EDN STYAEN.

УДК 004.94

ОСНОВЫ ТЕОРИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ В КОМПАС-3D

О.М. Мицирук, ст. преподаватель,

С.А. Матюх, ст. преподаватель,

В.А. Курант, студент,

В.Г. Шарко, студент

*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

Ключевые слова: 3D-моделирование, параметрическое проектирование, зубчатые передачи, генерация модели, приложение «Валы и механические передачи».

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения приложений графического редактора КОМПАС-3D «Валы и механические передачи 2D» и «Валы и механические передачи 3D» при проектировании и производстве зубчатых передач.

В современном машиностроении зубчатые передачи – одни из наиболее распространенных типов механизмов. Они используются в подавляющем большинстве машин различного назначения. Надежность, долговечность и другие технико-экономические характеристики машины часто в значительной мере определяются качеством зубчатой передачи, входящей в ее состав. Поэтому будущий инженер, будь он конструктором, технологом или специалистом по эксплуатации машин, должен хорошо понимать особенности зубчатых передач, знать основы их проектирования и изготовления [1].

Зубчатые передачи незаменимы в буровых установках, двигателях внутреннего сгорания, в заводских станках и конвейерах, в точных приборах и прочих

агрегатах. Принцип передачи усилия методом вращения шестеренок лежит и в брендовых аксессуарах, в частности, в наручных часах. Однако есть нюанс: в этом случае работа зубчатой передачи не требует электрического привода.

Выбирая зубчатые передачи для решения конкретных задач, следует быть внимательным, так как от его характеристики и специфики будет зависеть плавность хода, скорость вращательного момента, плавность работы системы и другие эксплуатационные особенности.

Зубчатая передача – это конструкционный механизм, предназначенный для передачи вращательного движения от вала к валу. Зубчатые передачи используются как самостоятельные агрегаты (редукторы) или входят в другие машины как составные сборочные единицы [2].

Цилиндрические зубчатые передачи применяются для передачи вращательного движения между валами, оси которых находятся параллельно друг другу, а конические – при расположении осей валов под углом.

Зубчатое колесо или шестерня представляет собой поверхность (цилиндрическую или коническую), на поверхности которой нарезаны зубья (рисунок 1).

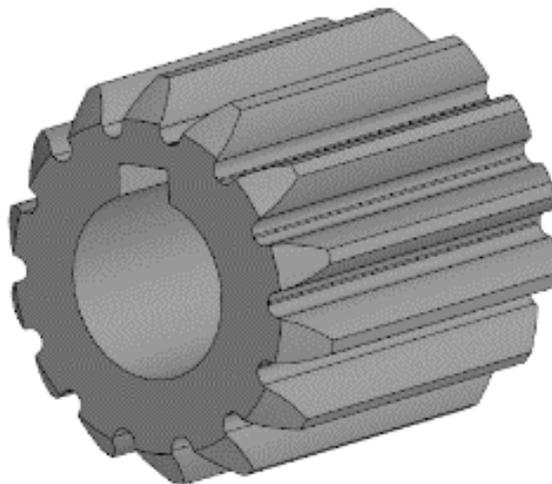


Рисунок 1 – Пример цилиндрического зубчатого колеса

Важной задачей при производстве зубчатых колес является возможность построения высокоточных моделей зубчатых венцов с геометрически корректными поверхностями зубьев (корректных пространственных моделей). 3D-модели применяются для изготовления зубчатых колес на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), для контроля точности их изготовления с помощью средств 3D-измерений, для изготовления учебно-демонстрационных моделей и прототипов опытных образцов. Возможность передачи корректной 3D-модели в программно-вычислительные комплексы, позволяющие подготовить управляющую программу для станка с ЧПУ, облегчает процесс его изготовления и делает возможным изготовление зубчатых колес не только на крупносерийном и массовом производстве. Это связано с тем, что использование дорогостоящих узкоспециализированных зуборезных и зубошлифовальных станков на мелкосерийном и штучном производстве экономически не целесообразно.

Создание корректных 3D-моделей зубчатых колес могут обеспечить приложения графического редактора КОМПАС-3D «Валы и механические передачи 2D» и «Валы и механические передачи 3D», входящие в состав компонента «Механика» [3]. Оба приложения предназначены для параметрического проектирования и создания 3D-моделей деталей типа «тел вращения», а именно: валов; втулок; различных зубчатых, червячных колес; червяков; шкивов ременных передач и др. Приложения предоставляют возможность построения различных конструктивных элементов, таких как шлицы, шпоночные пазы и канавки, резьбовые поверхности, центровые отверстия, канавки и др. Пользователи могут выполнять геометрические и проектные расчеты, расчеты передач на прочность и долговечность, а также оптимизационные расчеты. Результаты расчетов представляются в виде отчетов и могут быть сохранены в любом удобном формате.

Приложение «Валы и механические передачи 2D» позволяет проектировать «тела вращения» в плоскости. Таким образом параметрическое изображение проектируемой детали создается, сохраняется и редактируется непосредственно на чертеже (рисунок 2), а также строить виды, разрезы, сечения, проставлять размеры и др. В последствии генерируется высокоточная 3D-модель (рис. 3).

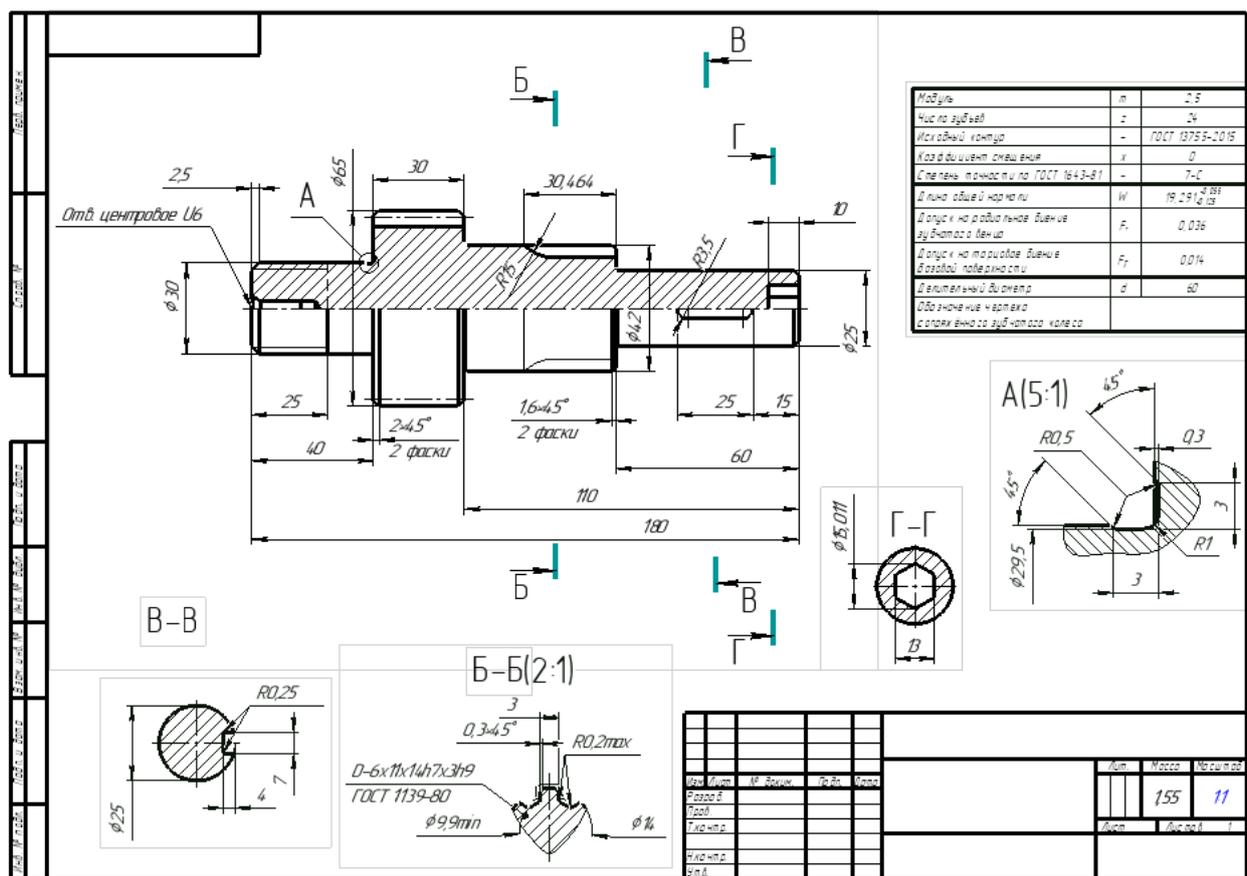


Рисунок 2 – Чертеж вала-шестерни созданного в приложении «Валы и механические передачи 2D»

В приложении «Валы и механические передачи 3D» работы выполняется в пространстве, т.е. создается параметрическая 3D-модель проектируемой детали и в последствии создается чертеж.

Генерация сложных поверхностей в обоих приложениях происходит за считанные минуты.

Приложения «Валы и механические передачи 2D» и «Валы и механические передачи 3D» являются незаменимыми инструментами при проектировании зубчатых передач.

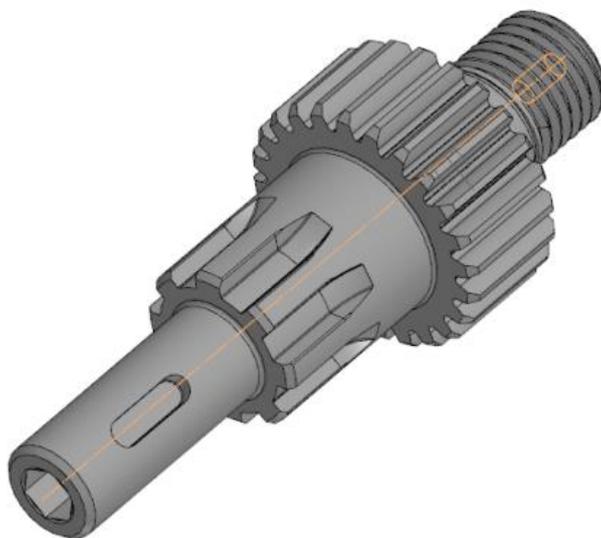


Рисунок 3 – Сгенерированная модель вала-шестерни

Приобретение навыков самостоятельного расчета размеров и прочности отдельных деталей и целых узлов машин и механизмов необходимы студентам технических специальностей не только для последующей работы в проектных организациях, но и для эксплуатации, обслуживания, ремонта основного технологического и вспомогательного оборудования [4]. Современная система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D российской компании АСКОН позволяет расширить знания и умения студентов в расчетах и проектировании механических передач.

Список литературы

1. **Волюшко, Ю. С.** Основы теории и проектирования зубчатых передач: учеб. пособие по дисциплине «Теория машин и механизмов» / Ю. С. Волюшко ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008 – 70 с.
2. **Иванов, М. Н.** Детали машин: Учебник для машиностроительных специальностей вузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. – 12-е изд. испр. – М.: Высш. шк., 2008. – 408 с.
3. **Платонов, Л.** Валы и механические передачи 3D – отлаженный механизм развития машиностроительного проектирования в КОМПАС-3D / Л. Платонов // Стремление. – 2016. – № 1. – С. 52–59.
4. **Талипова, И. П.** Учебное пособие «Расчет и проектирование передач с использованием систем автоматизированного проектирования/ И. П. Талипова, Р. Н. Тазмеева, И. Д. Галимянов – Набережные Челны: изд-во НЧИ КФУ, 2017 – 104 с.

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭКЗАМЕНА ПО ЧЕРЧЕНИЮ НА АРХИТЕКТУРНОМ НАПРАВЛЕНИИ

С. А. Нефедова, ст. преподаватель

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: абитуриент, подготовительные курсы, экзамен по черчению, архитектурное направление.

Аннотация. Представлен опрос студентов архитектурного направления и проанализирована актуальность экзамена по черчению с графической подготовкой абитуриентов на подготовительных курсах.

Более тридцати лет прошло с тех пор, как в школе черчение исчезло из ряда обязательных дисциплин. Да и ни для кого не секрет, что знания по геометрии у современных школьников находятся на крайне низком уровне. Тем не менее, любое направление подготовки (как инженерно-техническое, так и архитектурное) требует знаний по построению чертежа и изображению пространственных решений, в связи с чем в последние годы возникли сложности с качеством обучения студентов различных направлений.

Одним из направлений подготовки НГАСУ (Сибстрин) является архитектурная составляющая на базе Института архитектуры и градостроительства. Подготовка осуществляется по следующим направлениям: архитектура, градостроительство, реконструкция и реставрация архитектурного наследия и дизайн. В рамках работы со студентами данных направлений и абитуриентами в период приемной комиссии поднимались темы о выборе профессиональной деятельности и уровне подготовки. Детальные обсуждения позволили сделать вывод о том, что одни студенты и абитуриенты подходят к своему выбору со всей ответственностью, другие же не отдают себе отчет о сложности и специфике обучения в данной области.

Многие выпускники мечтают стать архитекторами, поскольку эта специальность и по сей день вызывает уважение и является приоритетным направлением подготовки. Но архитектура – это не только наука о строительстве зданий и сооружений, но и искусство создания окружающего нас пространства, которое основано на истории, культуре и национальных особенностях. Выбранная профессия требует от специалиста таких качеств, как терпение, усидчивость, внимательность, стремление к постоянному профессиональному росту. Наряду с этим необходимы также знания технической документации и способность строить чертеж.

Таким образом, для организации последующего успешного процесса образования вузам, осуществляющим подготовку по архитектурным направлениям, было предоставлено право самостоятельно решать данную проблему потенциальных абитуриентов. На основании этого в 2020 году на базе ИАГ НГАСУ

(Сибстрин) было принято решение о введении вступительного экзамена по черчению, в связи с чем возникла необходимость создания подготовительных курсов по этому предмету.

Для организации принятого экзаменационного испытания было проанализировано образовательное архитектурное пространство России. К этому периоду на базе ряда вузов уже был введен экзамен / испытание по черчению, а в других же были только созданы подготовительные курсы. Образовательное пространство разделилось на два основных блока: первое – центральное, включающее в себя вузы Москвы и Санкт-Петербурга, и второе – регионального значения. В каждом из них сложились свои принципы и методики архитектурного образования. Безусловно, в России главными центрами архитектурного образования являются Москва и Санкт-Петербург, но и среди региональных есть сильные университеты, заслуживающие внимания.

На рисунке 1 перечислены самые известные вузы, среди которых находится НГАСУ (Сибстрин).

Москва	Санкт-Петербург	Регионы
МАРХИ МГСУ ГУЗ МНИГАиК МГАХИ МИТУ-МАСИ РУДН РАЖВиЗ Архитектурная школа МАРШ	СПбГАСУ СПбГХПА СПбГУ Санкт-Петербургская академия художеств имени Ильи Репина	КГАСУ КубГУ УрГАХУ ННГАСУ ТНУ НГАСУ (Сибстрин) НГУАДИ ЮФУ

Рисунок 1 – Перечень основных вузов

Затем был определен сегмент сложности вступительного испытания на базе вузов страны. Здесь важно было учесть особенности нашего региона и требования, предъявляемые к набору студентов, а также уровень подготовки абитуриентов с учетом предложенного дополнительного образования, компенсирующего отсутствие черчения в школах, и необходимый уровень подготовки, предъявляемый к студентам с первых недель обучения. Отношение к предстоящему экзамену было неоднозначно как со стороны абитуриентов, студентов, так и со стороны преподавателей нашей кафедры. Все время поднимался вопрос о необходимости данного шага. В итоге в приемной комиссии на базе нашего вуза с 2021 года впервые появился экзамен по черчению. И вот спустя четыре года после нововведения можно сделать первые выводы.

Данные выводы были сделаны на основании проведенного опроса студентов 1-го курса 2023/2024 учебного года всех специальностей архитектурного направления. Из 140 студентов, зачисленных на первый курс, в опросе приняли участие 100 человек, что соответствует 72% опрошенных (рисунок 2).

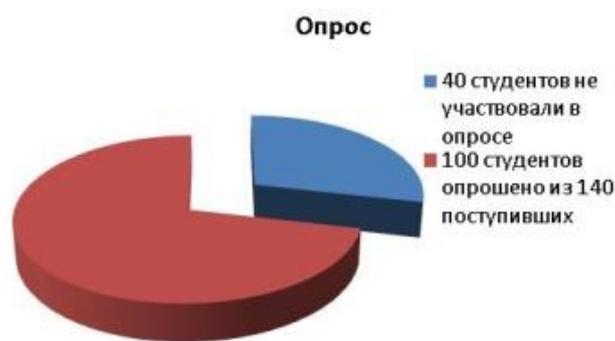


Рисунок 2 – Количество студентов, участвующих в опросе

С появлением нововведения автоматически возникает проблема, связанная с подготовкой к сдаче экзамена для зачисления на специальности архитектурной направленности. В связи с этим встает вопрос: «Как осуществлять данную подготовку?» На сегодняшний день образовательный рынок предлагает различные варианты: самообразование, услуги репетиторов, различные подготовительные курсы (как очные на базе разных учебных заведений, так и в online пространстве) и т.д. На основании результатов опроса можно сделать следующие выводы: большая часть опрошенных (43%) выбирает различные курсы, на втором месте – самостоятельная подготовка (26%). Это отражено на рисунке 3.

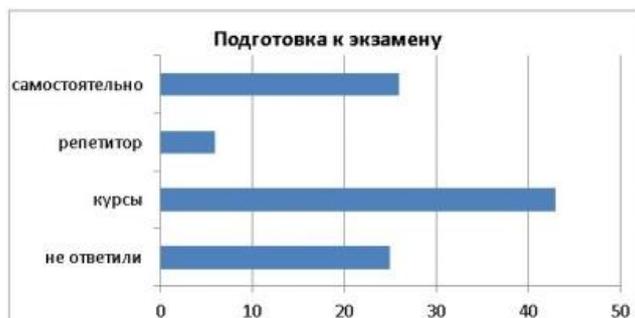


Рисунок 3 – Направления подготовки

На базе НГАСУ (Сибстрин) также осуществляется подготовка к экзамену по черчению в разных форматах. Институт довузовского образования предлагает как очные, так и дистанционные занятия. Есть возможность заниматься в течение всего семестра и в каникулярное время (ускоренные), кроме того, можно записаться на летние курсы в период приемной комиссии. Из опрошенных студентов 55% прошли подготовку на базе ИДО НГАСУ (Сибстрин), и большая часть отметила полезность выбранного решения (от 7 до 10 баллов из 10 возможных) (рисунок 4).

В итоге 70% студентов оценили вступительный экзамен по черчению на средний уровень, что помогло им достичь положительного результата на экзамене. И лишь 8 человек посчитали испытание сложным. В результате полученные знания помогли студентам 1-го курса повысить свой графический уровень. Кроме того, приобретенные знания помогают им на стартовых возможностях

и в освоении различных дисциплин архитектурной направленности, что, в свою очередь, оценили 76% опрошенных (рисунок 5).

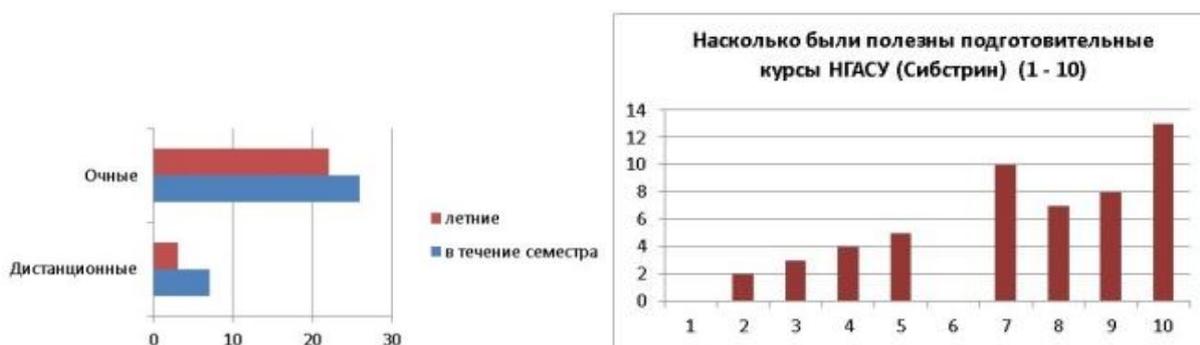


Рисунок 4 – Направления подготовки и их полезность

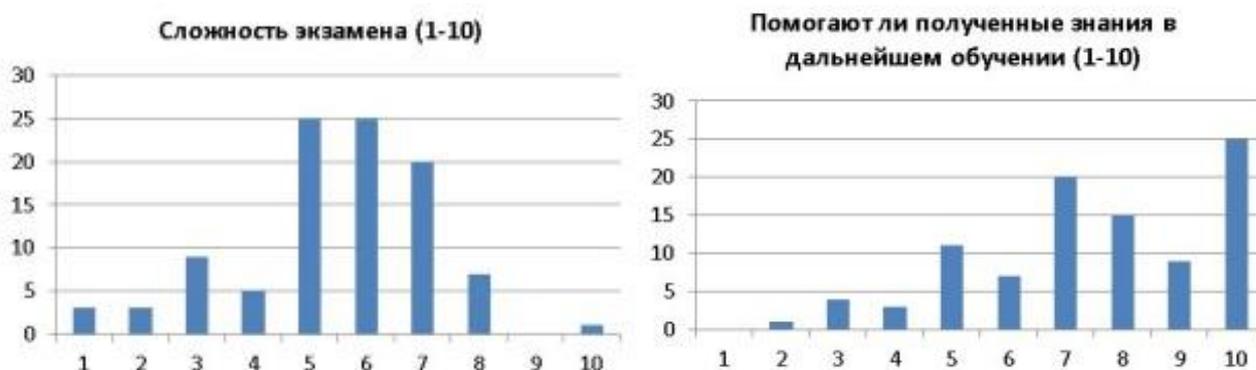


Рисунок 5 – Уровень сложности экзамена и польза от полученных знаний

Профессиональная деятельность архитектора не представляется возможной без чертежа, поэтому и экзамен по черчению является одним из профильных для поступления на архитектурные направления.

