

УДК 378.147:004

**Н. Ю. Ермилова, О. В. Богдалова, Д. Б. Панов, О. Н. Маринина, С. Н. Торгашина,
С. Д. Мищенко, В. И. Карапузов**

Волгоградский государственный технический университет

**ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ
В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН
СТУДЕНТАМИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ВУЗОВ**

Рассматривается актуальная проблема повышения качества графической подготовки студентов строительных вузов. Показано формирование графических компетенций студентов посредством применения 3D-технологий в процессе изучения дисциплин графического цикла. Даны примеры поэтапного выполнения твердотельных геометрических моделей в системе трехмерного моделирования «Компас-3D» и их использование в решении графических задач инженерной и компьютерной графики.

Ключевые слова: графическая подготовка, графические дисциплины, графические компетенции, 3D-моделирование, 3D-технологии, твердотельные модели геометрических тел.

Информационные системы и технологии сегодня применяются практически в любой сфере жизнедеятельности человека: промышленность, строительство, сельское хозяйство, медицина, образование, наука, экология и др.¹ [1, 2]. В вузах информационные системы и технологии изучаются как отдельная самостоятельная дисциплина или как раздел в других технических дисциплинах, например «Инженерная и компьютерная графика». В Институте архитектуры и строительства ВолгГТУ графические дисциплины осваиваются студентами строительных специальностей на первом курсе, при изучении компьютерной графики выполняется несколько графических работ [3—9]. Однако наибольший интерес у студентов при изучении дисциплины и выполнении графических работ на компьютере вызывает 3D-моделирование и применение 3D-технологий.

Исследователи отмечают, что 3D-технологии как инструмент создания (моделирования) объемных (пространственных, трехмерных) объектов виртуально на экране компьютера или предметно в виде моделей получили свое развитие в 60—70 гг. прошлого столетия. В этот период американский учений в области информатики Айвен Эдвард Сазерленд создал компьютерную программу Sketchpad («Скетчпад»), позволяющую создавать простейшие трехмерные объекты и повлиявшую в дальнейшем на другие интерфейсы взаимодействия с компьютерами².

Возможности применения 3D-технологий моделирования и визуализации неизменно являются актуальной темой научных исследований. Проблемы и перспективы развития данной тематики неоднократно рассматривались отечественными и зарубежными учеными [10—19]. Изучались данные вопросы и в области дисциплин графического цикла [20—32].

¹ Сфера применения информационных технологий: возможности для профессионального роста и развития. URL: <https://cspo.ru/articles/informacionnye-sistemy-i-programmirovaniye/sfery-primeneniya-informacionnykh-tehnologij-vozmozhnosti-dlya-professionalnogo-rosta-i-razvitiya>.

² URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Сазерленд,_Айвен.

В целях демонстрации возможностей применения 3D-технологий в процессе изучения графических дисциплин, а также выявления готовности обучающихся к использованию данных технологий в собственной образовательной и будущей профессиональной деятельности студентам 1-го курса направления подготовки «Строительство» было предложено разработать и выполнить пространственные модели некоторых гранных поверхностей и поверхностей вращения по теме «Проекции геометрических тел с вырезом». В данной статье представлены работы, выполненные студенткой группы ТГВ-1-24 С. Мищенко в системе трехмерного моделирования «Компас-3D» (часть материала уже была представлена в нашей публикации [33]). Необходимо отметить, что учебный материал по теме «Проекции геометрических тел с вырезом» занимает центральное место раздела «Поверхности» в курсе начертательной геометрии, по данной теме выполняется семестровая графическая работа. Цель работы — формирование и развитие графических компетенций будущих инженеров, а именно: пространственных представлений различной степени обобщенности и схематичности, интеллекта, логики, конструктивно-геометрического мышления и способности к анализу положения в пространстве различных геометрических тел.

Рассмотрим предложенные примеры создания обучающих моделей геометрических тел с вырезом (цилиндр, призма, пирамида, конус).

1. Прямой круговой цилиндр, имеющий замкнутый сквозной вырез, образованный пятью секущими плоскостями: двумя горизонтальными, двумя фронтально-проецирующими и одной профильной. Вначале выполняется чертеж предложенного геометрического тела с вырезом в трех проекциях (рис. 1) [33].