Главный вывод проделанной работы – это положительный результат для повышения качества образования. И несмотря на разные точки зрения о необходимости организации экзамена по черчению, можно с уверенностью сказать, что актуальность вступительного экзамена по этому предмету для студентов-архитекторов доказана самой жизнью.

Список литературы

1. Тихонов-Бугров, Д. Е. О некоторых проблемах графической подготовки в технических вузах [Текст] / Д. Е. Тихонов-Бугров // Геометрия и графика. – 2014. – Т. 2. – № 1. – С. 46–52.
2. ИНФА-М. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/11724/view#article-info>. – Дата доступа: 03.04.2024.

СИСТЕМЫ КОММУНИКАЦИЙ В ПРОГРАММЕ RENGA: ВЫЯВЛЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

С. А. Нефедова, ст. преподаватель,
А. В. Сотникова, студент

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: системы коммуникаций, информационная модель, 3D модель, профессиональная деятельность.

Аннотация. Рассмотрены способы построения инженерных систем в программе Renga и выявлены достоинства и недостатки программы.

Строительная индустрия не стоит на месте – она постоянно совершенствуется и развивается. Каждый день рождаются новые технологии, появляются более модифицированные материалы, разрабатываются и постоянно улучшаются строительные конструкции и совершенствуются программы. Важным инструментом в современном мире в сфере строительства и проектирования являются BIM технологии, которые сейчас активно внедряются в современное строительство и позволяют выполнять работы проектного института с его многочисленным штатом инженеров-проектировщиков. Данные программы позволяют в кратчайшие сроки произвести расчеты проекта, а также создать 3D модель для наглядной демонстрации.

Одним из наглядных примеров является программа Renga – это система для комплексного проектирования зданий. Разработчики программы делают акцент на то, что в ней есть инструменты для архитекторов, конструкторов и инженеров. Данная программа разработана так, чтобы новый пользователь, не имеющий опыта работы с трехмерными системами проектирования, смог в первый же день смоделировать дом, состоящий из основных элементов: стен, крыши, окон и дверей, перекрытий, колонн и балок – и получить чертежи, спецификации и всю документацию, которые программа выстраивает автоматически.

В программе Renga существует три группы инженерных систем: трубопроводные, воздуховодные и электрические. Каждая категория инженерных систем включает в себя фиксированный набор и содержит логические схемы связей соответствующих систем жизнеобеспечения здания или сооружения, реализованных в модели, созданной программой.

В разработке проекта было спроектировано многоэтажное здание, на примере которого показано устройство системы отопления, водоснабжения и водоотведения (рис. 1).

Система теплоснабжения необходима для поддержания комфортной температуры внутри здания в осенне-зимний период. Инфраструктура представляет собой источник тепла, соединенный с сетью трубопроводов, что наглядно демонстрируется в 3D модели.

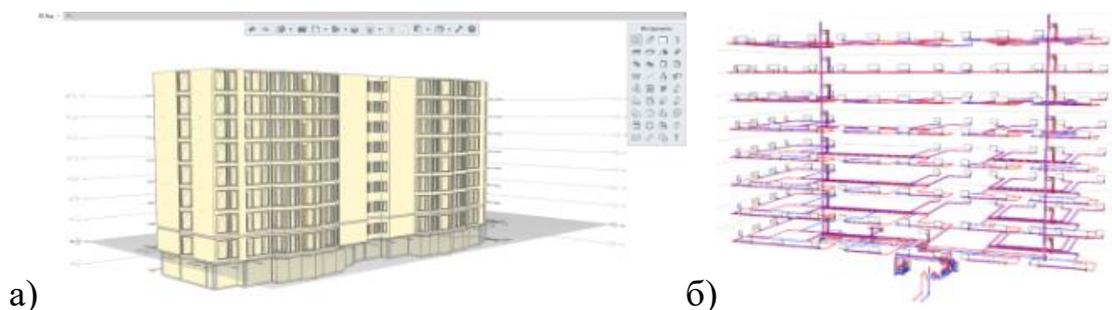


Рисунок 1 – а) многоэтажное здание; б) система теплоснабжения

Далее рассмотрим бытовое водоснабжение. Оно предназначено для подачи и отведения воды. Помимо бытового водоснабжения также существует промышленное и противопожарное. Создавая проект, Renga наглядно показывает его разработку и попутно выявляет всевозможные недостатки (рисунок 2).

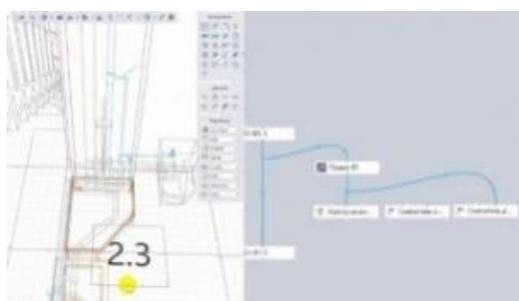


Рисунок 2 – Система водоснабжения

В Renga можно создавать информационные модели сетей внутреннего электроснабжения и электроосвещения зданий и сооружений различного назначения. Доступные инструменты позволяют максимально автоматизировать действия инженера в процессе прокладки трасс осветительных и силовых линий, в создании информационной модели вентиляционных систем различного назначения. При наполнении же модели инженерными данными по соответствующему разделу есть возможность получения чертежной документации (рисунок 3).

В ходе построения модели здания и прокладки инженерных систем мы увидели достоинства программы. Но, к сожалению, существует и ряд недостатков. Рассмотрим некоторые из них.

Отдельные элементы технического оборудования (например, в системе водоснабжения – элемент двойная мойка) имеют два технологических отверстия под сливную канализацию. Установка такой мойки и ее подключение к системе канализации осуществляется только с помощью одного отверстия. Переключение на обзоратель проекта убеждает нас в том, что возможности подключения второго отверстия к системе канализации просто не существует, что наглядно показано на рисунке 4.

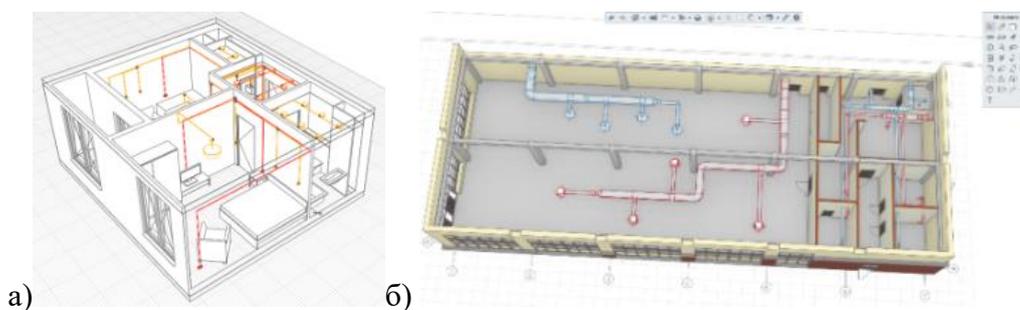


Рисунок 3 – а) система электроосвещения; б) вентиляционная система

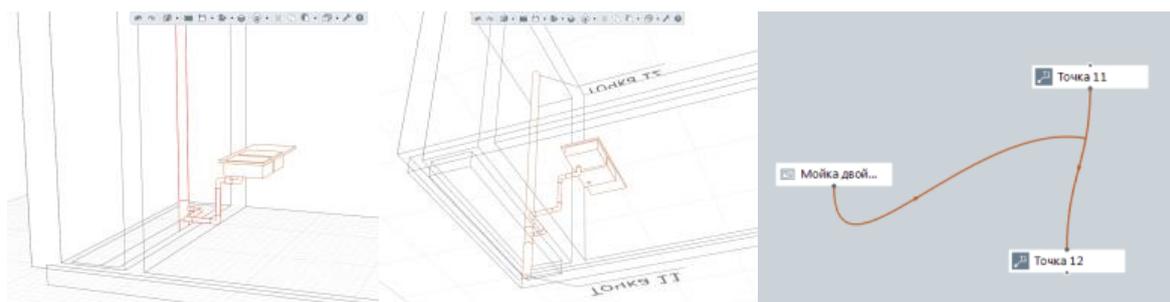


Рисунок 4 – Подключение двойной мойки

Следующий минус – различные программные ошибки в неправильном построении труб. Для исправления подобных ошибок действительно нужно иметь определенные знания и навыки. На рисунке видно, как при автоматическом построении систем происходит их пересечение в одном месте, чего не может быть в реальности. Исправление таких программных ошибок занимает достаточно много времени. Бывает, что программа изначально не может выстроить верное расположение трубы и, как следствие, указывает, в каком месте необходимо внести корректировки. Но и эти корректировки ошибочны. На рисунке 5 мы видим более точное построение: система канализации в данном варианте проекта не пересекается с траекторией другой трассы.

Помимо ошибок построения минусом данной программы можно считать и невозможность редактирования чертежа, и отсутствие настройки горячих клавиш, и то, что визуализация реализуется в отдельном программном обеспечении.

Автоматизированное оформление проектной документации – безусловный плюс программы Renga. Программа на основании уже построенных элементов здания и инженерных систем выдает для пользователя готовый чертеж. Импорт или экспорт чертежей в формате PDF и DWG позволяет распечатать чертеж, что создает бесспорные удобства в работе строительных организаций.

Используя BIM-технологии, полученная модель адаптируется в решениях программы 1С, и Renga сразу формирует все сводные таблицы для расчета стоимости объемов работ, что также является ее большим достоинством. Кроме того, файлы Renga экспортируются в другие программы, которые проверяют проект на жизнеспособность здания и сооружения и выдают рекомендации на корректировку либо отдельной его части, либо всего проекта в целом.

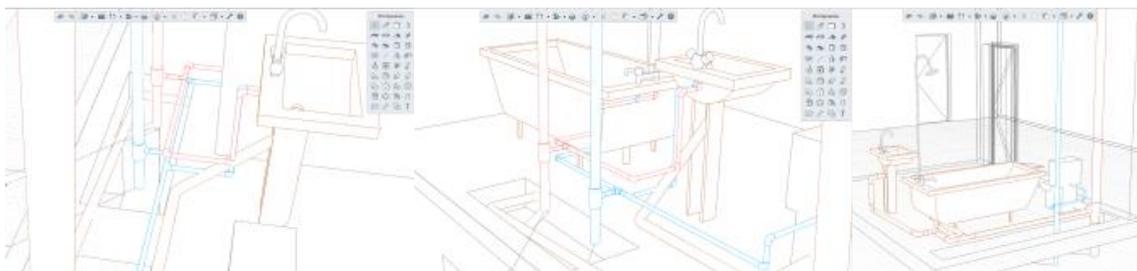


Рисунок 5 – Ошибки трубопровода

В ходе работы в данной программе были выявлены не только ее достоинства, но и недостатки. Стоит также отметить, что разработчики прислушиваются к действующим специалистам, преподавателям, которые используют программу Renga в своей профессиональной деятельности. Они исправляют недостатки, тем самым постоянно улучшая программу, и дополняют ее новым функционалом, тем самым адаптируя Renga к работе и делая ее удобной для использования.

Список литературы

1. Букварь Renga 2022. – Библиотека СОК / SOFTWARE: г. Санкт-Петербург, 2022. –334 с.
2. ИНФАРС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infars.ru>. – Дата доступа: 03.04.2024.
3. Руководство пользователя Renga [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://manual.rengabim.com>. – Дата доступа: 03.04.2024.

УДК 378.147

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ CANVAS

Д. В. Омесь, ст. преподаватель

*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

Ключевые слова: инженерная графика, методика преподавания, система управления обучением.

Аннотация. В статье рассмотрены организация и методика преподавания дисциплины «Инженерная графика» для студентов машиностроительных специальностей с использованием системы управления обучением Canvas, а также приведены рекомендации эффективного использования возможностей платформы для повышения качества учебного процесса.

Введение. В условиях развития и широкого распространения информационных технологий процесс обучения по дисциплине может быть успешно построен на одной из систем управления обучением LMS (Learning Management System). Среди наиболее распространенных систем можно отметить Classroom, Moodle, Canvas [1], которые обладают широкими возможностями

для организации процесса обучения с обеспечением обучающихся учебными и справочными материалами, заданиями для практических и лабораторных работ, модулями контроля знаний.

Первые LMS-системы появились в начале 2000-х годов, однако наиболее бурное их развитие и распространение в сфере высшего образования Республики Беларусь произошло, когда многие учреждения образования были вынуждены перейти на дистанционное обучение в связи с ухудшившейся эпидемиологической обстановкой. После возврата учреждений образования к обычному режиму работы системы управления обучением прочно закрепились во многих университетах и широко применяются преподавателями.

Применение LMS-системы оказывает положительный эффект как на работу преподавателя, так и на эффективность обучения студента. Преподавателю достаточно единожды создать курс, наполнив его всем необходимым учебным материалом, чтобы в дальнейшем многократно его использовать, внося необходимые дополнения и изменения, создавая копии и параллельные курсы. Студент, в свою очередь, имеет доступ к материалам курса с любого устройства (персональный компьютер, планшет, смартфон), подключенного к сети Интернет, может отслеживать прогресс и успеваемость в течение учебного семестра.

Проектирование курса. Основой построения курса является учебная программа дисциплины, которая разрабатывается на основе образовательного стандарта специальности и учебного плана учреждения высшего образования, рецензируется, утверждается и хранится в учебном отделе. В учебной программе автор излагает тематику лекционных, практических и лабораторных занятий, приводит перечень и содержание практических заданий, методику преподавания, методы и средства контроля знаний.

Первой задачей при создании курса на платформе Canvas было размещение основной организационной информации о курсе, к которой студент будет иметь доступ на протяжении всего семестра.

Сложилась такая практика, что учебная программа – это внутренний документ учреждения образования, доступ к которому студент не имеет и перед началом занятий не имеет представления о тематике и объеме предстоящих учебных занятий, количестве и объеме практических заданий, предстоящих формах контроля. Конечно, на первом вводном занятии курса преподаватель разъясняет эту информацию и устанавливает правила, однако у студентов в течение семестра нет возможности самостоятельно обновить эту информацию в памяти. Для того, чтобы восполнить этот пробел и обеспечить студента исчерпывающей и простой в понимании информацией об изучаемом курсе, разработано «Описание курса», как неофициальный договор между преподавателем и студентом, и размещено на первой странице курса на платформе Canvas [2].

Описание курса включает в себя следующую информацию: имя преподавателя, время и место проведения учебных занятий и консультаций, дополнительная контактная информация преподавателя, описание всех видов занятий и активностей в течение семестра, количество и описание обязательных графических заданий, количество и виды текущих и итоговых оценок знаний, алгоритм формирования итоговой оценки по пройденному курсу, дополнительные

правила, устанавливаемые преподавателем (например, посещаемость, нормы поведения и пр.) (рисунок 1).

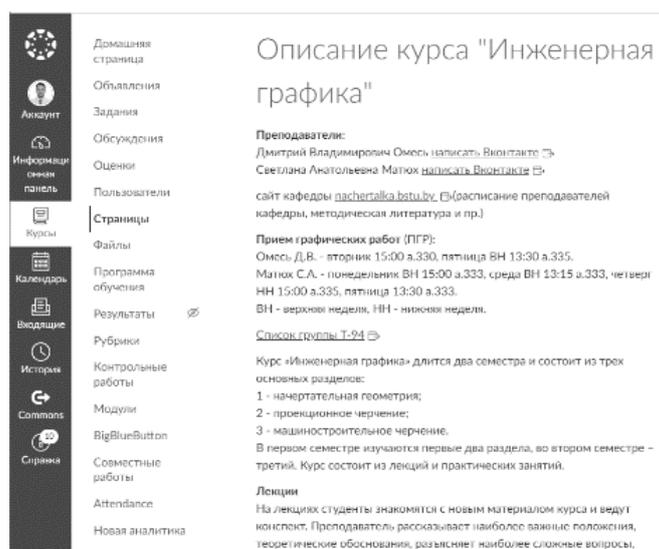


Рисунок 1 – Страница «Описание курса»

Таким образом студент в течение всего семестра имеет доступ к этой информации, имеет представление об организации занятий, о требованиях к студенту во время проведения занятий, может спланировать посещение консультации для решения возникающих вопросов. Кроме того, опубликованное описание курса позволяет исключить изменение правил и требований преподавателем в течение семестра, особенно в сторону ужесточения.

Следующей задачей является наполнение курса учебным материалом, таким как материалы лекций для чтения и самостоятельного изучения, презентации лекций, индивидуальные задания для графических работ, графические инструкции к выполнению заданий, методические рекомендации, видеоролики, примеры выполнения чертежей и пр.

Учебный материал курса был разделен на модули (разделы): общая информация, начертательная геометрия, проекционное черчение, машиностроительное черчение. Каждый модуль наполнен соответствующей информацией и материалами (рисунок 2).

Наличие в курсе на платформе Canvas всего теоретического материала по темам лекций позволило перейти от сплошного конспектирования к обсуждению наиболее важных и, возможно, сложных для самостоятельного изучения вопросов, а также расширить охват теоретического материала. Студенты, в свою очередь, получили исчерпывающий теоретический материал, доступ к которому они имеют 24/7 в режиме онлайн. Следующим шагом развития курса будет использование возможностей платформы по видеозаписи и размещению видео лекций.

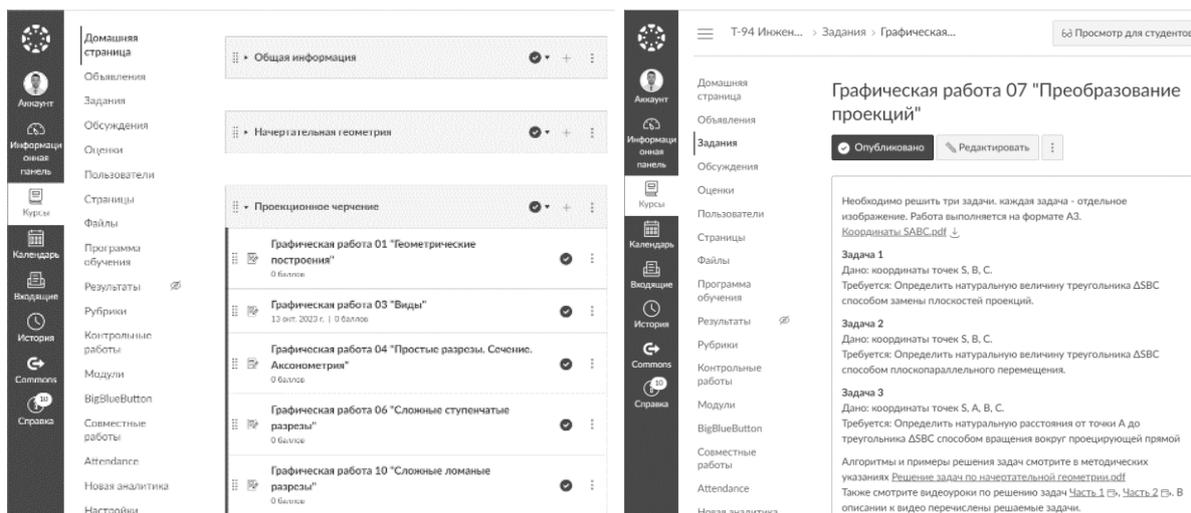


Рисунок 2 – Модули курса (слева) и страница задания (справа)

Контроль знаний. При изучении дисциплины «Инженерная графика» в соответствии с учебной программой дисциплины предусмотрены следующие формы аттестации и контроля знаний:

- текущая аттестация в виде графических работ и промежуточных тестов по ключевым темам;
- промежуточная аттестация – письменный экзамен (зачет) в виде итоговой графической работы.

Для аттестации студентов по пройденному курсу разработана система оценивания, учитывающая выполнение и своевременную сдачу графических работ, успешно пройденные тесты, выполненную экзаменационную (зачетную) работу, а также посещение занятий. Результаты прохождения студентом этапов контроля знаний находятся на странице «Оценки» (рисунок 3). Каждый студент курса может видеть свою результативность в личном кабинете, что позволяет предпринять мероприятия по улучшению итоговой оценки курса: более качественная подготовка и передача промежуточных тестов, своевременное выполнение и сдача последующих графических работ, посещение занятий.

Платформа Canvas позволяет проводить глубокий анализ результатов тестов с точки зрения выявления некорректных вопросов, определения репрезентативности вопросов, плохо усвоенных студентами тем. Это дает преподавателю возможность в течение семестра оценивать эффективность своей работы, иметь представление о вовлеченности студентов в процесс обучения и своевременно принимать меры по повышению успеваемости (например, дополнительная консультация по отдельной теме или индивидуальная работа с отстающими студентами).

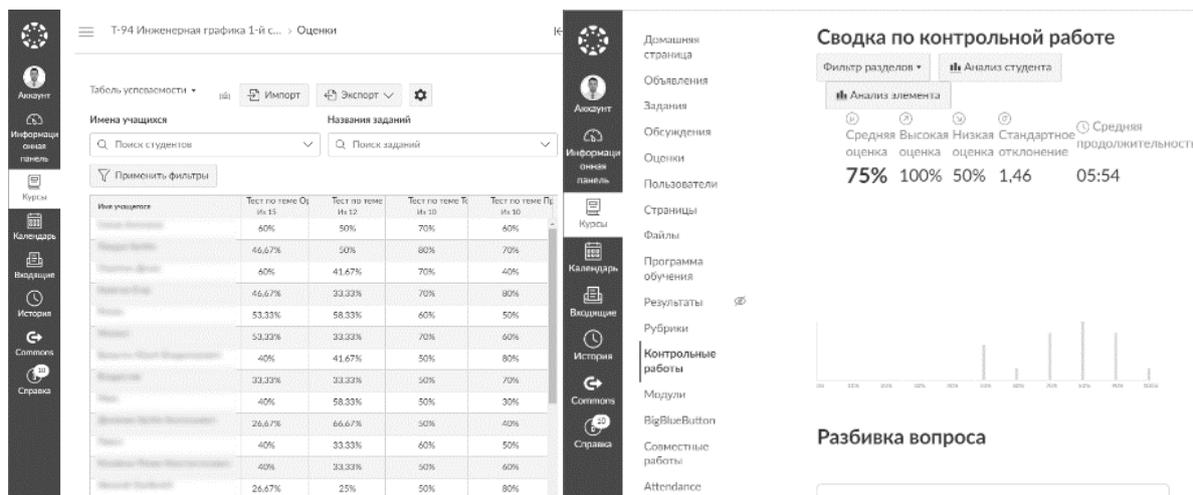


Рисунок 3 – Страница оценки прохождения курса (слева) и статистика теста (справа)

Особое внимание следует обратить на то, что система оценивания должна быть доведена до студента в начале семестра и оставаться неизменной до окончания изучения курса. Считается недопустимым ужесточение требований, критериев и условий оценивания в течение семестра, так как это подрывает доверие студента к преподавателю [2].

Заключение. Доступность разнообразных форм учебного материала (тексты, видеоуроки, схемы, примеры) на любом мобильном устройстве или персональном компьютере студента позволяет значительно улучшить степень усвоения материала, избавляет студента от необходимости тратить время на поиск необходимой информации. Более того, студенты имеют доступ к материалам занятий, которые были пропущены. Весь учебный материал, в том числе авторский, доступен только для действующих студентов курса, что снижает возможность его бесконтрольного распространения в сети Интернет.

Четкие правила, установленные между преподавателем и студентами курса в начале семестра и соблюдаемые обеими сторонами в течение семестра, повышают взаимную ответственность и улучшают взаимоотношения. Применяемая в представленном курсе система оценивания позволяет студенту следить за своей успеваемостью, своевременно принимать меры по улучшению результатов и более объективно оценивать свои силы при подготовке и сдаче экзамена (зачета), а преподавателю – принимать меры по улучшению читаемого курса и повышению успеваемости студентов.

Список литературы

1. Canvas LMS : Instructure community : сайт. – США, 2024 – Режим доступа: <https://community.canvaslms.com>. – Дата доступа: 20.03.2024.
2. Center for Teaching and Learning Excellence : сайт. – США, 2024 – Режим доступа: <https://ctle.vcu.edu>. – Дата доступа: 20.03.2024.

ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА СИБИРСКОЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО ЧЕРЧЕНИЮ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ СРЕДИ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ СПО

Н. В. Петрова, ст. преподаватель

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: графическая подготовка, решение графических заданий, навыки построения чертежа, черчение.

Аннотация. В статье дано краткое описание графических заданий отборочного этапа олимпиады в номинации «Черчение».

Графическая подготовка является важной и неотъемлемой частью графического инженерного образования на всех его уровнях, помогающая формированию и развитию творческого пространственного воображения начиная от школьной скамьи до приобретения профессиональных компетенций в техническом ВУЗе. Сибирская межрегиональная олимпиада по черчению и компьютерной графике среди школьников и студентов среднего профессионального образования проводится кафедрой инженерной и компьютерной графики Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин) и служит выявлению и развитию у обучающихся творческих способностей и интереса к графической подготовке, неотъемлемой частью которой является решение графических задач. Выполнение графического задания – это создание графического изображения заданного объекта, построенного в соответствии с правилами Единой системы конструкторской документации [3].

В первом отборочном этапе олимпиады в номинации «Черчение» задание делится на теоретическую и практическую части. Учащимся предлагается выполнить тест на знания «ЕСКД Общие правила оформления чертежей» и графическое задание. Условие практической части следующее: выполнить плоский контур заданного объекта, используя навыки построения сопряжений и сохраняя линии построения (оформлять традиционными чертежными инструментами на формате А4).

Олимпиадные графические задания по черчению представляют собой изображение плоского контура с указанием размеров, необходимых для его выполнения (рис.1, 3).

Задания оригинальны и не повторяются из года в год, они продуманы таким образом, чтобы участник олимпиады при их решении мог в полном объеме проявить свои способности по созданию чертежа. Сложность графических задач характеризуется суммарными количественными данными о составе и степени загруженности чертежей линиями построений и числом конструктивных элементов изображаемых предметов [1]. Сложность заданий на протяжении многих лет проведения олимпиады остается примерно на одном уровне. Решая

графическую задачу, учащимся необходимо показать навыки выполнения сопряжений и геометрических построений, знание ГОСТов по оформлению чертежей, правильную постановку размеров, выполнения чертежного шрифта, использования соответствующих типов линий, что отражено в критериях оценок отборочного этапа по черчению (рис.2).

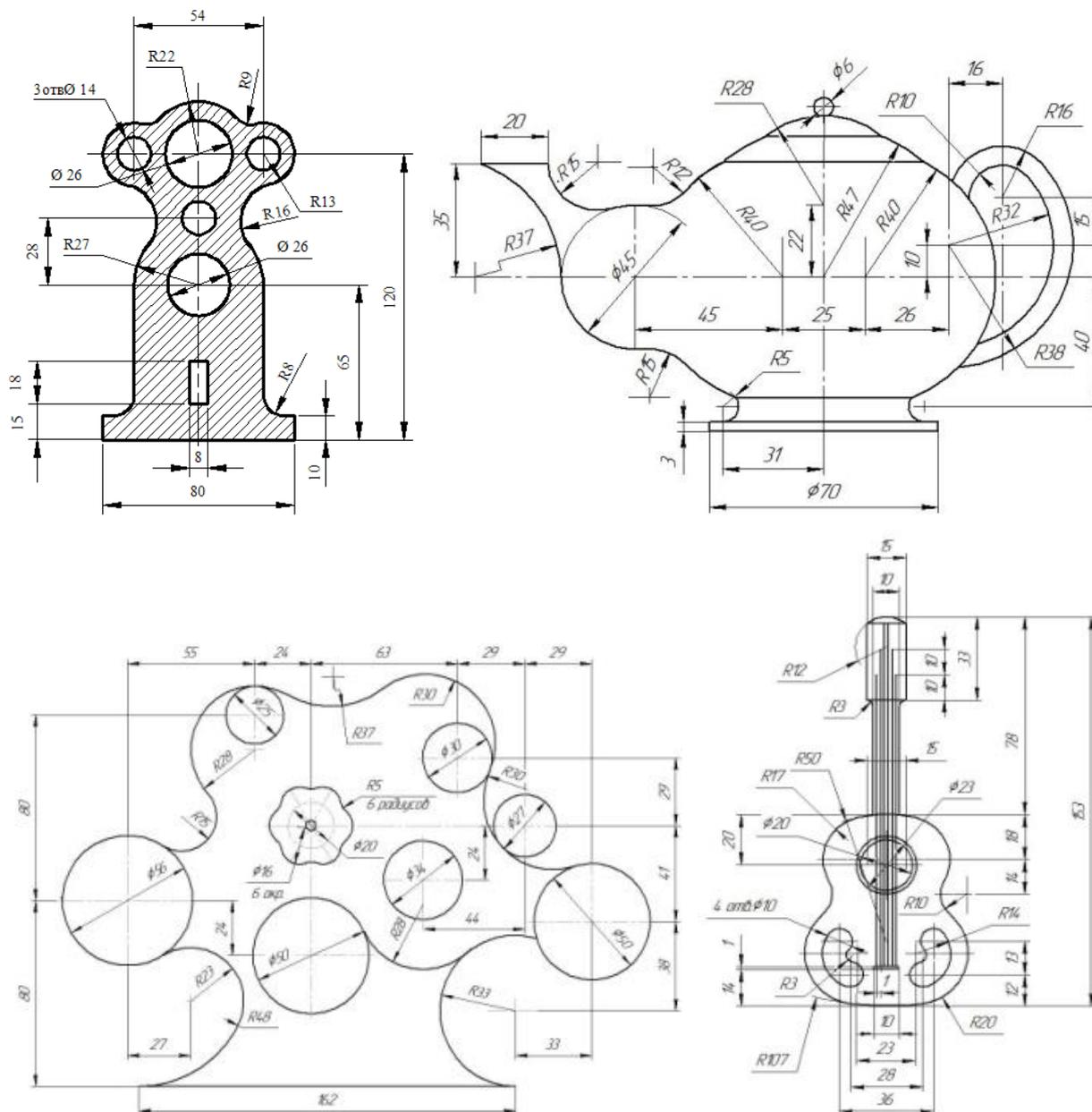


Рисунок 1 – Графические задания отборочного этапа по черчению (2017–2020 г.)

Особое внимание при оценивании работ уделяется построению сопряжений. Учащийся должен показать, как он использовал геометрические построения для нахождения центров сопряжений, и обозначить точки сопряжений на чертеже. Именно наличие линий построения в работе отражают умение создавать плавный переход от одной линии к другой.

№	НАИМЕНОВАНИЕ	Максимально возможные баллы
1	Построение центров сопряжения	22
2	Построение точек сопряжения	22
3	Качество оформления работы	6
4	Типы линий ГОСТ 2.303	6
5	Нанесение размеров ГОСТ 2.307	29
6	Шрифты ГОСТ 2.304	5
7	Тест "ЕСКД"	10
	Итого	100

Рисунок 2 – Пример критериев оценок отборочного этапа по черчению

Трудность графических задач характеризуется показателями психологических особенностей восприятия изображений школьниками и результатов выполнения чертежа учащимися с учетом допускаемых ошибок [1]. Рассматривая качественные результаты олимпиады в номинации «черчение», можно заметить, что максимальный балл за работу победителя в отборочном этапе колеблется в разные годы от 90 до 100 [2]. На результат решения задач оказывает влияние заочный формат проведения этапа олимпиады, который не исключает возможных подсказок и плагиата. Трудность заданий первого этапа конкурса ниже относительно второго и объясняется тем, что учащиеся в отборочном этапе должны показать только знания геометрических основ построения чертежа и выполнения сопряжений, а во втором этапе условие задания меняется. Здесь необходимо выполнить проекционный чертеж, применяя не только навыки черчения, но и умение читать чертежи, применяя пространственное мышление для понимания формы объекта. С изменением задачи, требующей проявления иных навыков работы, отличных от тех, что применялись на первом уровне, трудность задания во втором этапе повышается, что и отражается на результатах [2].

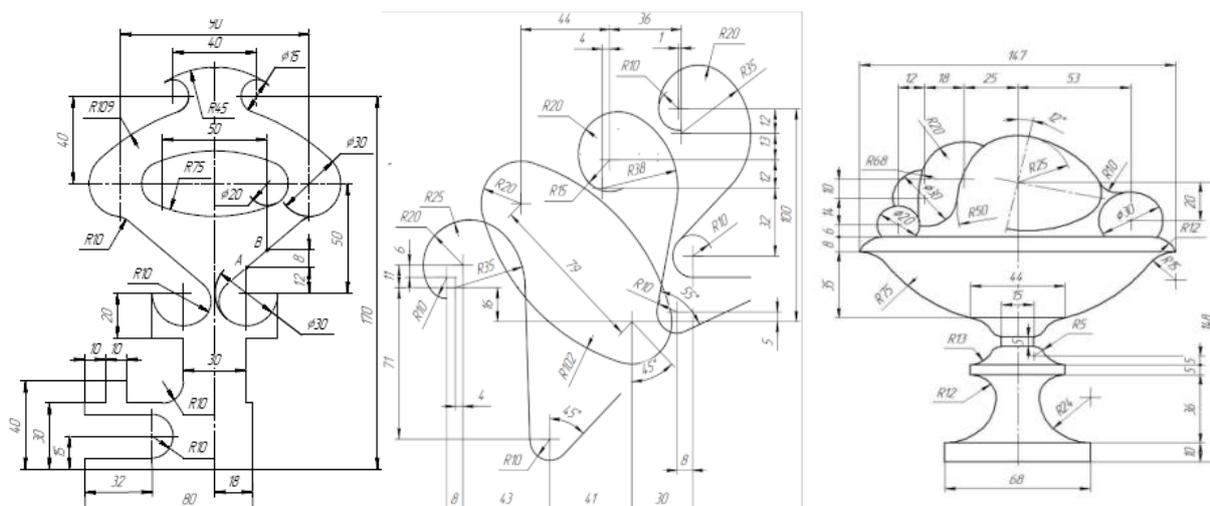


Рисунок 3 – Графические задания отборочного этапа по черчению (2021–2023 гг.)

К созданию заданий для олимпиады организаторы подходят творчески, каждый год генерируя новые идеи, исключая повторения, стремясь к разнообразию и новизне, повышая свой профессионализм и интерес к самой олимпиаде.

Список литературы

1. **Алексейчикова, Л. Е.** Графические задачи в процессе обучения черчению / Л. Е. Алексейчикова // Инфоурок. Образовательный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infourok.ru>. – Дата доступа: 28.03.2024.

2. **Петрова, Н. В.** Анализ результатов проведения сибирской межрегиональной олимпиады по черчению и компьютерной графике среди школьников и студентов СПО [Электронный ресурс] / Н. В. Петрова // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 19 апреля 2023 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / М-во науки и высшего образования Российской Федерации, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин), М-во образования Республики Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т ; отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2023. – С. 185-190.

3. **Туркина, Л. В.** Классификация графических задач / Л. В. Туркина // Сетевое издание Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – № 1. – 2005. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19360>. – Дата доступа: 29.03.2024.

УДК 378. 016: [515+744]

О ВСЕРОССИЙСКОЙ ИНТЕРНЕТ-ОЛИМПИАДЕ ПО КОМПЛЕКСУ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

А.В. Петухова, канд. пед. наук, доцент

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), г. Новосибирск, Российская Федерация

Ключевые слова: олимпиада, инженерная графика, начертательная геометрия, компьютерная графика, системы автоматизированного проектирования.

Аннотация. В статье приводятся общие сведения о всероссийской интернет-олимпиаде по комплексу графических дисциплин, проводимой на базе Сибирского государственного университета путей сообщения. В материале приведены примеры графических заданий, описаны общие подходы к их оцениванию.

Поиск и поддержка талантливой молодежи – одна из важнейших задач государственной политики. Наиболее продуктивным средством выявления успешных студентов всегда являлись олимпиады. Развитие системы межвузовских соревнований по различным дисциплинам – это один из способов активизации познавательной деятельности студента [1].

Кафедра «Графика» Сибирского государственного университета путей сообщения в этом году в шестой раз планирует проведение Всероссийской

Интернет-олимпиады по комплексу графических дисциплин. Все выдаваемые задания являются оригинальными.

Олимпиада имеет три номинации:

1. «CAD-спринтер»;
2. «Конкурс юниоров»;
3. «Супер-визуал».

«CAD-спринтер» – это соревнование по выполнению различных геометрических построений в графической программе. Оценивается: знание функционала программы, скорость выполнения чертежа, соответствие результата заданию. Претенденты должны обладать навыками работы в любой из систем автоматизированного проектирования. Выдаваемые чертежи являются универсальными, могут быть выполнены в Компас, NanoCAD, AutoCAD или в любой другой программе. На рисунке 1 представлено одно из заданий, подготовленных для данной номинации. На этом примере: 1 и 4 отрезки прямых; 5 – дуга эллипса; 7 – циклоида; 2, 3 и 6 – дуги окружностей. Все элементы контура касательные друг к другу. Студент должен выполнить чертеж без ошибок. Победителем считается тот, кто выполнил чертеж быстрее всех.

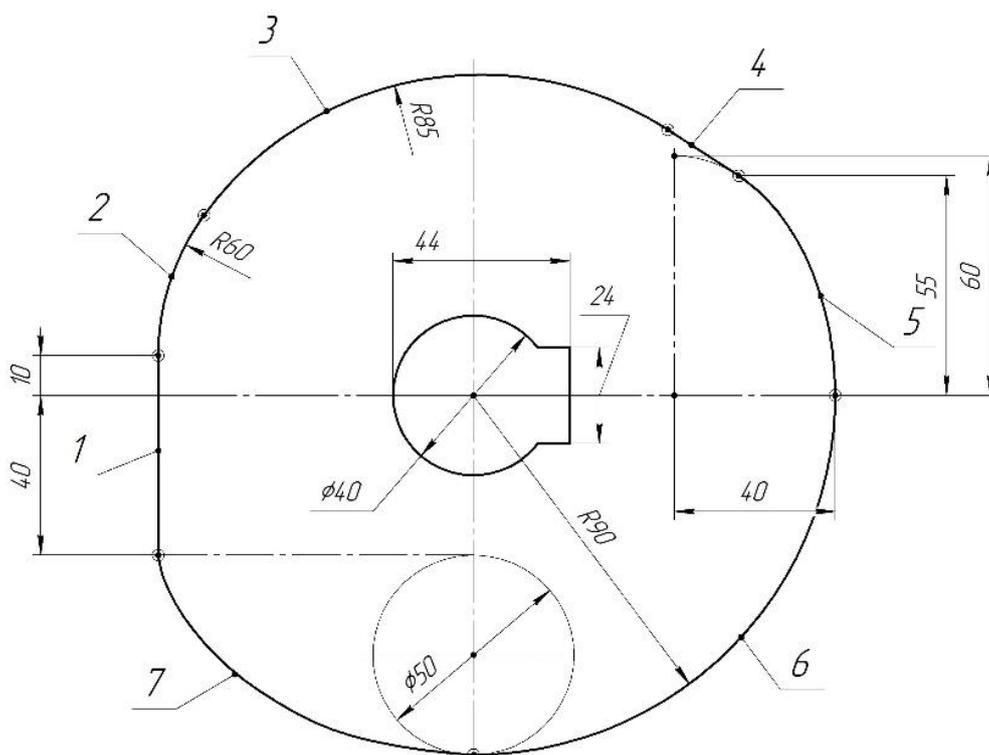


Рисунок 1 – Пример графического задания, разработанного для номинации «CAD-спринтер»

«Конкурс юниоров» – является соревнованием по инженерной графике среди студентов первого курса. В этой номинации студенту предлагаются задания, соответствующие программе обучения по дисциплине «Начертательная геометрия и компьютерная графика». Для решения задач нужно обладать знаниями по начертательной геометрии, уметь работать с чертежами и трехмерными моделями. Пример задания приведен на рисунке 2. В этом примере дан чертеж,

содержащий проекции призмы с вырезом в форме прямого кругового цилиндра. Требуется определить некоторые метрические параметры объекта.

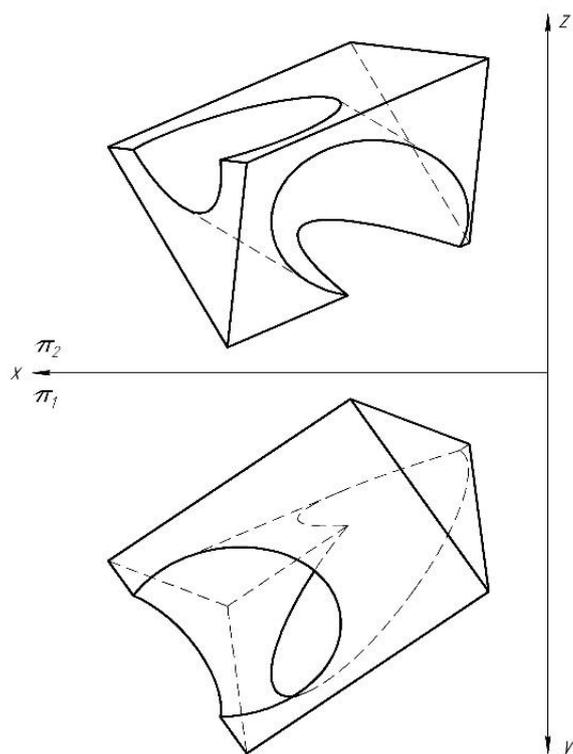


Рисунок 2 – Пример графического задания, разработанного для номинации «Конкурс юниоров»

«Супер-визуал» содержит множество заданий, для решения которых необходимо иметь развитое пространственное мышление. От участников требуется правильно определить взаимное положение ряда плоских фигур или объемных тел, расположенных в пространстве. Пример задания представлен на рисунке 3. Студенту выдается чертеж, содержащий фронтальную и горизонтальную проекции тела с вырезами или группы тел (цилиндр, призма, пирамида, конус). Требуется определить видимость всех элементов чертежа.