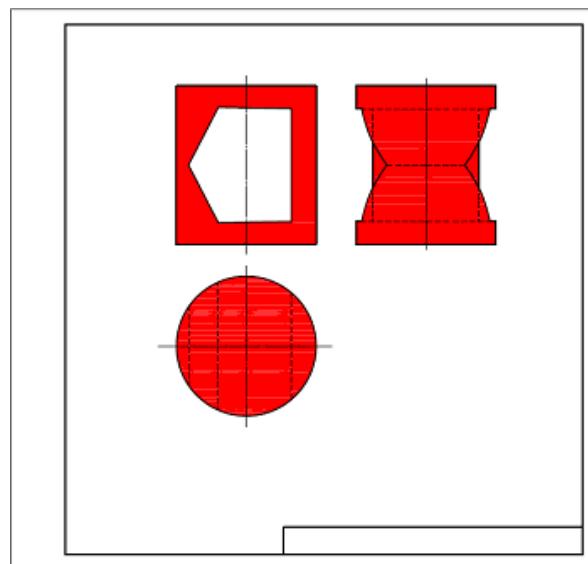
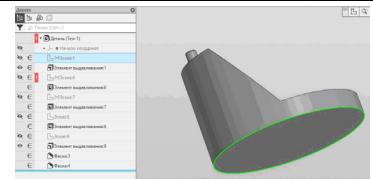
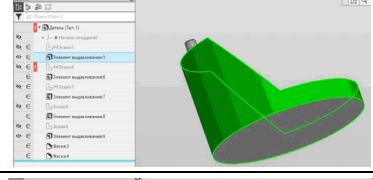
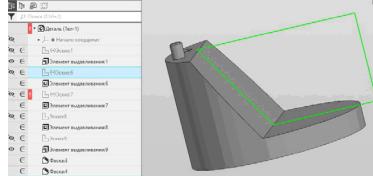
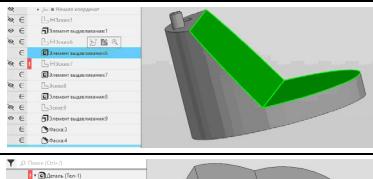
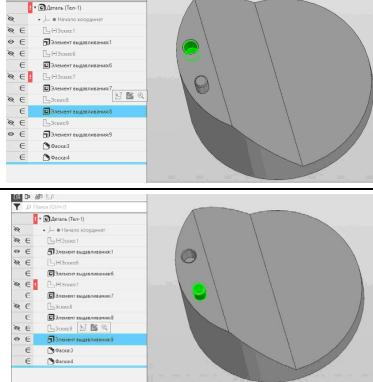
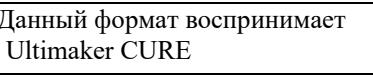
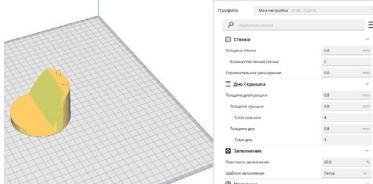


Рис. 1. Чертеж прямого кругового цилиндра с вырезом

Затем приступают к созданию самой модели. Модель изготавливается из двух частей с последующим их соединением, что соответствует технологии 3D-печати (табл. 1).

Таблица 1

Пример создания модели геометрического тела (цилиндр с вырезом)
в системе трехмерного моделирования «Компас-3D» [33]

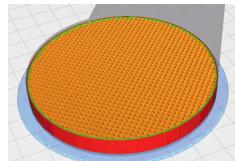
<p>1. Создание эскиза (окружность, выделено зеленым цветом)</p>	
<p>2. Создание трехмерного объекта операцией «Выдавливание» в направлении перпендикулярно эскизу</p>	
<p>3. Создание эскиза в направлении перпендикулярно предыдущему эскизу</p>	
<p>4. Создания выреза в модели операцией «Выдавливание вырезанием»</p>	
<p>5. Создание элементов для соединения двух частей модели выдавливанием и вырезанием двух эскизов и создания фасок для соединения</p>	
<p>6. Сохранение полученной модели в формате .stl. Данный формат воспринимает программа для создания задания для 3D-принтера Ultimaker CURE</p>	
<p>7. Загрузка модели в программу и задача параметров для печати, таких как материал для печати (пластик), толщина наружного слоя, высота слоя, процент внутреннего заполнения детали, температура стола и сопла и т. д.</p>	
<p>8. Сохранение полученного проекта в формат *.gcode. Этот формат уже воспринимает 3D-принтер</p>	

9. Печать на принтере.

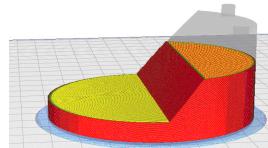
Печать на 3D-принтере происходит по слоям, от верхнего слоя к нижнему: напечатался первый слой, поверх печатается второй и т. д. Причем первые несколько слоев заливаются полностью, количество слоев зависит от заданной толщины стенки и шага (слоя) печати.