Интернет-олимпиада проводится онлайн с видеотрансляцией. Задания выдаются в электронной форме. Такой способ выдачи заданий является наиболее приемлемым для мероприятия, проводимого в дистанционном формате [2, 3]. Проверка правильности выполняется автоматически по контрольным суммам значений на основе функций диагностики чертежа [4]. В качестве контрольных значений может использоваться совокупная длина всех линий, площадь элементов, объем тел и пр. Использование систем электронного обучения позволяет оперативно проверять оригинальность сданных заданий и исключать возможные случаи плагиата [5, 6, 7].

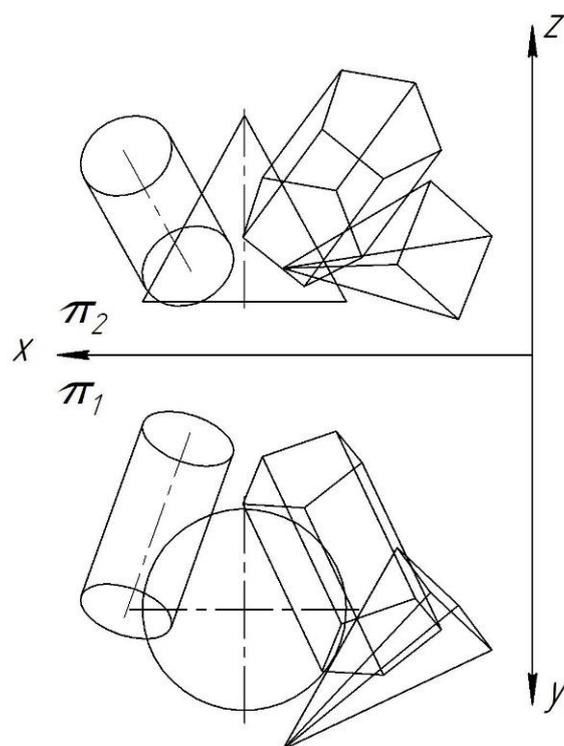


Рисунок 3 – Пример графического задания, разработанного для номинации «Супер-визуал»

К участию в олимпиаде приглашаются студенты младших курсов вузов. Проводится интернет-олимпиада в конце второго учебного семестра, в мае. Олимпиада по всем номинациям проводится одновременно в видеоформате. Количество участников от каждого вуза ограничено. По результатам выполнения определяются три победителя в каждой номинации.

Список литературы

1. **Вольхин, К. А.** Проблемы графической подготовки студентов технического университета / К. А. Вольхин, Т. А. Астахова // Геометрия и графика. – 2014. – Т. 2, № 3. – С. 25–30. – DOI10.12737/6522.
2. **Астахова, Т. А.** Цифровизация в вопросах контроля графических дисциплин: проблемы и особенности [Электронный ресурс] / Т. А. Астахова // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции 26 апреля 2022 года Брест, Республика Беларусь Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. О. А. Акулова. – Брест: БрГТУ, 2022.
3. **Болбат, О. Б.** Опыт разработки цифрового фонда оценочных средств по дисциплинам графического цикла / О. Б. Болбат, Т. В. Андрияшина, А. В. Петухова // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения: Гуманитарные исследования. – 2023. – № 4 (19). – С. 88-94. – DOI 10.52170/2618-7949_2023_19_88.
4. **Петухова, А. В.** Электронные тесты по начертательной геометрии: особенности разработки и применения в учебном процессе / А. В. Петухова // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia 2022) : материалы VI Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 20–21 апреля 2022 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 287–292.
5. **Ермошкин, Э. В.** Способы выявления академической недобросовестности при выполнении графических заданий / Э. В. Ермошкин // Актуальные проблемы модернизации высшей школы: Воспитание как часть образовательного процесса: Материалы

XXXIII Международной научно-методической конференции, Новосибирск, 26 января 2022 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 114–23.

6. **Ермошкин, Э. В.** Автоматизация контроля работ студентов, выполненных в Компас / Э. В. Ермошкин // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia 2022): материалы VI Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 20-21 апреля 2022 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 115–123.

7. **Ермошкин, Э. В.** Разработка системы сравнения файлов КОМПАС / Э. В. Ермошкин // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2023): Материалы VII Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 20 апреля 2023 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 122–130.

УДК 378.1

КРИЗИС ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ – НАЧАЛО ЧЕТВЕРТОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

В. А. Рукавишников, д-р пед. наук, доцент,
А. Р. Галиулина, студентка

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: электронные геометрические модели, 3D технологии моделирования, реинжиниринг и 3D печать, компьютерные образовательные технологии.

Аннотация. Разразившийся на рубеже веков кризис графической подготовки инженеров в вузе, который связывали с целесообразностью изучать или не изучать начертательную геометрию, фактически стал началом четвертой научно-технической революции. Проблема была не в самой начертательной геометрии и носила общенаучный, общеобразовательный характер. Кризис, в первую очередь, связан с началом очередной научно-технической революции и неспособностью существующей совокупностной модели подготовки адаптироваться к происходящим изменениям в индустрии.

На рубеже веков в российском высшем образовании разразился серьезный кризис геометро-графической подготовки инженеров. В этот период на первые позиции выходят качественно новые 3D технологии создания конструкторской документации. Размерность 3D конструкторских документов впервые стала совпадать с размерностью объекта конструирования.

Одни специалисты приходят к мнению, что необходимости в изучении начертательной геометрии больше нет. Однако, не до конца понимая происходящее, они не могут предоставить необходимых доказательства для отказа от начертательной геометрии и не предлагают новой модели подготовки.

Другая группа специалистов значительно более многочисленная, в первую очередь, состоящая из преподавателей вузов, отстаивала необходимость изучения начертательной геометрии, также не предоставляя сколько-нибудь весомых

аргументов в пользу ее изучения. Главное, что они не смогли назвать реальную цель изучения начертательной геометрии и обосновать целесообразность ее изучения.

Чаще в качестве цели начертательной геометрии называли развитие пространственного воображения, не понимая, что в этом случае результатом подготовки должен стать специалист с хорошим пространственным воображением, а не способность специалиста решать стереометрические задачи черчения на плоскости.

Для того, чтобы сохранить изучение начертательной геометрии, было принято решение объединить дисциплины под единым названием «Инженерная графика. Начертательная геометрия».

В тот период было трудно понять, что проблема была не в начертательной геометрии, и ее нельзя было решить путем усовершенствования учебного процесса или простой отмены дисциплины. Проблема носила общенаучной и общеобразовательной характер, ее можно было понять и решить, только опираясь на философию и, в частности, на философию образования.

В этот период в высшей школе использовалась советская модель подготовки специалистов, которую и сегодня многие специалисты продолжают считать очень успешной и хотели бы в условиях уже современного этапа кризиса высшего образования вернуть в российские технические вузы.

Однако появление новых технологий, позволяющих создавать конструкторские документы качественно нового уровня в виде 3D электронных моделей (цифровые двойники), фактически привело к началу очередной научно-технической революции. В дальнейшем на основе «цифровых двойников» начали появляться одна за другой принципиально новые технологии. Произошла смена промышленного базиса, которому потребовалась и новая надстройка, в том числе и специалисты 3D цифрового поколения.

Первыми столкнулись с революционными изменениями кафедры, формирующие первый уровень проектно-конструкторской подготовки, – кафедры инженерной графики. Так начался кризис геометро-графической подготовки, ставший в последующем первым этапом кризиса высшего образования в России. Советская совокупностная модель подготовки оказалась неспособной быстро перестраиваться под качественно новые требования в области проектирования.

Российская модель, приняв в качестве элементов модели компетенции, осталась совокупностной, в которой элементы не взаимосвязаны. У совокупности нет главной цели и целей ее элементов. Совокупностная модель не обладает свойством адаптивности. В результате каждая из реформ высшего образования в России в условиях научно-технической революции заканчивалась очередным провалом.

Единственной моделью подготовки, которая обладает свойством адаптивности, является системная модель. Изменения главной цели системной модели ведет к перестройке всего дерева целей (компетенций).

На рубеже веков я пришел к выводу, что проблема не в начертательной геометрии, а носит общенаучный характер. Была разработана диалектическая модель развития геометро-графической подготовки, которая позволила определить законы ее развития, а также было показано, что учебная дисциплина

«Начертательная геометрия» появилась как надстроечный компонент для решения проблем черчения. Из теоретической модели также вытекало, что сложились необходимые условия для начала очередной технической революции [1–4], но, как оказалось, она уже наступила и набирала обороты.

Переход к технологии электронного 3D моделирования привел к смене базиса в области проектирования, а новому базису потребовались другие надстройки, среди которых нет начертательной геометрии. Компьютерная конструкторская 3D графика стала основной технологией создания конструкторской документации.

Была разработана системно-компетентностная модель формирования проектно-конструкторской подготовки специалистов, включающая три уровня. Таким образом, геометро-графическая подготовка нового поколения становится первым уровнем формирования профессиональной проектно-конструкторской компетенции. Цель каждого из уровней определяется из главной цели проектно-конструкторской подготовки методом декомпозиции. Смена цели или ее изменение ведет мгновенно к изменению целей всех уровней подготовки. А под новые цели должны быть спроектированы и новые учебные модули. Такая модель подготовки является системной и обладает свойством адаптивности.

В Казанском государственном энергетическом университете на кафедре инженерной графики на основе разработанной системно-компетентностной модели разработана учебная дисциплина «Инженерное геометрическое моделирование», цель которой определяется главной целью проектно-конструкторской подготовки. Дисциплина является развивающейся. На данный момент в дисциплине появилось еще два модуля: 3D-печать и обратное проектирование с использованием 3D сканера. Создана учебная лаборатория аддитивных технологий, включающая 3D принтеры, 3D сканеры и станки с программным управлением.

В заключении хотелось бы отметить, что обозначенная очередная реформа высшего образования может завершиться вновь неудачей, если в ее основу не будет положена системно-компетентностная модель. Основной причиной системного кризиса высшего образования является используемая совокупностная модель.

Список литературы

1. **Рукавишников, В. А.** Геометрическое моделирование как методологическая основа подготовки инженера / В. А. Рукавишников. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2003. – 184 с.
2. **Рукавишников, В. А.** Геометро-графическая подготовка инженера: время реформ / В. А. Рукавишников // Высшее образование в России. – № 5. – 2008. – С. 132–136.
3. **Рукавишников, В. А.** Геометро-графическая подготовка инженера: роль и место в системе образования / В. А. Рукавишников // Образование и наука. – №5. – 2009. – С.32–37.
4. **Рукавишников, В. А.** Адаптивность как ключевой фактор модели подготовки специалиста в вузе в условиях цифровой экономики / В. А. Рукавишников // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». – №84. – Апрель 2022 (Часть 5). – Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2022. – С. 17–19.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОБУЧЕНИИ ЧЕРЧЕНИЮ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ В ФОРМЕ ТЕСТИРОВАНИЯ

О. Г. Рылова, магистр пед. наук, преподаватель

*Минский колледж предпринимательства,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: черчение, основы инженерной графики, качество подготовки, контроль знаний, матричный контроль, тест, тестирование, Google-формы, приложение ZipGrade.

Аннотация. В данной статье качество подготовки будущих техников-программистов по черчению рассматривается как условие успешного в последующем изучения основ инженерной графики. Предлагается проводить систематичный контроль знаний в форме тестирования на учебных занятиях и дистанционно. Приводится описание процедуры тестирования с использованием приложения ZipGrade и Google-форм.

На уровне среднего специального образования согласно общегосударственного классификатора Республики Беларусь ОКРБ 011-2022 «Специальности и квалификации» с 2023 года введены новые специальности. В связи с этим меняется перечень и содержание учебных предметов, обновляется нормативная и учебно-программная документация. Подготовка техника-программиста осуществляется в настоящее время по введенной специальности 5-04-0612-02 «Разработка и сопровождение программного обеспечения информационных систем».

В рамках общетехнической подготовки будущие техники-программисты изучают основы инженерной графики. В содержание учебного предмета «Основы инженерной графики» для новой специальности внесены изменения. Согласно примерному тематическому плану при выполнении чертежей и схем предусмотрено использование программного обеспечения (САПР AutoCAD). Таким образом изучение начертательной геометрии и проекционного черчения будет происходить одновременно с изучением системы AutoCAD. Учебный предмет «Основы инженерной графики» (40 часов) изучается на втором курсе после учебного предмета «Черчение» (первый курс, 34 часа). Уровень знаний по черчению определяет успешность изучения материала инженерной графики [1]. Слабая подготовка по черчению потребует от преподавателя инженерной графики дополнительных затрат сил и времени на ликвидацию существующих пробелов, на изменение отношения к учебному процессу обучаемых [2].

Вышеназванные факторы диктуют необходимость решения проблемы обеспечения качества подготовки по черчению. При изучении данного учебного предмета необходимо мотивировать учащихся на постоянную, регулярную и целенаправленную учебную деятельность. Следует стимулировать их внимательность и сосредоточенность во время аудиторных учебных занятий, самостоятельность при выполнении домашних заданий. Интенсивность учебной деятельности учащихся зависит от частоты и регулярности педагогического контроля. Систематичный контроль создает наилучшие условия приобретения знаний и умений. Контроль

должен быть оптимальным и позволять за минимальное время выявить знания у всех учащихся. Для контроля качества усвоения знаний целесообразно применять такие средства контроля, как педагогические тесты [3].

С целью реализации проверочной и обучающей функций контроля разработаны тесты по темам «Линии», «Нанесение размеров» и «Виды». Каждый тест содержит 20 тестовых заданий закрытого типа трех уровней усвоения учебного материала (представление, понимание и применение). Уменьшению вероятности угадывания способствует наличие пяти вариантов ответа, из которых правилен один/несколько. Поскольку проверка тестов достаточно трудоемка, для ее автоматизации использованы приложение ZipGrade и Google-формы. Учащиеся выполняют тесты на учебных занятиях и дистанционно.

Тестирование на учебном занятии посредством приложения ZipGrade происходит следующим образом. На этапе подготовки преподаватель в приложении создает группу и формирует ее списочный состав, распечатывает бланки вопросов и ответов. Во время занятия выполняется инструктаж учащихся. В ходе которого демонстрируется бланк вопросов с пояснением его содержания и бланк ответа с объяснением правил заполнения. Далее учащиеся вносят в бланк ответа данные – фамилию, группу и дату. Отвечают учащиеся на тестовые задания путем закрашивания правильных ответов. После бланки ответов собираются. Приложение ZipGrade является цифровым аналогом матричного контроля знаний. Преподавателю необходимо отсканировать бланк ответов с закрашенными правильными ответами или указать их в приложении. Далее посредством личного мобильного телефона с ранее установленным приложением он сканирует бланки ответов учащихся. При этом следует привести телефон на бланк таким образом, чтобы захватить четыре метки, нанесенные по его периметру. Через одну-две минуты проверка завершена. На отсканированных бланках ответов появляются метки проверки ответов: правильных (они будут отмечены и закрашены зеленым цветом) и неправильных (они будут отмечены и закрашены красным цветом). Приложение также отображает следующую информацию – общее количество заданий, количество и процент правильных ответов (рисунок 1).

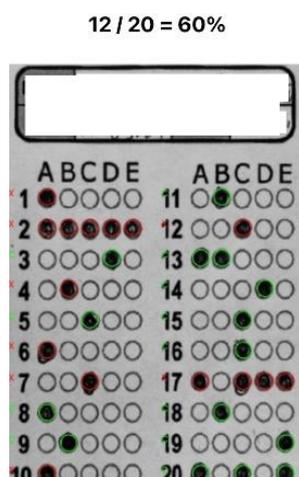


Рисунок 1 – Пример проверенного бланка ответа (удалены данные учащегося)

Для развития коммуникативных умений учащиеся выполняют тесты на учебных занятиях по черчению, работая в парах постоянного и сменного состава. Непосредственно после тестирования организуется фронтальное обсуждение тестовых заданий, разбор ответов и допущенных ошибок с предъявлением полученных результатов. Таким образом происходит повторение и закрепление опорных знаний по теме теста.

Преимущества контроля знаний в форме тестирования с использованием приложения ZipGrade: не требуется оснащенная компьютерами аудитория, не используются мобильные устройства учащихся, не нужно подключение к сети Интернет, быстрота и автоматизация проверки, визуализация результатов в цвете, наличие готового шаблона ответов. Недостатком бесплатной версии приложения является ограничено количество сканируемых бланков – 100 в месяц.

Дистанционное тестирование с помощью Google-форм предлагается в качестве необязательного домашнего задания. Оно предназначено для самоконтроля учащимися качества усвоения учебного материала темы. Ссылки на тесты размещены на блоге автора статьи «Изучаем черчение в 10 классе» (<https://chercheniye-historical-essays.blogspot.com>). Тесты закрыты, открываются по мере необходимости. Время выполнения тестовых заданий не ограничено. Отвечая, учащиеся могут воспользоваться различными источниками информации (конспект, учебник и т.д.). Дается одна попытка.

Таким образом, использование в обучении черчению будущих техников-программистов контроля знаний в форме тестирования наряду с графическими и практическими работами способствует формированию познавательного интереса, активизации учебной деятельности, повышению качества подготовки по черчению, выступает условием успешного изучения в последующем основ инженерной графики.

Список литературы

1. **Зеленый, П. В.** Анализ современного преподавания инженерной графики / П. В. Зеленый // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.- практ. конф., 26 апреля 2022 г., Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация. – Брест : БрГТУ, 2022. – С. 96–100.

2. **Юшкевич, Н. М.** Инженерная графика: проблемы преподавания дисциплины и возможные пути их решения / Н. М. Юшкевич, Н. Н. Гобралев // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.- практ. конф., 19 апреля 2019 г., Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2019. – С. 312–314.

3. **Калицкий, Э. М.** Разработка средств контроля учебной деятельности : методические рекомендации : методическое пособие / Э. М. Калицкий, М. В. Ильин, Н. Н. Сикорская. –15-е изд., стереотипное. – Минск : РИПО, 2021. – 48 с.

ПЛАТФОРМЫ КОМПАС-3D И SOLIDWORKS. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ХОЛДЕРА

Ж. В. Рымкевич, ст. преподаватель

*Белорусско-Российский университет,
г. Могилев, Республика Беларусь*

Ключевые слова: инженерная графика, графическое образование, компьютерная графика и моделирование.

Аннотация. В данной статье представлены этапы по созданию одной и той же модели на платформах КОМПАС-3D и SOLIDWORKS в рамках самостоятельной работы студентов с целью проведения сравнительного анализа возможностей данных редакторов.

При изучении дисциплины «Прикладные программы для компьютерной графики и 3D-моделирования» в качестве основных графических редакторов нами были предложены пакеты КОМПАС-3D и SOLIDWORKS [1]. На занятиях, отведенных для самостоятельной работы, студентам была поставлена задача разработать одну и ту же модель на данных платформах и провести сравнительный анализ по критериям: скорость выполнения, простота, количество используемых команд, оформление. В качестве 3D-объекта ребята выбрали Холдер, предназначенный для канцелярских принадлежностей [2, 3].

Последовательность моделирования в КОМПАС-3D:

- создать эскиз многогранника в плоскости ZX, указав соответствующие параметры;
- вызвать команду «Смещенная плоскость», повторить построения. Используя инструмент «Автоосевая», указать две осевые линии для придания размера угла смещения, задать желаемую высоту изделия, выйти из эскиза;
- воссоздать заготовку Холдера, применив команду «Элемент по сечениям»;
- создать эскизы будущих отсеков, предназначенных для канцелярских принадлежностей: указать нижнюю грань, изобразить эскиз (инструменты «Автоосевая» и «Автолиния»), установить ограничения параллельности, назначить необходимые размеры толщины стенок;
- на верхнем основании повторить действия, описанные выше (с учетом угла смещения), выйти из эскиза;
- операция «Вырезать по сечениям», указать области, которые будут формировать сечения, нажать кнопку «Создать»;
- вызвать команду «Массив по концентрической сетке» (в качестве осевой указать Y), задать количество 6 штук;
- перейти к формированию дна модели: создать смещенную плоскость на расстоянии толщины дна (нажать левую клавишу мыши, в дереве построения перетащить смещенную плоскость выше эскиза построения отсека и перестроить модель);
- правой кнопкой мыши разместить необходимый эскиз на требуемое место, указав в качестве базовой нашу смещенную плоскость, подтвердить операцию;

- завершить формирование центрального отсека на желаемую глубину, применив операцию «Вырезать выдавливанием» для заданного эскиза окружности;
- задать скругления ребер Холдера.

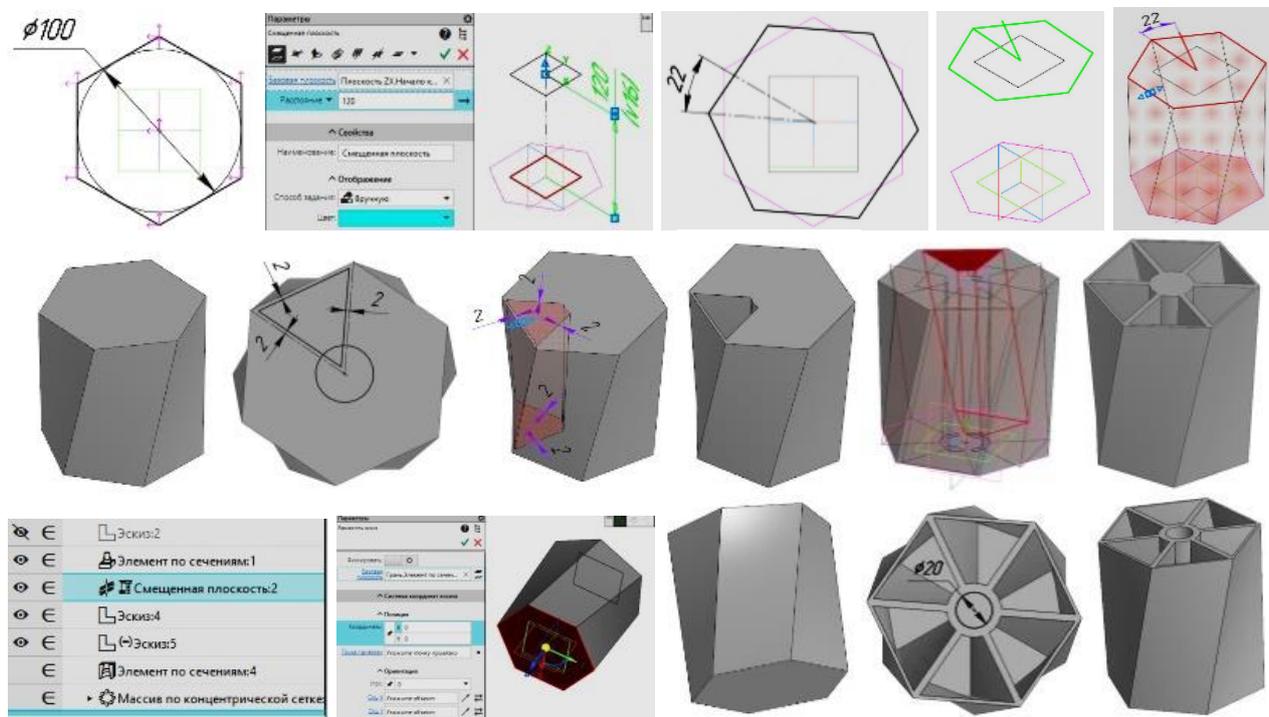


Рисунок 1 – Отдельные этапы выполнения модели в КОМПАС-3D

Последовательность моделирования в SOLIDWORKS:

- в плоскости «Сверху» создать эскиз многоугольника по вписанной окружности, указав соответствующие параметры;
- для определенности эскиза добавить взаимосвязь вертикальности (либо через менеджер команд, либо с помощью горячих клавиш);
- на панели «Элементы» вызвать инструмент «Вытянутая бобышка/основание», перейти к построению элемента, задав толщину 3 мм;
- для придания положения эскиза параллельно экрану необходимо либо зажать одновременно клавиши Ctrl + 8, либо воспользоваться инструментом «Перпендикулярность». Преобразовать объекты;
- задать эскиз окружности для центрального отсека: «Эскиз / Окружность», указав соответствующий размер в мм;
- вкладка «Элементы / Вытянутая бобышка/основание», определив высоту изделия;
- построить контур одного из отделений Холдера: установить вспомогательные осевые линии (предварительно развернув плоскость эскиза параллельно нашему взгляду), настроить параметр смещения с помощью одноименного инструмента, выйти из режима эскиза;
- панель «Элементы / Вытянутый вырез»: выбрать один из элементов, удалить его, указать контур и соответствующие параметры для завершения операции;

– инструмент «Кривой массив» (в качестве направления указать ребро отверстия), выполнить построение ребер в количестве 6 штук с равным шагом. В области «Функции и грани» отметить поверхность отсека;

– для придания угла поворота верхнего основания относительно нижнего необходимо воспользоваться командой «Гибкие», выбрав при этом плоскости отсечения;

– скруглить наружные и внутренние кромки Холдера. Включить, при желании, графику «RealView» и окрасить модель в желаемый цвет (режим «Закрасить / Внешние виды»).

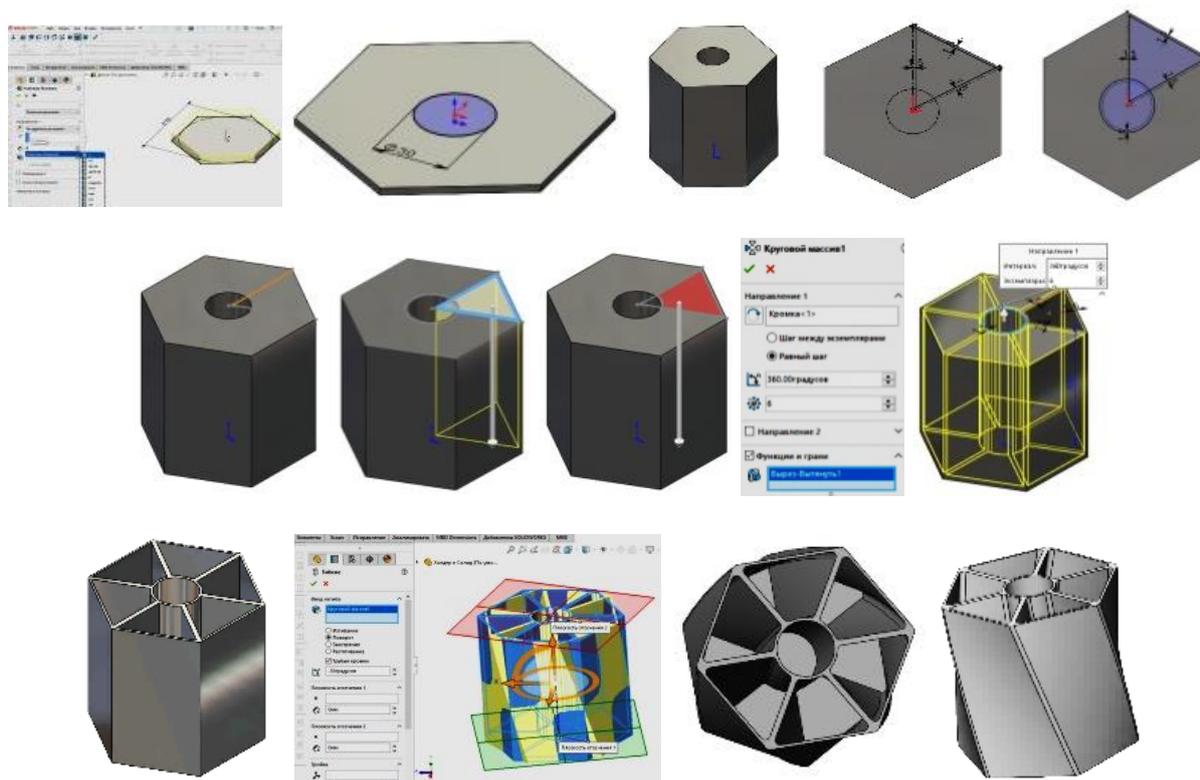


Рисунок 2 – Этапы выполнения модели в SOLIDWORKS

Подводя итог создания модели в указанных редакторах, можно сделать вывод, что на платформе SOLIDWORKS гораздо быстрее и проще студенты справились с поставленной задачей, благодаря имеющемуся в ней инструменту «Гибкие».

Список литературы

1. **Рымкевич, Ж. В.** Возможности и особенности программных продуктов систем автоматизированного производства / Ж. В. Рымкевич, // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 23 апреля 2021 г., Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / М-во науки и высшего образования Российской Федерации, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин), М-во образования Республики Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т ; отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2021. – С. 189–191.
2. Veselova, A. Видеоуроки Компас 3D. Холдер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/latgEtGsNBI>. – Дата доступа: 10.02.2022.

3. Veselova, A. Видеоуроки SolidWorks. Холдер в SolidWorks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/ltjioZJf2ds>. – Дата доступа: 10.02.2022.

УДК 004.92

РЕДАКТОР SOLIDWORKS. ЗАДЕЙСТВОВАНИЕ КОМАНД ПОВЕРХНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ 3D-МОДЕЛИ

Ж. В. Рымкевич, ст. преподаватель

*Белорусско-Российский университет,
г. Могилев, Республика Беларусь*

Ключевые слова: инженерная графика, графическое образование, компьютерная графика и моделирование.

Аннотация. В данной статье представлены этапы по созданию модели в редакторе SOLIDWORKS с применением команд поверхностного моделирования.

Существуют различные технологии создания 3D-моделей. Наиболее распространенными являются: каркасное, поверхностное и твердотельное. Все они имеют ряд преимуществ и недостатков. Тем не менее их коалиционное применение дает хорошие результаты при решении значительной части задач, распространенных в инженерии.

Система SOLIDWORKS дает возможность инженерам и дизайнерам создавать 3D-модели изделий с использованием поверхностного подхода. Это означает, что пользователи могут создавать сложные формы, используя набор инструментов, разработанных для работы с поверхностными объектами.

SOLIDWORKS позволяет генерировать различные геометрические формы: линейчатые, граничные, по сечениям, по траектории, свободной формы, эквидистантные, срединные, импортированные, вращения, плоские, вытяжки, разъема. Упомянутые поверхности относятся к параметрическим, что дает нам возможность редактировать их на различных этапах [1].

При конструировании модели были рассмотрены потенциалы команд поверхностного моделирования: конформация смещенных плоскостей, «Сшить поверхность», «Удлинить поверхность», «Усечь поверхность», «Вытянуть поверхность», «Заполнить поверхность», формирование эквидистанты к поверхности и другие [2].

Отдельные этапы создания 3D-модели с использованием команд поверхностного моделирования:

– создать эскиз дуги. Выполнить смещение объектов, применив инструмент «Эквидистантные». Указать смещенную плоскость, используя одноименную вкладку (рисунок 1);

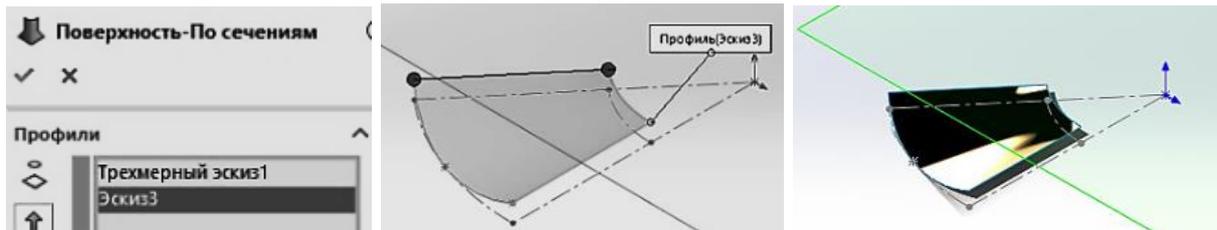
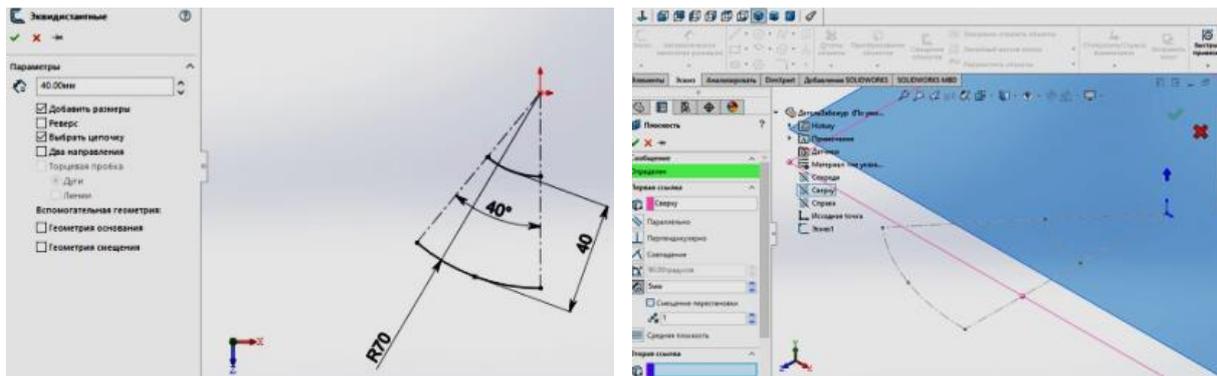


Рисунок 1 – Создание эскиза и смещенной плоскости

– построить эквидистанту к поверхности (рисунок 2);

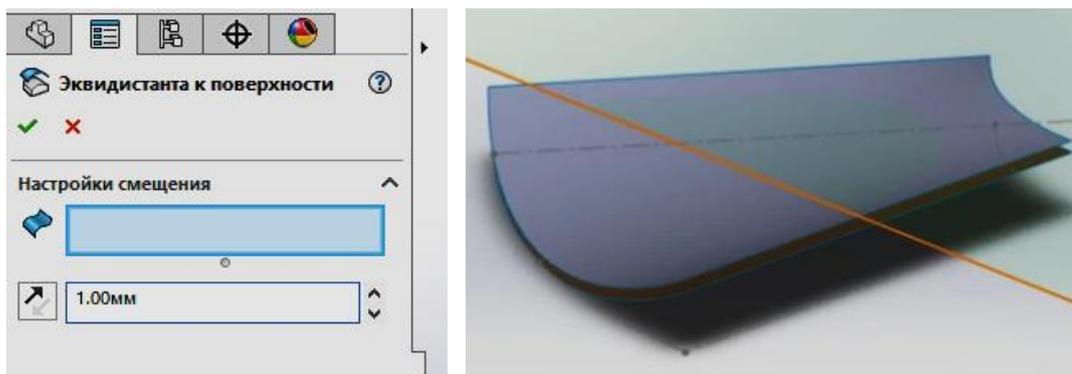


Рисунок 2 – Команда «Эквидистанта к поверхности»

– доработать построение конфигурации (рисунки 3 и 4);

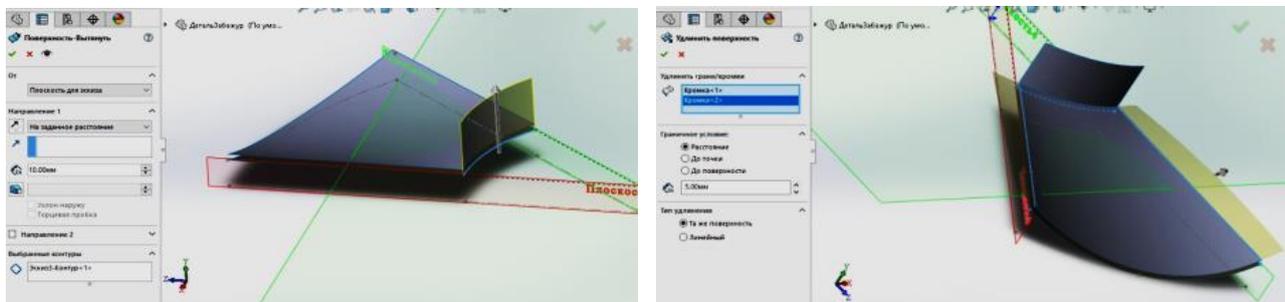


Рисунок 3 – Вытягивание и удлинение поверхности

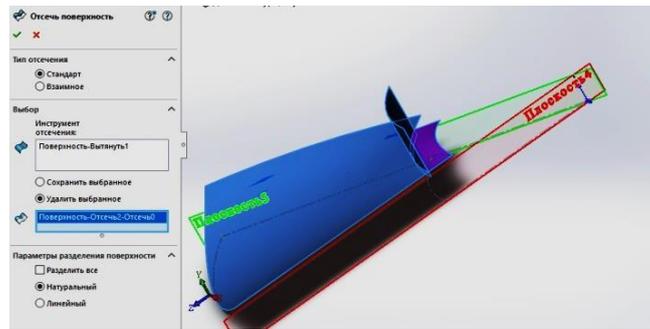


Рисунок 4 – Команда «Отсечь поверхность»

– заполнить полученную форму, применив соответствующую команду (рисунок 5);

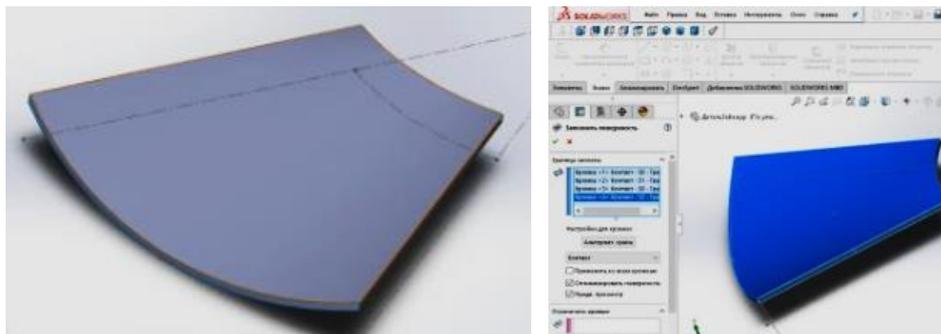
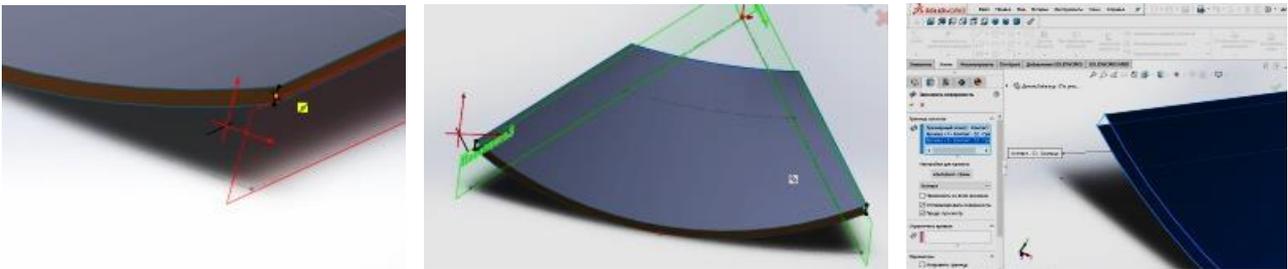


Рисунок 5 – Команда «Заполнить поверхность»

– сшить все области оболочки, используя одноименный инструмент. Объединить границы для получения твердотельного элемента, добавить скругление ребер (рисунок 6);

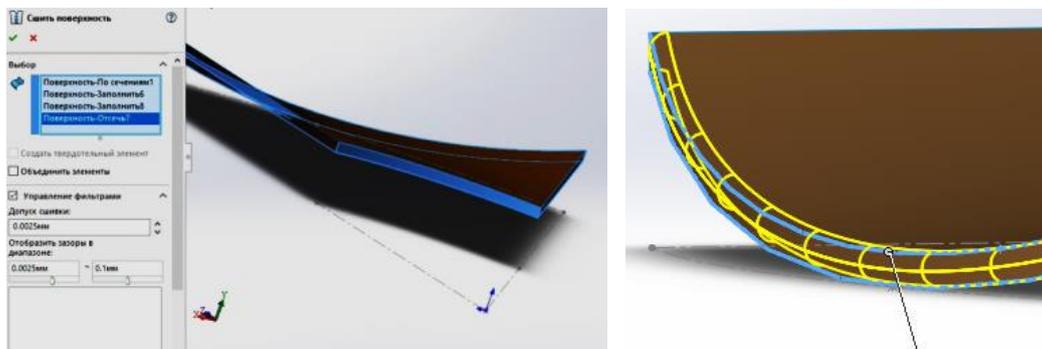


Рисунок 6 – Команда «Сшить поверхность»

– выполнить построение кругового массива, задав необходимые параметры. Скомбинировать все тела (рисунок 7);

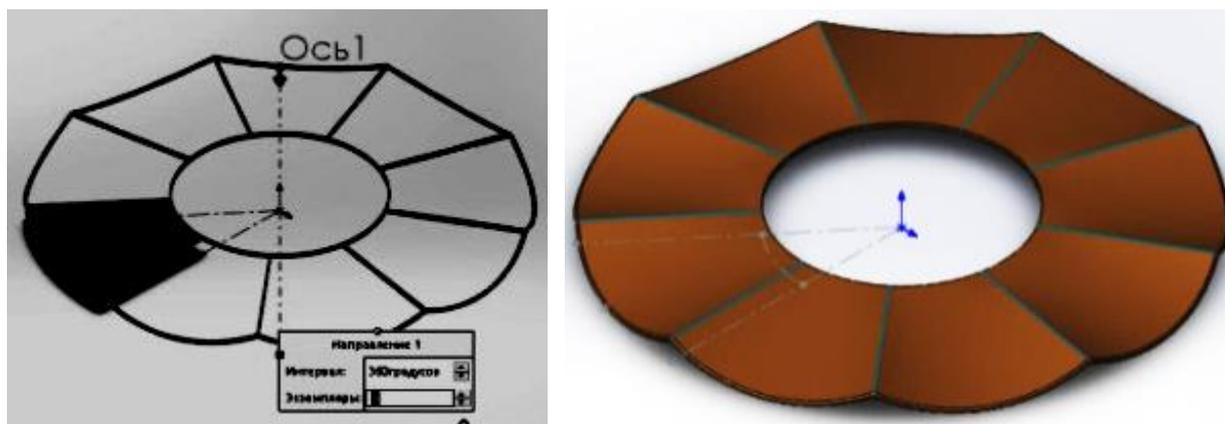


Рисунок 7 – Команда «Круговой массив»

– задействовав вкладку «Разрез», построить новый эскиз. На панели инструментов вызвать команду «Повернутая бобышка», выбрать контур и ось вращения, отключить пункт «Тонкостенный элемент», завершить построения (рисунок 8);

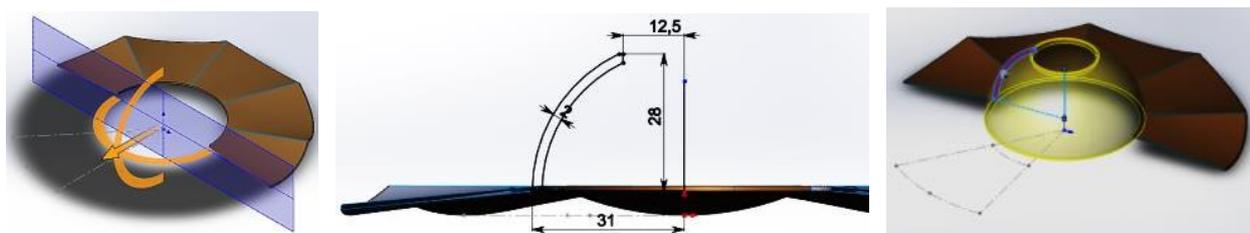


Рисунок 8 – Команда «Повернуть»

– результат моделирования представлен на рисунке 9.