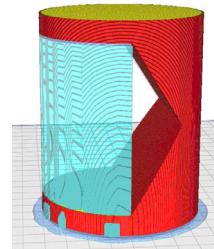
Следующие слои представляют собой сплошной внешний слой и внутреннее заполнение, в данном случае в виде сетки (форму заполнения можно выбрать при задаче на печать — сетка, соты, линии и т. д.). Размер пустого пространства в сетке зависит от процента заполнения: чем выше процент, тем меньше пустого пространства. При 100%-м заполнении получается «литая» деталь. Чем меньше заполнение, тем быстрее печатается деталь, но при этом она менее прочная.



Чтобы напечатался следующий слой, у него должна быть опора на предыдущий. При 3D-печати необходимо, по возможности, избегать так называемых нависающих плоскостей. Деталь была разделена на две части, чтобы печать проходила от большей поверхности слоя к меньшей.



Если угол «нависания» меньше $25\dots30^\circ$, то верхний слой построится, так как у него есть минимальная опора на предыдущий слой. Если угол больше, то необходимо использовать так называемую поддержку: принтер будет строить вспомогательные слои (бирюзовый цвет), чтобы обеспечить поддержку нависающей поверхности.



Поддержка — дополнительное время печати, затраты пластика; после завершения печати поддержку надо аккуратно зачищать, чтобы не повредить саму деталь. Деталь была изготовлена из двух частей, печать которых не требовала построения поддержки

2. Прямая правильная шестигранная призма, имеющая незамкнутый сквозной вырез, образованный тремя секущими плоскостями: горизонтальной, профильной и фронтально-проецирующей. Выполняется чертеж предложенного геометрического тела с вырезом в трех проекциях (рис. 2).

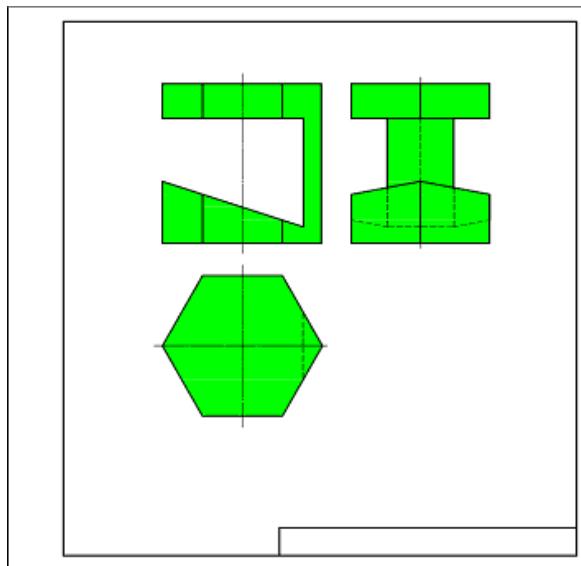


Рис. 2. Чертеж прямой правильной шестигранной призмы с вырезом

Далее приступают к созданию модели. Модель изготавливается аналогичным образом из двух частей с последующим их соединением (табл. 2).

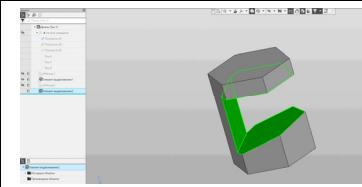
Таблица 2

Пример создания модели геометрического тела (призма с вырезом) в системе трехмерного моделирования «Компас-3D» [33]

1. Создание эскиза (шестигранник в плоскости)	
2. Создание трехмерного объекта операцией «Выдавливание» в направлении перпендикулярно эскизу. Результат — призма	
3. Создание эскиза в перпендикулярной предыдущему эскизу плоскости	

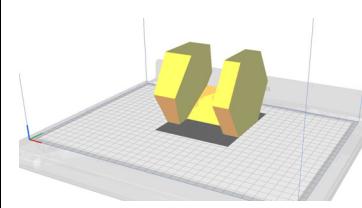
Окончание табл. 2

4. Создание выреза в модели операцией «Выдавливание вырезанием»



5. Сохранение полученной модели в формате .stl. Данный формат воспринимает программа для создания задания для 3D-принтера Ultimaker CURE (подобных программ много, но использована именно эта)

6. Загрузка модели в программу. Задача параметров для печати, таких как материал для печати (пластик), толщина наружного слоя, высота слоя, процент внутреннего заполнения детали, температура стола и сопла и т. д. Деталь располагается так, чтобы не было «нависающих» поверхностей, т. е. на боковую грань



7. Сохранение полученного проекта в формат .gcode, который уже воспринимает 3D-принтер

8. Печать на принтере. Происходит примерно так же, как это описано в табл. 1

3. Прямая правильная усеченная четырехгранная пирамида, имеющая незамкнутый сквозной вырез, образованный тремя секущими плоскостями: горизонтальной, профильной и фронтально-проецирующей. Чертеж предложенного геометрического тела с вырезом в трех проекциях представлен на рис. 3.