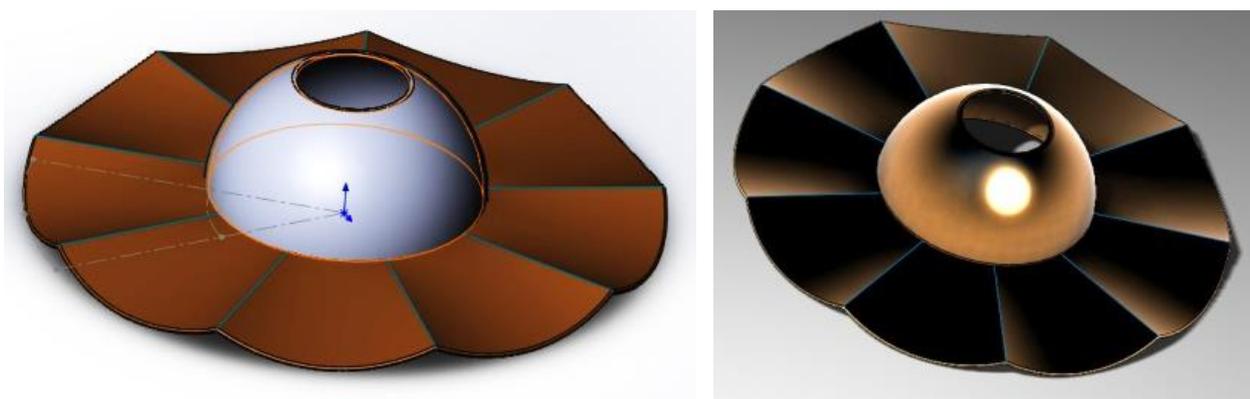


Рисунок 9 – Результат моделирования

Поверхностное моделирование широко используется в различных отраслях: кораблестроение, автомобилестроение, проектировке технологической оснастки, аэрокосмической промышленности и многих других.

Список литературы

1. **Рымкевич, Ж. В.** Возможности и особенности программных продуктов систем автоматизированного производства / Ж. В. Рымкевич, // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 23 апреля 2021 г., Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / М-во науки и высшего образования Российской Федерации, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин), М-во образования Республики Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т ; отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2021. – С. 189–191.
2. Veselova, A. Видеуроки SolidWorks. Абажур в SolidWorks [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://youtu.be/8HlfoJeaJZE>. – Дата доступа: 15.02.2021.

УДК 004.744

КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Г. Р. Салихова, студент,

И. И. Шарипов, кандидат технических наук

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: компьютерное тестирование, тестирование, графические дисциплины, визуальный материал, учебный материал, электронное обучение.

Аннотация. В статье дано общее понятие компьютерного тестирования, рассмотрены основные проблемы, особенности и преимущества тестирования в контексте графического обучения и оценки знаний студентов. Также рассмотрены популярные программы для разработки, проведения и анализа результатов тестирования. Выявлены перспективы развития компьютерного тестирования графических дисциплин.

Проверка знаний студентов играет важную роль в обучении. Компьютерное тестирование – это не только способ закрепления учебного материала, но и эффективный метод контроля прогресса. Тестирование также стимулирует самостоятельное изучение информации. Кроме того, это обеспечивает легкую и объективную оценку степени усвоения учебного материала [1]. Проблема тестирования результатов обучения в графических дисциплинах заключается в том, что традиционные методы оценки, такие как письменные тесты или устные экзамены, могут быть недостаточно эффективными для оценки навыков студентов в создании и восприятии визуальных материалов. Графические дисциплины, такие как дизайн, искусство, архитектура или компьютерная графика, требуют специфических знаний и умений, которые не всегда могут быть проверены традиционными методами оценки.

Преимущества компьютерного тестирования в контексте графического обучения:

1. Возможность включения графических элементов: компьютерные тесты позволяют не только использовать текстовые вопросы, но также включать

изображения, анимации, видео и другие визуальные материалы. Это особенно важно для графических дисциплин, где оценка визуального восприятия и создания имеет ключевое значение.

2. Автоматическая проверка: компьютерные тесты могут быть настроены на автоматическую проверку результатов студентов, что упрощает и ускоряет процесс оценки. Преподаватели могут быстро получать данные об успеваемости и общий анализ результатов.

3. Индивидуализация тестов: компьютерные тесты могут быть настроены на адаптивное тестирование, когда сложность заданий меняется в зависимости от результатов студента. Это позволяет более точно оценивать уровень знаний и навыков каждого студента [2].

Особенности разработки тестовых заданий для графических дисциплин:

1. Использование графических программ: для разработки тестовых заданий в графических дисциплинах необходимо использовать специализированные графические программы, такие как «Adobe Photoshop», «Illustrator», «Sketch», «AutoCAD» и другие. Преподаватели должны быть профессионально подготовлены для работы с такими программами.

2. Тесты на основе проектов: вместо традиционных вопросов-ответов, компьютерные тесты в графических дисциплинах могут включать задания на создание проектов или исследование и анализ визуальных материалов. Такие задания более точно оценивают уровень креативности и профессионализма студента.

3. Обратная связь и оценка: при разработке тестовых заданий для студентов важно предусмотреть не только правильные ответы, но и качественную обратную связь. Студенты должны получать информацию о своих ошибках и советы по улучшению навыков, чтобы процесс обучения был более эффективным.

Существует множество программ для создания и проведения компьютерных тестов в графических дисциплинах, которые предоставляют различные возможности и инструменты для разработки, проведения и анализа результатов тестирования. Вот несколько популярных программ:

1. «Moodle» – это платформа управления обучением с открытым исходным кодом, которая предоставляет возможности для создания тестов с графическими элементами, включая изображения, видео и анимации [3].

В Казанском государственном университете компьютерное тестирование проводится с использованием программной обучающей среды «Moodle».

Мы, проанализировав систему тестирования платформы, пришли к выводу, что система «Moodle» имеет ряд преимуществ для более эффективной поддержки процесса обучения в дистанционной среде в виде: выполнения заданий любой сложности; отработок пропущенных занятий; создания и хранения портфолио обучающегося; самостоятельности и творческого подхода к решению компьютерных заданий; контроля уровня усвоения учебного материала студентом со стороны преподавателя.

2. «Quizlet» – это онлайн-платформа для создания и проведения тестов. «Quizlet» поддерживает вставку изображений и других визуальных материалов, также предлагает различные типы заданий с использованием карточек, такие как игры, тесты, викторины и упражнения на правописание.

3. «ProProfs Quiz Maker» – это инструмент для создания различных типов тестов, включая множественный выбор, заполнение пропусков, сопоставление и другие. Программа позволяет вставлять изображения и видео в тесты. «ProProfs Quiz Maker» предоставляет детальную аналитику и статистику результатов тестирования, что помогает пользователям оценить эффективность своих тестов и улучшить их, если это необходимо [4].

Перспективы развития компьютерного тестирования в графических дисциплинах включают в себя более широкое использование интерактивных и визуальных элементов в тестах, адаптивное тестирование.

Список литературы

1. **Краснова, Г. А.** Электронное образование в эпоху цифровой трансформации / Г. А. Краснова, Г. В. Можяева. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2019. – 200 с.

2. **Захарова, У. С.** MOOK в высшем образовании: достоинства и недостатки для преподавателей / У. С. Захарова, К. И. Танасенко // Москва: Высшая школа экономики, 2019. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vo.hse.ru/data/2019/09/16/1541238294/07%20Zakharova.pdf>. – Дата доступа: 03.04.2024.

3. **Медведева, О. А.** Интерактивные возможности электронного учебного курса, разработанного на основе системы Moodle / О. А. Медведева // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2019. – № 4. – С. 62–67.

4. **Кривоносова, Е. И.** Некоторые проблемы внедрения компьютерного тестирования для контроля результатов обучения графическим предметам / Е. И. Кривоносова, М. А. Морозова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – №4–1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-problemy-vnedreniya-kompyuternogo-testirovaniya-dlya-kontrolya-rezultatov-obucheniya-graficheskim-pred>. – Дата доступа: 03.04.2024.

РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЗВУКОВОЙ НАВИГАЦИИ ПО ВЕБ-САЙТУ

В. А. Столер, канд. техн. наук, доцент,
К. А. Гурин, магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: обработка звука, дефекты произношения слов, интерфейс программы, алгоритмы обработки.

Аннотация. Предложен алгоритм построения пользовательского интерфейса программы для распознавания дефектов слов при их произношении, используемой в устройствах звукового управления, например веб-сайтом. Рассмотрены способы оптимизации программы и пути повышения точности распознавания речи.

К настоящему времени произошло заметное увеличение способов взаимодействия пользователя с интерфейсом программ и устройств. В частности, большую популярность набирает автоматическое распознавание речи (ASR), используемое в звуковом управлении устройствами. Известно множество различных программ распознавания речи, однако большинство из них являются коммерческими. Поскольку коммерческие распознаватели речи доступны для четко определенных приложений, таких как произношение или транскрипция, многие проблемы ASR, такие как распознавание в шумной среде, низкое качество записи и распознавание при дефектах речи, еще предстоит эффективно решить [1].

В данной статье предложен алгоритм построения программы для распознавания ключевых слов, используемых при голосовом управлении, содержащих дефекты произносимой речи. В терминах цифровой обработки сигналов процесс шумоочистки представляет собой преобразование входного сигнала, содержащего как полезный сигнал – речь, так и аддитивный сигнал-помеха – шум, в выходной сигнал, содержащий только речь. Поскольку создание систем, в точности удовлетворяющих данному условию, невозможно, задачу очистки сигнала от шума упрощают [2].

На первом этапе зададим погрешность для шума, оставшегося после обработки. Определим локальные максимумы графика. Интервал M_i , на котором график выходит за пределы заданного значения $\Delta_{ш}$, имеет локальный максимум и ограничен локальными минимумами, является буквой в слове (рисунок 1).

На втором этапе сопоставляем эталонный график и график записанной речи. Выберем количество точек N для сравнения на заданном интервале M_i и зададим погрешность для точек, в пределах сравниваемых интервалов графиков, $\Delta_{т}$. При этом эталонными считаются графики слов, записанные на профессиональном оборудовании и содержащие минимальное количество шумов. Данные условия необходимы для минимизации числа ошибок при сравнении слов.

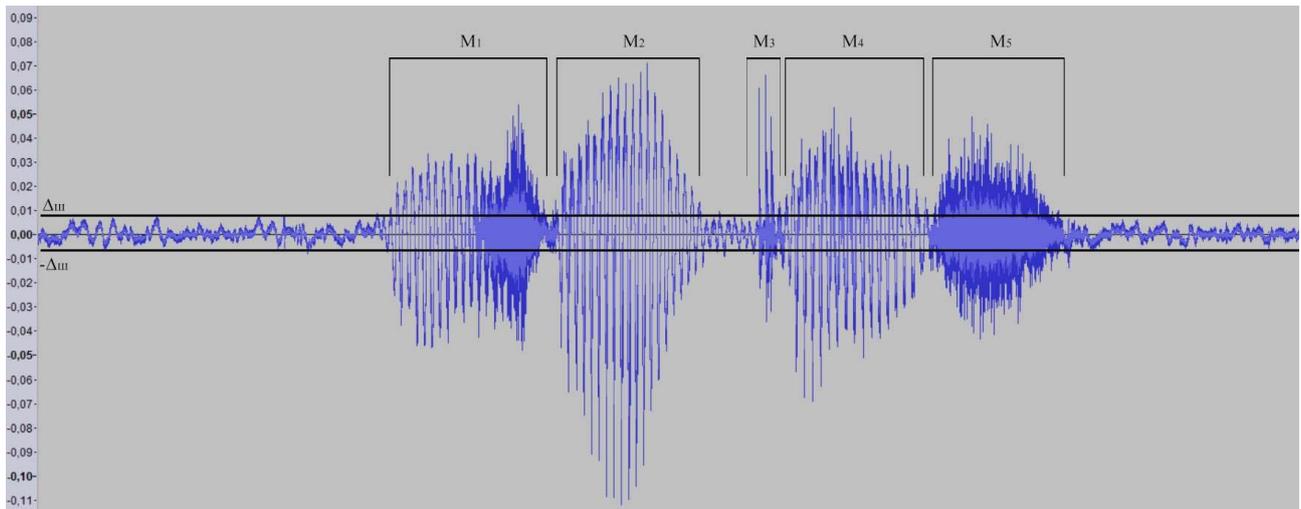


Рисунок 1 – Выбор интервалов M_i на графике записанной речи

При равенстве точек $[x_j; y_j]$ графика записанной речи точкам $[x_k; y_k]$ эталонного графика с учетом выбранной погрешности Δ_T можно говорить о равенстве произнесенных букв.

Из равенства всех интервалов M_i сравниваемых звуковых сигналов следует равенство произнесенных слов.

В результате, обобщенный алгоритм программы для распознавания ключевых слов в записанной речи можно представить следующим образом (рисунок 2).

Для оптимизации алгоритма необходимо нормализовать входной сигнал, т. е. задать верхнюю границу значения y . Таким образом, если разница между минимальным (максимальным) значением y первого графика и минимальным (максимальным) значением y второго графика больше заданной погрешности точки Δ_T , можно говорить о неравенстве символов, т.е. о неравенстве слов [3].

Для корректного определения M_i необходимо учесть, что значение y локального максимума символа много больше заданного значения погрешности шума $\Delta_{ш}$.

Изменение значений погрешности шума $\Delta_{ш}$ и погрешности точки Δ_T позволяет задать необходимую точность сравнения.

При разработке алгоритма необходимо учесть следующие возможные ситуации: количество символов M в записанном слове больше, чем у эталонного; интервал M в записанном слове вмещает в себя большее количество точек N , чем эталон.

Большее число символов M в записанном слове может означать не только более длинное слово, но и дефект произношения (например, «Привет»). Для обработки данной ситуации необходимо предусмотреть проверку, в которой у записанного слова будут попарно сравниваться соседние интервалы M_i и M_{i+1} . Если соседние интервалы равны между собой, значит M_i необходимо исключить из сравнения.

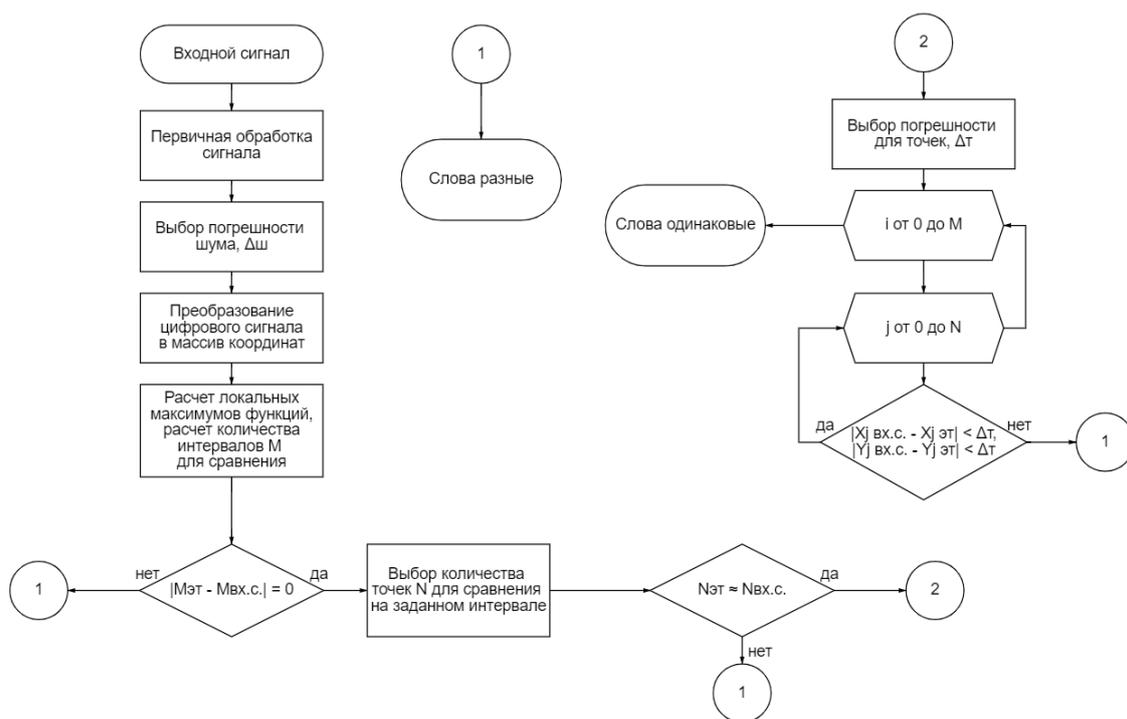


Рисунок 2 – Алгоритм программы для распознавания ключевых слов

В заключении необходимо обратить внимание на такую ситуацию, при которой длина интервала M_i в записанном слове больше длины соответствующего интервала M_i в эталонном слове, т.е. количество вмещаемых интервалом точек N различно. Такое различие может возникнуть не только при неравенстве символов, но и при более длинном произношении буквы (например, «Ммама»). При систематическом повторении значений y в пределах рассматриваемого интервала, можно говорить о более длинном произношении символа и исключить часть интервала из сравнения для уравнивания значений N .

В результате исследований был выполнен анализ основных способов взаимодействия пользователя с интерфейсами, используемых в программах распознавания речи. Предложен алгоритм обработки звука, учитывающий дефекты произношения слов, для построения компьютерной программы распознавания речи, используемой при звуковом управлении электронными устройствами. Рассмотрены способы оптимизации программы и повышения точности распознавания речи.

Список литературы

1. **Benesty, J.** Springer Handbook of Speech Processing / Jacob Benesty, M. Mohan Sondhi, Yiteng Arden Huang. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – 1161 p.
2. **Vishnyakov, I. E.** Methods and algorithms for real time voice noise cleaning / I. E. Vishnyakov, M. M. Masyagin, O. A. Odintsov, V. V. Sliusar // Proc. Univ. Electronics, 2021. – vol. 26. – no. 2. – pp. 184–196.
3. **Padmanabhan, J.** Machine Learning in Automatic Speech Recognition: A Survey / Jayashree Padmanabhan, Melvin Jose, Johnson Premkumar // Proc. IETE Technical Review, 2015. – vol. 32. – no. 5. – pp. 240–251.

РЕШЕНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ВУЗА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА НА BIM (ТИМ) ТЕХНОЛОГИИ

М. Г. Тен, ст. преподаватель,
С. В. Максимова, ст. преподаватель

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: студенты строительного вуза, BIM (ТИМ) технологии, профессиональные компетенции, видеоуроки, Renga.

Аннотация. Статья освещает решение актуальных проблем, возникающих в процессе обучения студентов строительного вуза в условиях перехода строительной отрасли на BIM (ТИМ) технологии. Решение проблемы опирается на комплексный подход, ориентированный на применение учебно-методических материалов разнообразных форм с включением обязательных заданий, разработанных в отечественной BIM-системе Renga.