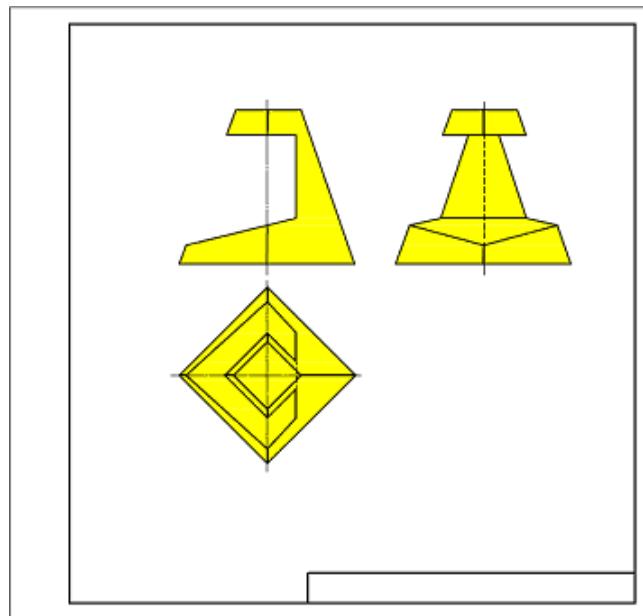
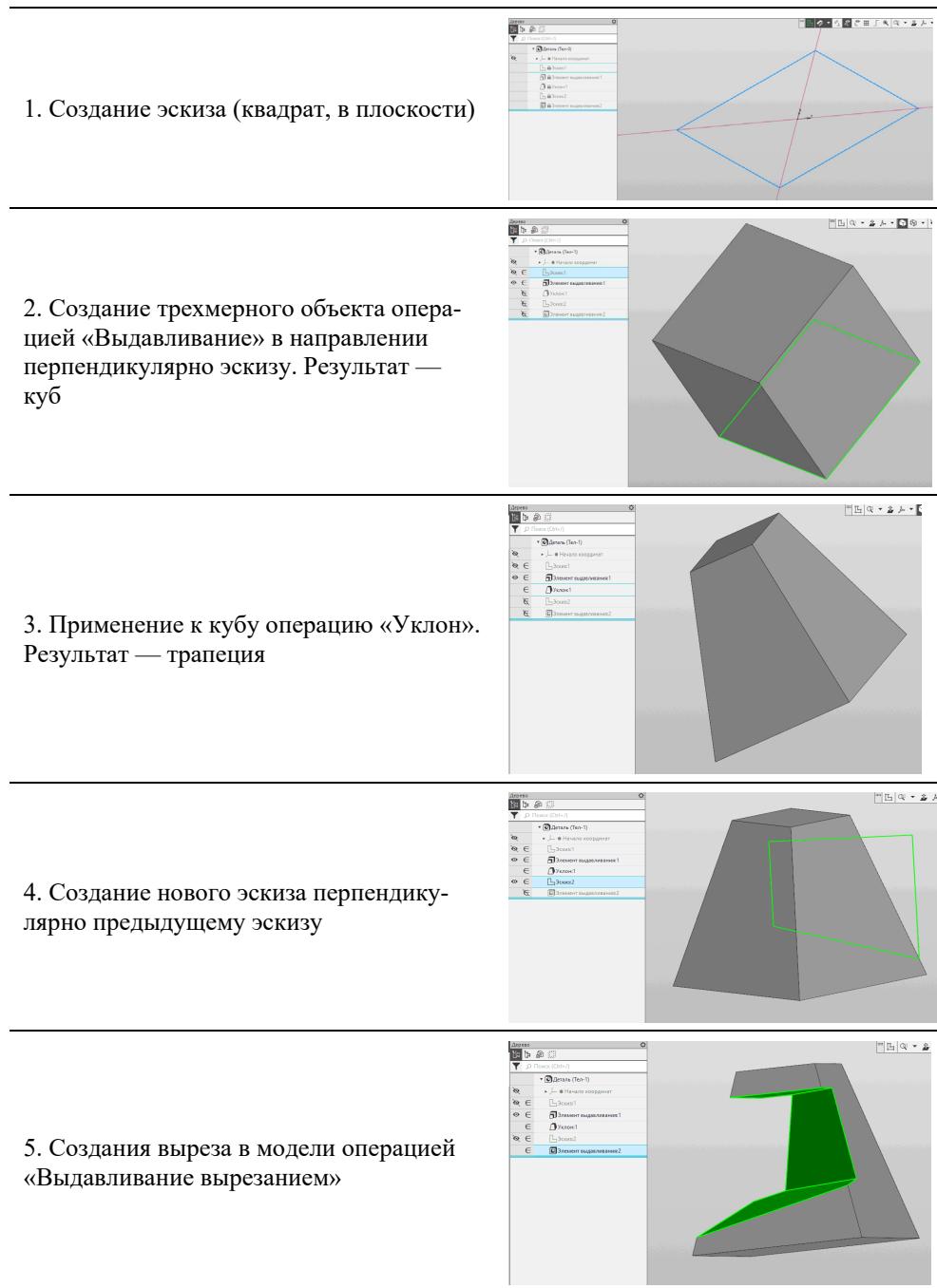


Рис. 3. Чертеж прямой правильной усеченной четырехгранной пирамиды с вырезом

Далее приступают к созданию модели. Модель изготавливается также из двух частей с последующим их соединением (табл. 3).

Таблица 3

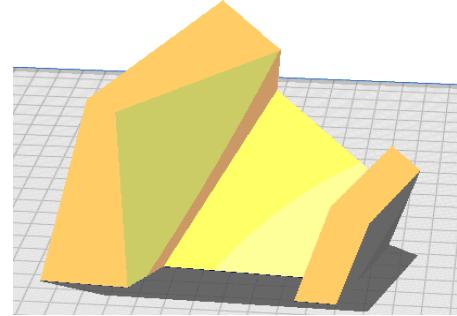
*Пример создания модели геометрического тела (пирамида с вырезом)
в системе трехмерного моделирования «Компас-3D» [33]*



Окончание табл. 3

6. Сохранение полученной модели в формате .stl. Данный формат воспринимает программа для создания задания для 3D-принтера Ultimaker CURE

7. Загрузка модели в программу, задача параметров для печати, таких как материал для печати (пластик), толщина наружного слоя, высота слоя, процент внутреннего заполнения детали, температура стола и сопла и т. д. Деталь располагается так, чтобы не было «нависающих» поверхностей на боковую грань



8. Сохранение полученного проекта в формат .gcode, который воспринимает 3D-принтер

9. Печать на принтере. Происходит примерно так же, как это описано в табл. 1

4. Прямой круговой конус, имеющий незамкнутый сквозной вырез, образованный тремя секущими плоскостями: горизонтальной, профильной и фронтально-проецирующей. Выполняется чертеж предложенного геометрического тела с вырезом в трех проекциях (рис. 4).

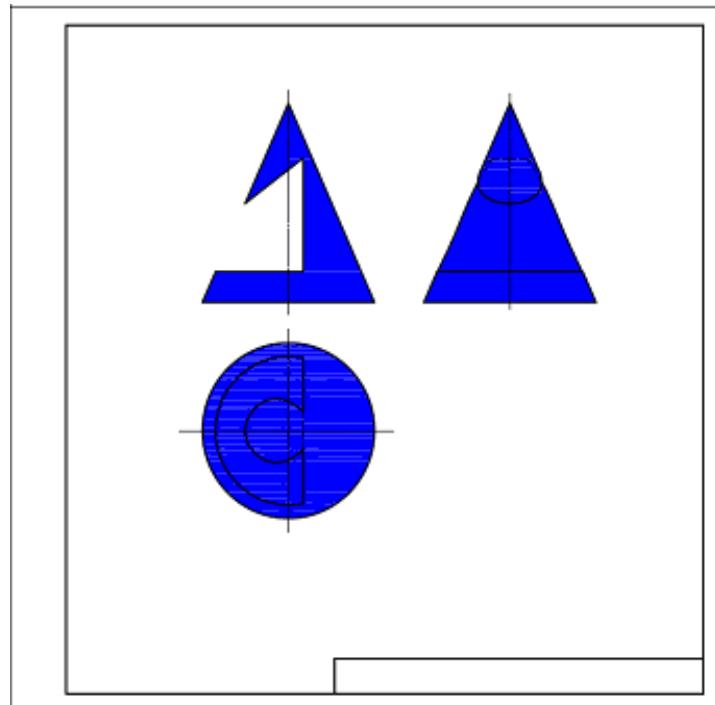
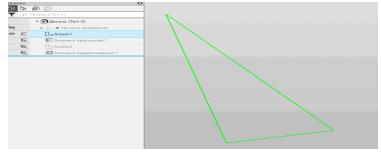
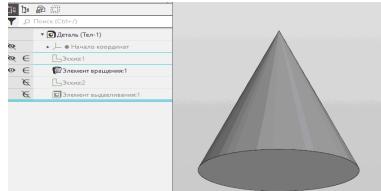
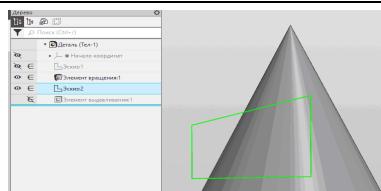
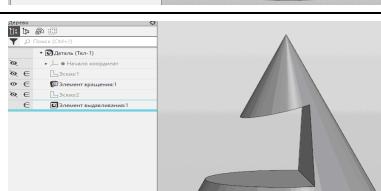
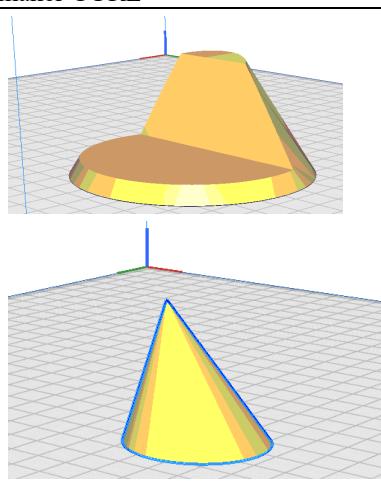