Согласно Постановлению Правительства РФ № 331 с 1 июля 2024 года при реализации проектов капитального долевого строительства застройщики должны использовать BIM (ТИМ) системы [1]. Вместе с тем на рынке труда присутствует дефицит проектировщиков, владеющих навыками проектирования в системах, поддерживающих эти технологии. В связи с этим в строительных вузах страны на первый план вышла проблема подготовки специалистов, владеющих BIM (ТИМ) технологиями.

Анализируя материалы по проблеме подготовки специалистов на кафедрах графического цикла [2, 3, 4], мы пришли к выводу, что подготовить компетентного специалиста возможно при реализации следующих задач:

- 1) разработка учебных курсов в цифровой среде вуза с вариативными заданиями в системе Renga с применением учебно-методических материалов разнообразных форм;
- 2) внедрение в учебные курсы видеоматериалов преподавателя инженерной и компьютерной графики, доступных в цифровом мировом пространстве для наилучшего восприятия полученной информации [5];
- 3) применение актуальных способов взаимодействия со студентами в интернет-пространстве.

На данный момент на кафедре «Инженерная и компьютерная графика» создан курс в системе Moodle для третьего семестра с вариативными заданиями, инструментом для решения которых является российская система Renga, поддерживающая BIM (ТИМ) технологии. Согласно заданию, студенты должны построить информационную модель здания и создать по ней проектную документацию. Курс сопровождается разнообразный обучающий контент, в том числе тестовые задания, пошаговые инструкции, видеоматериалы и полезные ссылки на ГОСТы и интернет-ресурсы с электронными пособиями. Взаимодействие со

студентами осуществляется в аудиториях, социальную сеть «ВКонтакте», а также применение технологии e-learning (системы управления обучением).

Эффективному освоению системы Renga способствует авторский курс преподавателя кафедры «Инженерная и компьютерная графика» «Основы автоматизированного проектирования». В настоящее время в этот курс, только в раздел «Renga», помещены 64 видеоурока, которые сопровождается текстовая информация и тесты. Видеоуроки внедрены в учебные курсы в виде ссылок на видеоресурс Youtube. В настоящее время в учебном канале находятся 396 видео в открытом доступе, которые сгруппированы в виде двадцати восьми плейлистов, четыре из которых посвящены программе Renga. Первый плейлист освящает общие понятия, на втором размещены уроки по выполнению учебного задания, третий содержит материалы проблемных дискуссий по внедрению BIM (ТИМ) технологий в нашей стране. В канал помещены также уроки для самостоятельного освоения зарубежных графических систем, поддерживающих BIM технологии (AutoCAD Architecture, Revit).

Таким образом, в период с 2018 по 2024 годы в цифровой среде строительного вуза был создан уникальный образовательный контент по инженерной и компьютерной графике, а также по основам автоматизированного проектирования для студентов строительного вуза. Контент обеспечивает формирование необходимых компетенций специалиста-инженера, помогая эффективно освоить инструментарий современного инженера с применением BIM (ТИМ) технологий уже на первых курсах.

Несмотря на обширность педагогических разработок, мы полагаем, что трансформацию цифрового образовательного пространства кафедры необходимо продолжить, в том числе в направлении насыщения курсов видеоматериалами по применению систем, поддерживающих BIM (ТИМ) технологий. Это связано со стремительным развитием этих систем, а также возрастающей потребностью строительных отраслей в BIM специалистах. Исследования могут быть использованы для развития кафедр графического цикла в любом регионе нашей страны, ориентированных на обучение современным концепциям проектирования.

Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» от 05.03.2021 № 331 // Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103100026>. – Дата доступа: 06.02.2024.

2. **Вольхин, К. А.** Влияние цифровых технологий на содержание инженерной графической подготовки студента строительного вуза / К. А. Вольхин // Экономические системы: целевые ориентиры в условиях четвертой промышленной революции : Материалы международной научно-практической конференции, Новосибирск, 14–15 апреля 2021 года, Новосибирск, 2021. – С. 14–19.

3. **Петухова, А. В.** Образовательное пространство кафедры графического цикла в условиях глобальной цифровизации образования / А. В. Петухова // Профессиональное образование в современном мире. – 2019. – Т. 9, № 2. – С. 2786–2794. – DOI 10.15372/PEMW20190215.

4. **Тен, М. Г.** Оптимизация графической подготовки студентов строительного вуза в условиях цифровизации образования / М. Г. Тен, Э. В. Ермошкин // Мир науки, культуры, образования. – 2022. – №. 2 (93). – С. 134–137.

5. **Тен, М. Г.** Решение актуальных проблем модернизации преподавания графических дисциплин / М. Г. Тен // Актуальные проблемы модернизации высшей школы: модернизация отечественного высшего образования в контексте национальных традиций: Материалы международной науч.-метод. конференции, Новосибирск, 30 января 2019 г. – Новосибирск, 2019. – С. 275–278.

УДК 378.147

ЗАЩИТА АЛЬБОМА ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ КАК ФАКТОР ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

З. Н. Уласевич, канд. техн. наук, доцент,

В. П. Уласевич, канд. техн. наук, доцент

Брестский государственный технический университет, г. Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: чертеж по ГОСТ ЕСКД, сборочная единица, деталь сборочной единицы, стандартные изделия, эскиз детали, сборочный чертеж, стандартные разъемные и неразъемные соединения, формы спецификаций.

Аннотация. Основы построения чертежа по ГОСТ ЕСКД. Форма и методы представления графической информации для сборочного разъемного и неразъемного соединения. Классификация сборочных разъемных соединений (резьбовых, болтовых, винтовых, трубных), имеющих соединительные стандартные детали. Неразъемные сборочные чертежи по способу соединения деталей электросваркой, газосваркой, пайкой, склеиванием, опрессовкой, с указанием способов соединения стандартных деталей.

Введение. Завершен первый семестр и сложная работа студента над курсом «Начертательная геометрия» [1], успешно, наконец, выполнен альбом чертежей по курсу «Инженерная графика». Студента этот курс [2]:

– ознакомит с основными стандартами по созданию и оформлению конструкторской документации;

– научит разбираться в информации, представленной в чертежах;

– предоставит надежный ориентир в выборе необходимых изображений и выполнении их с учетом требований ГОСТ по установлению всех размеров на чертеже

Организация процесса обучения. Для получения знаний, умений и навыков при изучении курса «Инженерная графика» преподавателю, работая с группой студентов, необходимо помочь студенту организовать рабочее место в оборудованном

чертежном зале, закрепленном за кафедрой. В соответствии с учебной программой студенты проинформированы о необходимом количестве требуемых форматов чертежной бумаги, чертежных инструментах, литературных источниках, которые можно получить в библиотеке ВУЗа [2], и, по необходимости, о дополнительных раздаточных материалах в учебном кабинете кафедры. Сформированные предварительно необходимые обучающие графические программы с сопровождением теоретического материала по соответствующим темам передаются преподавателем студентам на флэшке для их личных ноутбуков. С этими материалами студенты имеют возможность осуществлять самостоятельную работу по каждой конкретной теме программы курса «Инженерная графика».

Таким образом, организация рабочего места студента обеспечивает управляемый научно-методический подход преподавателем при объяснении теоретического материала и выдачу студенту задания по соответствующим темам на занятиях, способствует повышению ответственного отношения каждого студента в достижении повышения качества образования и его компетентности. Ритм работы организован целенаправленно, грамотно, консультации проводятся преподавателем в соответствии с возникающими по существу вопросами. Здесь актуальны и проводимые деловые игры на примере использования в роли консультантов-помощников хорошо подготовленных и хорошо успевающих студентов-тьюторов. Эта методика подтверждает изложенную в [3] ступень-общения среди студентов, получившая название при изучении графических дисциплин «сверстническое тьюторство».

Сборочный чертеж сборочной единицы. В данном контексте уместно обозначить пример данной темы, по сути своей являющейся главной основополагающей темой не только для первокурсника в курсе «Инженерная графика», но и в межпредметных связях в последовательности дальнейшего получения студентом инженерного образования в целом в ВУЗе, а затем и в своей профессиональной деятельности.

При объяснении теоретического материала и выдаче задания студентам, в том числе и для специальности 6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью», доводится до сведения главная цель: «Документация сборочного чертежа», включающая в свой состав:

- сборочный чертеж общего вида сборочной единицы;
- спецификация;
- эскизы деталей.

В состав сборочных единиц, которые получает студент на занятиях, входят разъемные и неразъемные соединения.

Для разъемных соединений основным параметром является метрическая либо трубная резьба, для неразъемных – шов. Всеми необходимыми раздаточными материалами для реализации полученного теоретического материала в выполнении графической работы студент обеспечен в [2]. В дополнении к изложенному целесообразно указать студенту и то, что для указанной специальности в каждом чертежном зале имеются и натурные наглядные сборочные единицы – системы внутренней разводки трубопроводов водоснабжения и отопления. Именно здесь, на реальных натуральных примерах имеется

максимальная возможность закрепить теоретический материал, сравнить конструктивные параметры соединительных деталей со справочными. Здесь студент может профессионально подойти и к классификации, и к названиям, как стандартных, так и нестандартных деталей, в определении необходимости выполнения эскизов и рабочих чертежей деталей. Резьбовые фасонные детали трубных соединений имеют общее название – фитинги. Фитинги трубопроводов общего назначения стандартизированы. Поэтому студент понимает, что не нужно выполнять рабочие чертежи этих деталей.

Классификация и название стандартных деталей фитингов (ГОСТ 8957-75) установлены в соответствии с их применением в трубных соединениях различного функционального назначения:

- муфты – соединяют встык трубы одинакового диаметра;
- угольники – соединяют встык трубы под прямым углом;
- крестовины – обеспечивают ответвление в двух направлениях от магистрального трубопровода;
- футорки – присоединяют трубу к отверстию большего диаметра;
- тройники – обеспечивают ответвление в одном направлении от магистральной трубы;
- колпаки и пробки – используются для заглушки концов труб.

Целесообразно на реальных магистральных трубопроводах проанализировать и нестандартные детали в вентилях и водоразборных кранах, предварительно разработать структурную схему сборки узла. Например, в сборочной единице «Вентиль запорный» в структурную схему сборки узла последовательно включаются: корпус, клапан, шпindel, штуцер, втулка, гайка накидная, на которые разрабатываются эскизы и рабочие чертежи.

Заключение. В изложенной статье проанализирован научно-методический подход при выполнении графических работ студентами первого курса. По завершению выполнения графических работ, в целом, студент в определенной последовательности формирует, сшивает альбом и публично его защищает перед группой [3]. Преподаватель оказывает помощь в составлении доклада в соответствии с установленным регламентом. После доклада следуют ответы на возникшие вопросы как со стороны преподавателя, так и со стороны студентов.

Такая методика обучения студентов позволяет сформировать знания, умения и навыки по курсу «Инженерная графика», что дает возможность повысить их профессиональные компетенции.

Список литературы

1. Уласевич, З. Н. Начертательная геометрия. Приложение: компакт-диск / З. Н. Уласевич, В. П. Уласевич, О. А. Якубовская. – Минск : Беларус. Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2009. – 197 с.
2. Уласевич, З. Н. Инженерная графика : практикум : учебное пособие / З. Н. Уласевич, В. П. Уласевич, Д. В. Омесь. – 2-е изд. перераб. – Мн.: Вышэйшая школа, 2020. – 206 с.
3. Уласевич, В. П. Сверстническое тьюторство как инновационная образовательная среда при изучении инженерной графики / В. П. Уласевич, З. Н. Уласевич // Инновационные

технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 23 апреля 2021 года, Брест, РБ, Новосибирск РФ / отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ. – С. 234–237.

УДК 004.94

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ФОРМАТЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Н. Р. Хайретдинова, студент,
И. И. Шарипов, канд. техн. наук, доцент

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация

Ключевые слова: инновационные технологии, графические дисциплины, дистанционное обучение.

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности изучения графических дисциплин в формате дистанционного обучения и их преимущества. Приведены примеры образовательных платформ, наиболее удобных для обучения студентов и школьников.

Одним из актуальных вопросов является совершенствование системы высшего образования до уровня международных стандартов качества подготовки и повышения квалификации специалистов. Ввиду существенных особенностей заочного обучения невозможно обеспечить получение студентами заочного отделения должной качественной инженерной подготовки традиционными методами. Учебного года недостаточно, поскольку на учебу отведено всего 10% времени, и нет прямого общения с преподавателями. Лектору приходится постоянно искать пути совершенствования образовательного процесса за счет этих особенностей. [1]

Технологии дистанционного обучения являются успешным дополнением как заочного, так и очного обучения, поскольку они развиваются и совершенствуются. Традиционное образование существенно трансформировалось за счет дистанционного обучения.

Электронные образовательные ресурсы относятся к числу методов дистанционного обучения [2]. При дистанционном обучении студенты обязаны работать самостоятельно, контролируемо и интенсивно, следуя индивидуальному графику. Это основа образовательного процесса. Учебный процесс по дисциплине должен быть построен таким образом, чтобы каждый студент усвоил и выполнил свои графические задания, усвоил материал. Это имеет решающее значение для эффективного обучения. Возможность проведения ориентационной сессии на первом курсе не рассматривается в связи с важностью наличия стартовых знаний для самостоятельного изучения дисциплины. На ориентационных занятиях преподаватель объясняет студентам-заочникам все предметы и представляет их блоками или модулями в логической прогрессии. Студентам необходимо понять положение темы в своей предметной

области, ее взаимосвязь с другими предметами, а также то, какой из них является важным или фундаментальным. После этого учащиеся смогут быстро вспомнить ключевые моменты при самостоятельной работе и вернуться к пройденным темам.

Использование презентаций дает возможность наглядно показать правильные приемы работы, последовательность выполнения графических операций с пошаговой демонстрацией рассуждений. Презентации – это эффективный способ представления информации, позволяющий студенту сконцентрироваться на важных темах без лишней информации. Особенно это удобно при объяснении многоэтапных задач, таких как 3D-моделирование или черчение. Студент сможет повторить работу без ошибок, и у него будет время для того, чтобы понять материал, поскольку в дистанционном формате времени дается больше, чем на очных занятиях (2 академических часа).

Объединение звуковой, видео, графической и компьютерной сред достижимо за счет использования мультимедийных технологий. Интеграция этих сред приводит к качественно новому способу восприятия информации студентами. Во время представления мультимедийных презентаций обучающимся предоставляются как устные, так и визуальные элементы, помогающие запомнить материал. На сегодняшний день многие учебные заведения используют дистанционные технологии в обучении графическим дисциплинам. Некоторые создают свою платформу, где преподаватель контролирует весь учебный процесс. Есть и другой метод: использование готовой образовательной платформы. Примером может послужить маркетплейс онлайн-курсов Stepik. Преподаватель может создать свой курс (бесплатный или платный), настроить для него доступ, добавить в него задания разного уровня (от легкого до повышенной сложности), создать сертификаты для тех, кто успешно прошел курс. Особенно это удобно, если учащимся необходимы начальные знания для работы в какой-либо программе. Короткий курс на такой платформе позволит натренировать руку, освоить минимально необходимые навыки и учиться, не отставая от остальных. Кроме того, на таких электронных курсах можно обсуждать в комментариях задачи и вместе с другими студентами советоваться, как прийти к верному решению. Дополнительно, есть возможность прикреплять файл выполненной графической работы на этой же платформе.

Для обучения 3D-моделированию школьников хорошей платформой может служить Tinkercad, благодаря доступности, понятному интерфейсу. Дополнительное преимущество – на данной платформе есть готовые видеуроки для начинающих.

Инновационные технологии играют решающую роль в образовании, выступая инструментом решения конкретных педагогических задач и способствуя развитию методики, новых форм обучения студентов. Использование инструментов дистанционного обучения может улучшить образовательные процессы за счет учета различных факторов, таких как структурные элементы системы управления и цели обучения, роль преподавателя и студента/ученика, а также образовательное взаимодействие.

Список литературы

1. **Трифорова, В. В.** Использование дистанционных технологий в преподавании графических дисциплин / В. В. Трифонова, О. В. Белокрылова // Вестник ИрГТУ. 2011. – № 7 (54). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-distantsionnyh-tehnologiy-v-prepodavanii-graficheskikh-distiplin>. – Дата доступа: 10.03.2024.
2. **Матвеев, Д. В.** Дистанционное обучение начертательной геометрии / Д. В. Матвеев, В. Т. Тозик // Вестник Учебно-методического объединения по профессионально-педагогическому образованию / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. – Екатеринбург, 2005. – Вып. 2 (38). – С. 79–84.

УДК 004.942

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Э. К. Хасанов, студент,
М. С. Синяшкин, студент,
Д. В. Хамитова, канд. техн. наук, доцент

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, промышленное производство, инновации, стандарты.

Аннотация. Аддитивные технологии, или технологии создания объектов путем наращивания материала, являются одним из ключевых направлений современной индустрии. Статья рассматривает суть аддитивных технологий, их преимущества и области применения. Также освещаются стандарты и нормативы, регламентирующие использование аддитивных технологий в различных отраслях.

Аддитивные технологии – это совокупность методов создания трехмерных объектов путем наращивания материала слой за слоем на основе цифровой модели. Эти технологии имеют ряд преимуществ перед традиционными методами производства, такими как литье или обработка заготовок из твердого материала. Они позволяют изготавливать сложные детали с высокой точностью и экономически эффективно.

Одним из наиболее популярных видов аддитивных технологий является 3D-печать. Этот процесс позволяет создавать объекты из различных материалов, включая пластик, металлы, керамику и даже биологические материалы. 3D-печать активно применяется в различных отраслях, таких как медицина (изготовление протезов и имплантатов), авиационная и автомобильная промышленность (производство деталей для двигателей и обтекателей), архитектура и строительство (макеты зданий и элементы декора), а также в образовании и исследованиях (прототипирование и создание экспериментальных моделей).

Одним из важных аспектов использования аддитивных технологий является соблюдение стандартов и нормативов, регламентирующих этот процесс. В России данная область регулируется ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов

безопасности труда (ССБТ). Основные термины и определения», который включает в себя термины и определения, используемые при проектировании, разработке и эксплуатации аддитивных технологий.

Аддитивные технологии представляют собой важное направление развития современной промышленности, обеспечивая высокую гибкость производства и возможность создания инновационных решений в различных областях (см. рисунок).

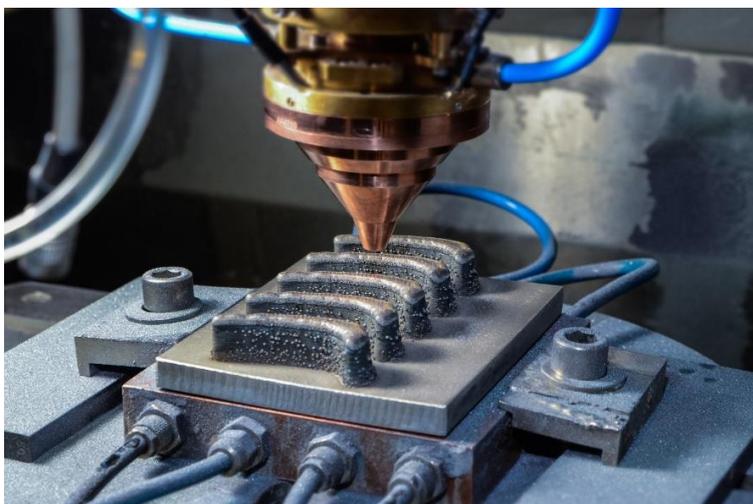


Рисунок – Печать металлической детали на 3D-принтере

Преимуществами аддитивных технологий являются гибкость производства и возможность индивидуального подхода к изготовлению деталей, экономическая эффективность за счет сокращения времени и затрат на производство, возможность создания сложных геометрических форм, которые трудно или невозможно изготовить традиционными методами, возможность использования широкого спектра материалов, включая пластик, металлы, керамику и биологические материалы. Области применения аддитивных технологий обширны: промышленное производство деталей для авиации, автомобилестроения, машиностроения и других отраслей, в медицине это – изготовление протезов, имплантатов, моделей органов для обучения и практики, в архитектуре и строительстве это – создание макетов зданий, элементов декора, архитектурных деталей, в образовании и науке – прототипирование, создание экспериментальных моделей, обучение студентов.

Аддитивные технологии играют значительную роль в современной индустрии и науке, обеспечивая возможность создания инновационных решений, повышение гибкости производства и сокращение времени и затрат на производство.

Список литературы

1. ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Основные термины и определения».
2. **Кучеров, Ю. А.** 3D-печать и аддитивные технологии: учебное пособие / Ю. А. Кучеров, Е. В. Комзева. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020.
3. **Стрельников, В. М.** Аддитивные технологии: принципы, оборудование, материалы / В. М. Стрельников. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2019.

4. **Зиангиров, А. Ф.** 3D печать цифровой модели / А. Ф. Зиангиров, А. М. Мугинов, Д. В. Хамитова / Международная молодежная научная конференция «Гинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация»»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2022. – Т. 3. – С. 51–53.

УДК 378.147

ВАРИАНТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

Т. А. Шабан, ст. преподаватель

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: графическая компетентность, графическая грамотность, качество подготовки инженера.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос графической подготовки инженера через реализацию профессиональной направленности комплекса задач и заданий.