Рис. 4. Чертеж прямого кругового конуса с вырезом

Затем приступают к созданию самой модели (табл. 4).

Таблица 4

*Пример создания модели геометрического тела (конус с вырезом)
в системе трехмерного моделирования «Компас-3D» [33]*

1. Создание эскиза (прямоугольный треугольник в плоскости)	
2. Создание трехмерного объекта операцией «Выдавливание вращением» в направлении перпендикулярно эскизу, вокруг большего катета треугольника. Результат — конус	
3. Создание нового эскиза в той же плоскости, что и предыдущий эскиз	
4. Создания выреза в модели операцией «Выдавливание вырезанием»	
5. Сохранение полученной модели в формате .stl. Данный формат воспринимает программа для создания задания для 3D-принтера Ultimaker CURE	
6. Загрузка модели в программу, задача параметров для печати, таких как материал для печати (пластик), толщина наружного слоя, высота слоя, процент внутреннего заполнения детали, температура стола и сопла и т. д. Деталь разделена на две части, чтобы не было нависающих поверхностей (операцией усечения снизу и сверху от плоскости), впоследствии склеено	
7. Сохранение полученного проекта в формат .gcode. Этот формат уже воспринимает 3D-принтер	
8. Печать на принтере. Происходит примерно так же, как это описано в табл. 1	

Примеры различных геометрических моделей, которые выполнены в системе трехмерного моделирования «Компас-3D», представлены на рис. 5.



Рис. 5. Модели геометрических тел с вырезом, выполненные в системе трехмерного моделирования «Компас-3Д»

В заключение отметим, что изучение дисциплин графического профиля осуществляется опосредованно, как правило через зрительно-образное восприятие графической информации. Особую роль в данном процессе играет наглядность изучаемого учебного материала, дающая наиболее полноценное понимание и представление геометрических объектов, особенно объемных, их взаимного положения и пересечения в пространстве. В своих публикациях мы неоднократно отмечали значение реализации принципа наглядности и необходимость применения твердотельных пространственных геометрических моделей в процессе формирования графических компетенций студентов [34—36]. 3D-технологии как инструменты моделирования (моделинга) и визуализации (рендеринга) трехмерных геометрических объектов значительно упрощают понимание графической информации, делая образовательный процесс более интересным и наглядным. Их применение в процессе освоения графических дисциплин является актуальным, так как открывает новые возможности для обучения, развивает пространственное воображение и образное мышление, аналитические навыки и интеллектуально-творческие способности студентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тотолян Л. А., Орехов Г. С. Использование информационных технологий в различных областях // Экономика и социум. 2015. № 6-1(19). С. 888—891.
2. Бесланеев А. Ж., Вихров А. Н. Тенденции применения интернет-технологий в высокотехнологичных отраслях экономики // Образование и право. 2020. № 6. С. 381—386.
3. Практика применения графического пакета AutoCAD в процессе обучения компьютерной графике / И. Е. Степанова, О. В. Богдалова, Н. Ю. Ермилова, О. В. Проценко, А. В. Макаров // Инженер. вестн. Дона. 2021. № 8. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2021/7134>.
4. Применение современных информационных технологий при изучении графических дисциплин в период пандемии коронавируса / О. В. Проценко, Н. Ю. Ермилова, О. Н. Маринина, О. В. Богдалова, И. Е. Степанова, Н. Ю. Карапузова // Инженер. вестн. Дона. 2022. № 2. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7472>.