Инженерная графика, являясь важной для будущего специалиста областью знаний в техническом вузе, объединяет ряд самостоятельных дисциплин: начертательную геометрию, техническое черчение, компьютерную графику и предназначена, по самой своей сути, обеспечить умение выполнять различную техническую документацию: сборочные чертежи узлов машин и механизмов, рабочие чертежи деталей и их эскизы, графики, различные схемы и диаграммы, а также уметь заполнять сопроводительную техническую документацию. Появилось много новых или обновленных ГОСТов ЕСКД, ориентированных на трехмерный формат конструкторских документов, что потребовало от обучаемых умения создавать и цифровые модели. «Чертеж – это язык техники, так как даже самое подробное описание окружающих нас предметов не может дать о них такого полного представления, как чертеж. Стандартизация чертежей обеспечивает единство применяемых условностей и предельно четкое и однозначное понимание их содержания» [1].

Таким образом, инженерная графика является фундаментом для последующих технических дисциплин, входящих в государственный компонент и компонент учреждения высшего образования (детали машин, технология машин и механизмов, теоретическая механика и т.д.), т.е. востребована на всем протяжении обучения и заканчивается дипломным проектом, который состоит из большой графической части.

Сокращение объема аудиторных часов на общетехнические дисциплины и увеличение доли самостоятельной работы в вузе требует разработки более эффективных методов, форм организации учебного процесса. На наш взгляд методика обучения должна соответствовать задачам формирования профессиональной компетентности. При этом необходимо наличие комплекса профессионально

направленных разноуровневых индивидуализированных заданий, упражнений и задач, призванных восполнить разрыв между теоретическими основами инженерной графики и необходимостью формировать умения выполнять специфические для инженера виды деятельности: проектирование, исследование, конструирование и иные.

В соответствии с образовательным стандартом у специалистов инженерных специальностей должна сформироваться следующая базовая профессиональная компетенция: «Владеть способами и методами графических изображений предметов, деталей и узлов на плоскости и в пространстве, оформлять и разрабатывать конструкторскую документацию, согласно ЕСКД, уметь читать чертежи для использования в профессиональной деятельности» [2]. Заявленная в образовательном стандарте компетенция необходима для формирования у студентов способности качественного выполнения графической части курсовых, дипломных проектов и в последующей профессиональной деятельности

Содержательный, структурно-логический и понятийный анализ расчетно-графических работ по инженерной графике и курсовых проектов в рамках других профессиональных дисциплин обозначил трудности, с которыми сталкиваются студенты при их выполнении. Обнаружилась недостаточность заданий профессиональной направленности по инженерной графике, задания не в полной мере отражают специфику будущей профессиональной деятельности. Основное внимание уделяется логике и специфическому содержанию дисциплины. Упор делается на теоретически обобщенные методы начертательной геометрии, опираясь на которые, обучаемые в последствии должны решать конкретные задачи профессиональной деятельности. Но анализ показал, что на начальных этапах образовательного процесса, а дисциплина изучается на первом и втором курсах, студенты недостаточно ясно представляют, где и как они смогут применить эти знания и умения в своей будущей профессиональной деятельности, что не способствует устойчивой мотивации к изучаемому материалу.

На основе учета требований заказчиков кадров к будущему инженеру, анализа их профессиональной деятельности в процессе производственной практики (технологической и преддипломной), изучения запросов руководителей курсовых и дипломных проектов мы предлагаем учесть уже на первых курсах, при изучении дисциплины «Инженерная графика», умения анализировать учебные задачи в соответствии с будущей профессиональной деятельностью.

Таким образом, профессиональная направленность инженерной графики может быть обеспечена специальным подбором комплексов заданий, упражнений и производственных ситуаций в соответствии с будущими техническими заданиями на курсовые и дипломный проекты.

Список литературы

1. **Новичихина, Л. И.** Техническое черчение: Справ. пособие / Л. И. Новичихина. – Мн.: Вышш. школа, 1983. – 222с.

2. Высшее образование. Первая ступень. 1-53 01 11. Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами (по направлениям). Квалификация зависит от направления специальности: ОСВО 1-53-0101-2019. – Введ. 26.10.2023. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь, 2015. – 13 с.

УДК 004.942

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ: АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ С СУБТРАКТИВНЫМИ МЕТОДАМИ

Р. И. Шарифуллин, студент,
О. А. Полежаев, студент,
Д. В. Хамитова, канд. техн. наук, доцент

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: технологии, сравнение, детали, эффективность, преимущества, 3D-печать, технологии, производство, металлические субтрактивные аддитивные ограничения.

Аннотация. В настоящее время в производстве металлических деталей активно обсуждаются и исследуются аддитивные технологии как альтернатива традиционным субтрактивным методам. Аддитивные технологии, такие как 3D-печать, предоставляют новые возможности для проектирования и производства сложных геометрических форм, а также эффективно используют материал, что снижает отходы и экономит ресурсы. В статье проводится анализ эффективности аддитивных технологий по сравнению с субтрактивными методами, рассматриваются их преимущества, ограничения и области применения.

Аддитивные технологии предоставляют значительное преимущество в создании сложных геометрических форм. Использование 3D-печати позволяет изготавливать детали с внутренними полостями и переплетениями, что зачастую недостижимо при применении традиционных методов производства. Это способствует стимуляции инноваций в области дизайна и обеспечивает возможность разработки легких, прочных и функциональных изделий.

Кроме того, аддитивные технологии позволяют эффективно использовать материал. Поскольку материал добавляется пошагово, отходы минимизируются, что снижает расходы на сырье и способствует экологической устойчивости производства [1, 2].

Однако, у аддитивных методов есть свои ограничения. Процессы аддитивного производства, как правило, занимают больше времени и имеют более низкую производительность по сравнению с субтрактивными методами. Кроме того, поверхность изделий часто требует дополнительной обработки, что увеличивает общее время производства.

При выборе между аддитивными и субтрактивными методами следует учитывать специфику проекта. Для малых серий или индивидуальных заказов, где важны сложность формы и индивидуальный подход, аддитивные технологии

могут быть предпочтительны. С другой стороны, для массового производства стандартизированных деталей с высокой точностью и скоростью субтрактивные методы могут оказаться более эффективными (см. рисунок).

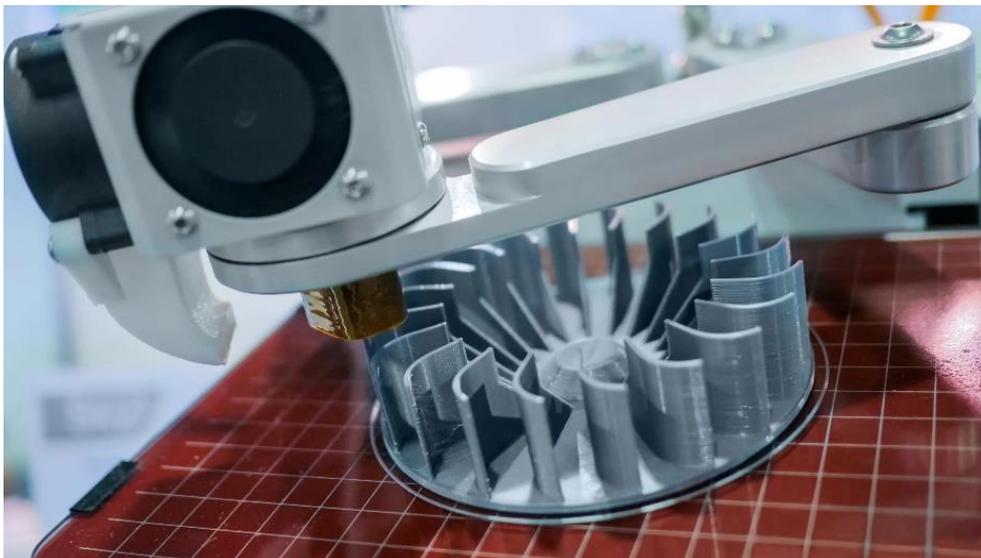


Рисунок – Печать детали на 3D-принтере

В последние годы наблюдается интенсивное развитие производственных технологий, с основным фокусом на сопоставлении аддитивных и субтрактивных методов изготовления металлических деталей. Этот быстрый прогресс открывает новые горизонты в промышленности, где происходит анализ преимуществ, ограничений и областей применения обеих технологий [3].

Среди основных преимуществ аддитивных методов следует отметить способность к созданию сложных геометрических форм. Технология 3D-печати позволяет изготавливать детали с внутренними полостями и сложными структурами, что часто недостижимо при использовании традиционных методов производства. Этот аспект вносит значительные изменения в дизайн и открывает возможность создания легких, прочных и функциональных изделий [4].

При выборе между аддитивными и субтрактивными методами производства важно учитывать специфические требования проекта. Для создания небольших партий или индивидуальных заказов, где ценится сложная форма и персонализированный подход, предпочтительными могут быть аддитивные технологии. С другой стороны, для массового производства стандартизированных деталей с высокой точностью и скоростью лучше использовать субтрактивные методы, так как они остаются более эффективными в данном контексте [5].

Аддитивные технологии вносят новаторский элемент в создание металлических деталей, дополняя традиционные субтрактивные методы. Они расширяют возможности в области дизайна и производства, повышают эффективность использования ресурсов и способствуют экологической устойчивости производства. Для получения наилучших результатов требуется провести глубокий анализ требований проекта и подобрать подходящую технологию производства.

Список литературы

1. **Бакулин, В. А.** Аддитивные технологии: учебное пособие / В. А. Бакулин, М. А. Груздева, Ю. С. Самойленко. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 172 с.
2. **Лавриков, В. А.** Современные технологии 3D моделирования: проблемы, решения и перспективы / В. А. Лавриков, В. В. Титенков, В. А. Рукавишников // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация» : электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 2. – С. 313–316.
3. **Иванов, А. И.** Аддитивные технологии: современные подходы и перспективы развития / А. И. Иванов, Е. В. Лихачев. – СПб: Изд-во Политехнического университета, 2020. – 248 с.
4. **Корнеев, А. М.** Сравнительный анализ аддитивных и субтрактивных технологий в производстве металлических деталей / А. М. Корнеев, В. В. Шишкин, Д. В. Семенов. – Москва: Издательство «Наука и техника», 2019. – 136 с.
5. **Зиангиров, А. Ф.** 3D моделирование и 3D печать / А. Ф. Зиангиров, М. М. Фархутдинов, Д. В. Хамитова // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д. И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р. З. Магарила: материалы конференции. – Тюмень: ТИУ, 2022. – С. 407–408.

УДК 744

ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Б. Р. Ямалов, студент,
М. А. Прец, ст. преподаватель

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: аддитивные технологии, производство, недостатки, преимущества, экономичность.

Аннотация. Данная статья посвящена современным аддитивным технологиям. Рассмотрены используемые материалы, области применения, недостатки и преимущества аддитивных технологий. Проанализированы перспективы и возможные пути развития.

Аддитивные технологии (АТ) – это метод послойного добавления, используемый для изготовления объектов. Для этого используют 3D-принтеры. Название произошло от английского слова «add» (добавлять). Для АТ используют различные материалы в зависимости от поставленной задачи. Самые распространенные из них: пластик, металлы, керамика, композитные материалы. Как правило, выделяют 4 этапа аддитивного производства [1]:

1. Создание модели.
2. Подготовка файлов для печати (перевод файлов в подходящий формат принтера).
3. Печать.
4. Обработка детали (убирают излишки, шлифуют, придают нужную форму, если это необходимо).

Первое в мире устройство для 3D-печати было сконструировано Чарльзом Халлом в 1983 году. С его помощью он смог сделать пластиковый стаканчик методом послойного добавления. В 1995 Джим Бредт и Тим Андерсон внедрили аддитивные технологии в обычные принтеры. Именно тогда устройство стало общедоступным.

Интерес к аддитивным технологиям обусловлен не только относительной новизной технологии, но и ее существенными преимуществами, одними из которых являются [2]:

1) быстрота изготовления единичного продукта. Для создания некоторых сложных объектов требуется много деталей и сварочных работ. Это занимает большое количество времени. С помощью АТ можно ускорить этот процесс.

2) отсутствие швов и сварных соединений. При использовании АТ нет необходимости в сварке и наложении швов. Это является ключевым преимуществом данной технологии, благодаря которому удастся сэкономить большое количество времени.

3) экономия ресурсов. Послойное добавление материала является более рациональным методом, чем традиционное производство. Так тратится гораздо меньше материала. Также, если товар не соответствует заданным характеристикам, то его легко переплавить и сделать заново.

4) кастомизированный товар. Легче и дешевле создавать оригинальные детали на заказ.

5) автоматизация. Возможность отказаться от физического труда и перейти на аддитивные технологии.

6) гибкость производства. Возможность внести поправки на любом этапе создания.

7) адаптивность. Легко подстроиться под любые запросы рынка. Это обусловлено тем, что в данном методе технология производства и оборудование всех продуктов одинаково, поэтому легко остановить производство одного и перейти к производству другого.

Но, не смотря на очевидные преимущества, человечество не переходит на аддитивное производство. Это связано с недостатками и проблемами данной технологии, которые снижают или вовсе сводят на нет ее эффективность и экономичность. Основные из них [3]:

1) низкая скорость производства. Хотя и для создания единичного, оригинального товара гораздо выгоднее использовать аддитивные технологии, но для массового производства АТ работает очень медленно. Хотя и это экономит материал, но эта экономия несущественна на фоне затраченного времени;

2) экономический барьер. Для замены существующих машин традиционного производства необходимо провести реконструкцию, которая будет иметь низкую окупаемость. Кроме того, для начала производства продукции требуется сертификация, для получения которой необходимо провести множество испытаний по выявлению качества товара. А само оборудование для печати больших деталей стоит дорого.

Несмотря на наличие серьезных недостатков, аддитивные технологии все же пользуются спросом в некоторых областях. Зачастую это касается тех сфер,

где необходим индивидуальный подход или не так важна экономия времени и средств. Поэтому самые популярные области применения [4]:

1) машиностроение. Старые детали снимают с производства, поэтому их трудно достать, тогда выгодно использовать АТ.

3) авиастроение. Детали, созданные методом аддитивных технологий, гораздо легче, чем те, что были созданы традиционным способом. Поэтому АТ широко применяется в сфере авиации.

2) строительство. Не используется в коммерческих целях, но в качестве эксперимента уже построен не один дом. Такой способ оказался дешевле и быстрее.

3) искусство. С помощью данной технологии воплощают в реальность самые фантастические идеи с оригинальным дизайном.

4) услуги на заказ. На сегодняшний день 3D-печать часто используют для изготовления небольших объектов бытового и декоративного назначения. Ценность заключается в оригинальности и возможности внести любые пожелания клиента.

В настоящее время аддитивные технологии не играют главную роль в сфере производства, но обладают большим потенциалом. Особо важной областью для применения АТ в будущем является медицина. Это обусловлено вероятной возможностью создания человеческих органов и протезов. Для внедрения новой технологии в массовое производство необходимы большие инвестиции, изучение и улучшение.

Список литературы

1. **Валетов, В. А.** Аддитивные технологии (состояние и перспективы) / В. А. Валетов // Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. – 63 с.

2. **Ляпков, А. А.** Современные аддитивные технологии / А. А. Ляпков // Современные аддитивные технологии. Учебное пособие. – Москва: 2024. – 232 с.

3. **Федоренко, В. Ф.** Перспективы применения аддитивных технологий / В. Ф. Федоренко // Перспективы применения аддитивных технологий. Учебное пособие. – Москва: 2024. – 137 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Акулич В. М. Графическое проектирование на базе компьютерных технологий.....	3
Акулова О. А., Усс Н. В., Шалобыта Е. Н. Визуализация географической информации.....	6
Астахова Т. А. Повышение интереса студентов к изучению графических дисциплин посредством участия в конференциях.....	11
Базенков Т. Н., Ярошевич Д. А. Моделирование аппарата перспективы в AutoCAD.....	13
Бойков А. А. О фрактальных сетках.....	17
Боровков Д. А., Прец М. А. Применение 3D сканирования в реверсивном инжиниринге.....	20
Булдакова Ю. М. Конструирование тестов на платформе LMS MOODLE.....	23
Войцехович И. В. Создание изображений архитектурных объектов по их текстовым описаниям, используя генеративные возможности нейросети STABLE DIFFUSION.....	27
Вольхин К. А. Кафедра инженерной и компьютерной графики в условиях модернизации системы высшего образования.....	30
Габдрашитов Т. А., Шарипов И. И. Внедрение аддитивных технологий и технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс.....	33
Гарабажиу А. А., Касперов Г. И., Калтыгин А. Л. Создание на основе ЭУМК современной образовательной среды для повышения эффективности процесса преподавания студентам графических дисциплин.....	35
Гарабажиу А. А., Клоков Д. В., Жук А. В. Использование библиотек системы КОМПАС-График при создании учебных чертежей резьбового соединения деталей стандартными крепежными изделиями.....	39
Гиль С. В. Особенности применения секущей поверхности в решении практических задач средствами САПР AutoCAD и Autodesk Inventor.....	43
Гуца Ю. А. Модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов по дисциплине «Инженерная графика».....	48

Ермошкин Э. В. Реализация принципа наглядности при обучении основам начертательной геометрии.....	50
Зеленый П. В. Начертательная геометрия в общепрофессиональной подготовке инженера как неотъемлемый элемент изучения 3D-моделирования.....	53
Зеленый П. В., Грицко Н. М., Тявловская Т. М. Отличительные особенности чертежей по начертательной геометрии и черчению.....	56
Земляных В. П., Прец М. А. Применение аддитивных технологий в космосе.....	59
Иванцовская Н. Г., Касымбаев Б. А. Инженерное документирование при выполнении расчетно-графических и курсовых работ.....	61
Киселева М. В., Зевелева Е. З. Электронный журнал как элемент повышения качества образования.....	64
Кузьмина Е. В., Максимчук Е. А. Maple как инструмент визуализации геометрических тел.....	66
Куликова С. Ю., Сеницын П. С. Анализ опыта работы с BIM-системой Renga при выполнении модели здания аэровокзального комплекса.....	69
Лодня В. А. Проектирование 3D модели кузова высокоскоростного транспортного средства.....	73
Максименко Л. А. Компьютерная графика как технологическая составляющая подготовки к проектной деятельности.....	76
Миширук О. М., Матюх С. А., Курант В. А., Шарко В. Г. Основы теории и проектирования зубчатых передач в КОМПАС-3D.....	79
Нефедова С. А. Актуальность экзамена по черчению на архитектурном направлении.....	83
Нефедова С. А., Сотникова А. В. Системы коммуникаций в программе Renga: выявленные программные достоинства и недостатки.....	87
Омесь Д. В. Методика преподавания курса «Инженерная графика» с использованием системы управления обучением Canvas.....	90
Петрова Н. В. Графические задания отборочного этапа Сибирской межрегиональной олимпиады по черчению и компьютерной графике среди школьников и студентов СПО.....	95

Петухова А. В. О Всероссийской интернет-олимпиаде по комплексу графических дисциплин.....	98
Рукавишников В. А., Галиулина А. Р. Кризис графической подготовки – начало четвертой научно-технической революции.....	102
Рылова О. Г. Использование в обучении черчению контроля знаний в форме тестирования.....	105
Рымкевич Ж. В. Платформы КОМПАС-3D и SOLIDWORKS. Создание модели холдера.....	108
Рымкевич Ж. В. Редактор SOLIDWORKS. Задействование команд поверхностного моделирования при разработке 3D-модели.....	111
Салихова Г. Р., Шарипов И. И. Компьютерное тестирование графических дисциплин для контроля результатов обучения студентов.....	115
Столер В. А., Гурин К. А. Разработка пользовательского интерфейса программы для звуковой навигации по веб-сайту.....	118
Тен М. Г., Максимова С. В. Решение педагогических проблем обучения студентов строительного вуза в условиях перехода на BIM (ТИМ) технологии.....	121
Уласевич З. Н., Уласевич В. П. Защита альбома графических работ как фактор познавательной деятельности студентов по инженерной графике.....	123
Хайретдинова Н. Р., Шарипов И. И. Особенности изучения графических дисциплин в формате дистанционного обучения.....	126
Хасанов Э. К., Синяшкин М. С., Хамитова Д. В. Применение аддитивных технологий.....	128
Шабан Т. А. Вариант совершенствования графической компетентности будущих инженеров.....	130
Шарифуллин Р. И., Полежаев О. А., Хамитова Д. В. Эффективность аддитивных технологий в производстве металлических деталей: анализ и сравнение с субтрактивными методами.....	132
Ямалов Б. Р., Прец М. А. Технологии аддитивного производства при подготовке специалистов для цифровой экономики.....	134

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Сборник трудов
Международной научно-практической конференции
24 апреля 2024 года**

**Брест, Республика Беларусь
Новосибирск, Российская Федерация**

Ответственный за выпуск: Акулова О. А.
Редактор: Винник Н. С.
Компьютерная верстка: Акулова О. А., Тюшкевич П. Б.
Корректор: Северянина А. Г.

ISBN 978-985-493-631-4



9 789854 936314

Издательство БрГТУ.

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/235 от 24.03.2014 г., № 3/1569 от 16.10.2017 г.
Подписано в печать 16.09.2024 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага «Performer». Гарнитура «Times New Roman».
Усл. печ. л. 8,14. Уч. изд. л. 8,75. Заказ № 937. Тираж 50 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.