5. Богдалова О. В., Ермилова Н. Ю. Практикум по компьютерной графике : учеб. пособие. Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2021. 88 с.
6. Торгашина С. Н., Степанова И. Е. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие. Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2021. 53 с.
7. Маринина О. Н., Ермилова Н. Ю., Степанова И. Е. Компьютерная графика : учеб. пособие. Волгоград : ВолгГТУ, 2019. 91 с.
8. Компьютерная графика. Чертежи санитарно-технических систем : метод. указания к практ. работам / Сост. С. Н. Торгашина, О. Н. Маринина, О. В. Проценко. Волгоград : ВолгГАСУ, 2014.
9. Графическая система AutoCAD: лабораторные работы по инженерной графике / Сост. С. Н. Торгашина, И. Е. Степанова. Волгоград : ВолгГАСУ, 2011.
10. Гриц М. А., Дегтярева А. В., Чеботарева Д. А. Возможности 3D-технологий в образовании // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. № 11. С. 925—927.
11. Липницкий Л. А., Пильгун Т. В. Аддитивные технологии и их перспективы в образовательном процессе // Системный анализ и прикладная информатика. 2018. № 3. С. 76—82.
12. Суроверова Т. Н., Михлякова Е. А. Применение технологий 3D-моделирования для персонализации обучения // Концепт. 2020. № 5. С. 110—129.
13. Ланг Н. В., Шляхова М. М. Новые направления использования 3D-моделирования // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2020. № 1. С. 205—209.
14. Шевляков М. А., Хворов Р. А. 3D-моделирование в образовательном процессе вуза // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. № 1(7). 2016. С. 216—218.
15. Салахов Р. Ф., Салахова Р. И., Гаптруапова З. Н. Возможности 3D-печати в образовательном процессе // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2017. № 6-2(72). С. 196—198.
16. Baggott la Velle L., Nichol J. Intelligent information and communications technology for education and training in 21st century // British Journal of Educational Technology. 2002. Vol. 31. No. 2. Pp. 99—109.
17. Watt A. H. 3D Computer Graphics. 4th ed. Addison-Wesley, 2000. P. 570.
18. Pentland A. P. Toward to ideal 3D CAD System // SPIE. Image Understanding and the Man-Machine Interface. 1987. Vol. 758. Pp. 165—171.
19. Wittek D. Solid modelling and system design // Computer & Graphics. 1984. Vol. 8. No. 4. Pp. 423—431.
20. Ванишина Е. А. Слайд-технология на основе 3D-моделирования в преподавании графо-геометрических дисциплин // Вестн. ОГУ. 2014. № 2(163). С. 24—28.
21. Фазулин Э. М., Рябов В. А., Яковук О. А. Использование программ 3D-моделирования при обучении инженерной графике // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2018. № 2(10). С. 54—58.
22. Новик Н. В. Информационные технологии как средство повышения эффективности профессиональной подготовки инженера (на материалах дисциплины «Инженерная графика») // Общество: социология, психология, педагогика. 2016. № 8. С. 88—90.
23. Гузенков В. Н. Применение информационных технологий в графических дисциплинах технического университета // ИТС. 2013. № 1(70). С. 86—89.
24. Славин Б. М., Козлова И. А., Славин Р. Б. Информационные технологии в «Инженерной графике» на современном этапе // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2020) : сб. науч. тр. VIII Междунар. науч.-практ. конф., с. Дивноморское, 19—30 авг. 2020. Ростов н/Д : ДГТУ-Принт, 2020. С. 204—207.
25. Каминский А. И. Трехмерное моделирование в изучении инженерной графики // Academy. 2018. № 4(31). С. 37—38.
26. Туч В. В. Трехмерное моделирование в изучении инженерной графики // Научные труды SWorld. 2012. Т. 11. № 4. С. 66—69.
27. Ханов Г. В., Безрукова Т. В. 3D-моделирование в инженерной графике : учеб. пособие / Под ред. проф. Г. В. Ханова. Волгоград : ВолгГТУ, 2015. 55 с.
28. Филиппова О. А. Применение технологии трехмерной печати в учебном процессе по дисциплине «Инженерная графика» // Наука, техника и образование. 2015. № 10(16). С. 126—130.
29. Gujar U. G., Nagendra I. V. Construction of 3D solid objects from orthographies views // Computer & Graphics. 1989. Vol. 13. No. 4. Pp. 505—521.

30. Kardas A., Cooley P., Richards T. H. E. Interpretation of engineering drawings as solid models // Computer Aided Engineering Journal. 1988. Vol. 5. No. 2. Pp. 67—78.
31. Preiss K. Constructing the solid representation from engineering projections // Computer & Graphics. 1984. Vol. 8. No. 4. Pp. 381—389.
32. Verroust A. Visualisation algorithm for CSG polyhedral Solids // Computer Aided Design. 1987. Vol. 19. No. 10. Pp. 527—533.
33. Ермилова Н. Ю., Богдалова О. В., Мищенко С. Д., Моисеева Э. А. Применение твердо-твёрдых моделей при изучении начертательной геометрии // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы XII Всерос. (с междунар. участием) науч.-техн. конф. молодых исследователей, г. Волгоград, 21—26 апр. 2025 / Под общ. ред. Н. Ю. Ермиловой, Е. А. Калюжиной. Волгоград, 2025. С. 440—446.
34. Мензелинцева Н. В., Ермилова Н. Ю., Маринина О. Н., Проценко О. В. Совершенствование методики преподавания начертательной геометрии студентам архитектурно-строительных специальностей // Вестн. Волгогр. гос. архитектурно-строительн. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2017. Вып. 47(66). С. 583—594.
35. Ермилова Н. Ю., Василенко В. А., Маринина О. Н. Реализация принципа наглядности при изучении графических дисциплин в школе и вузе // Вестн. Волгогр. гос. архитектурно-строительн. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2020. Вып. 1(78). С. 356—366.
36. Ермилова Н. Ю., Степанова И. Е., Маринина О. Н., Проценко О. В. Графическая подготовка студентов в условиях дистанционной формы обучения // Вестн. Волгогр. гос. архитектурно-строительн. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2021. Вып. 3(84). С. 260—271.

© Ермилова Н. Ю., Богдалова О. В., Панов Д. Б., Маринина О. Н., Торгашина С. Н., Мищенко С. Д., Карапузов В. И., 2025

Поступила в редакцию
19.08.2025

Ссылка для цитирования:

Применение 3D-технологий в процессе изучения графических дисциплин студентами строительных вузов / Н. Ю. Ермилова, О. В. Богдалова, Д. Б. Панов, О. Н. Маринина, С. Н. Торгашина, С. Д. Мищенко, В. И. Карапузов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. Вып. 4(101). С. 299—311. DOI: 10.35211/18154360_2025_4_299.

Об авторах:

Ермилова Наталья Юрьевна — канд. пед. наук, доц., Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, г. Волгоград, 400074, ул. Академическая, 1

Богдалова Ольга Вячеславовна — старший преподаватель каф. инженерной графики, стандартизации и метрологии, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; o_bogdalova@mail.ru

Панов Дмитрий Борисович — канд. техн. наук, доц., зав. каф. инженерной графики, стандартизации и метрологии, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, г. Волгоград, 400074, ул. Академическая, 1

Маринина Ольга Николаевна — канд. техн. наук, доц. каф. инженерной графики, стандартизации и метрологии, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; day.meednight@gmail.com

Торгашина Светлана Николаевна — канд. техн. наук, доц., Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, г. Волгоград, 400074, ул. Академическая, 1

Мищенко Сабина Денисовна — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; sabina.mishchenko@list.ru

Карапузов Владислав Игоревич — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; Vladislav.vekzp@yandex.ru

**Natalya Yu. Ermilova, Olga V. Bogdalova, Dmitriy B. Panov, Olga N. Marinina,
Svetlana N. Torgashina, Sabina D. Mishchenko, Vladislav I. Karapuzov**

Volgograd State Technical University

**THE USE OF 3D TECHNOLOGIES
IN THE PROCESS OF STUDYING GRAPHIC DISCIPLINES
BY STUDENTS OF CONSTRUCTION UNIVERSITIES**

The current problem of improving the quality of graphic training for students of construction universities is considered. It shows the formation of students' graphic competencies through the use of 3D technologies in the process of studying the disciplines of the graphic cycle. Examples of step-by-step implementation of solid-state geometric models in the "Compass-3D" three-dimensional modeling system and their use in solving graphical problems of engineering and computer graphics are given.

Key words: graphic training, graphic disciplines, graphic competencies, 3D modeling, 3D technologies, solid-state models of geometric bodies.

For citation:

Ermilova N. Yu., Bogdalova O. V., Panov D. B., Marinina O. N., Torgashina S. N., Mishchenko S. D., Karapuzov V. I. [The use of 3D technologies in the process of studying graphic disciplines by students of construction universities]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2025, iss. 4, pp. 299—311. DOI: 10.35211/18154360_2025_4_299.

About authors:

Natalya Yu. Ermilova — Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Olga V. Bogdalova — Senior Lecturer, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; o_bogdalova@mail.ru

Dmitriy B. Panov — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Olga N. Marinina — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; day.meednight@gmail.com

Svetlana N. Torgashina — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Sabina D. Mishchenko — student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; sabina.mishchenko@list.ru

Vladislav I. Karapuzov — student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; Vladislovekrpzv@yandex.ru