

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Министерство образования Тверской области

Отдел образования Администрации Фировского района

МБОУ Великооктябрьская СОШ



Приказ № 46

от "07" 10 2022 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы 3D-моделирования»

Составил:
Мириуца Елена Сергеевна,
педагог дополнительного образования

Пояснительная записка

По содержанию Программа имеет инженерно-техническую направленность и предназначена для реализации в системе дополнительного образования.

Актуальность программы

Нехватка инженерных кадров в настоящее время в России является серьезным ограничением для развития страны. Решающее значение в работе инженера-конструктора или проектировщика имеет способность к пространственному воображению.

Программа в системе дополнительного образования ориентирована на развитие познавательной активности, самостоятельности, любознательности, на дополнение и углубление школьной программы по информатике и технологии и способствует формированию интереса обучающихся к научно-исследовательской деятельности.

Пространственное воображение необходимо для чтения чертежей, когда из плоских проекций требуется вообразить пространственное тело со всеми особенностями его устройства и формы. Как и любая способность, пространственное воображение может быть улучшено человеком при помощи практических занятий. Как показывает практика, не все люди могут развить пространственное воображение до необходимой конструктору степени, поэтому освоение 3D-моделирования в основной средней школе призвано способствовать приобретению соответствующих навыков.

Знакомство и получение устойчивых навыков работы с САПР *Компас-3D* в рамках внеклассной деятельности является эффективной пропедевтикой изучения модуля «Черчение» предмета «Технология» и темы «Компьютерное моделирование» предмета Информатика и ИКТ в основной школе.

За период обучения по данной программе обучающиеся осваивают инженерно-компьютерные программы, используемые на предприятиях, что, во-первых, формирует навыки работы с трехмерными моделями, а во-вторых, способствует в дальнейшем поступлению обучающихся в вузы на инженерные специальности и определению их будущей профессии.

Обучение творческому применению осваиваемых технологий позволяет развивать широкие познавательные интересы и инициативу обучающихся в области современных информационных технологий. Создание творческих работ с применением изучаемой технологии позволяет ориентировать обучающихся на формирование:

- способности к организации своей образовательной деятельности,
- самоуважения и эмоционально-положительного отношения к себе,
- целеустремленности и настойчивости в достижении целей,
- готовности к сотрудничеству и помощи тем, кто в ней нуждается.

Программа дает возможность значительно повысить мотивационную значимость предмета «Технология», расширить представление о возможностях использования инженерных технологий и престижа инженерных профессий. Программа способствует интеграции межпредметных связей в процессе обучения, например: позволяет повысить уровень усвоения материала по таким разделам школьного курса информатики, как технология создания и обработки графической информации, программирование и моделирование, а также будет способствовать развитию пространственного мышления обучающихся, что, в свою очередь, будет служить основой для дальнейшего изучения трехмерных объектов в курсе геометрии, физики, черчения. Программа позволяет раскрыть творческий потенциал обучающихся в процессе выполнения практических и проектно-исследовательских работ, создает условия для дальнейшей профориентации обучающихся.

Наиболее эффективно внедрение программы в рамках сетевой формы обучения, с

привлечением к ее реализации вузов, центров технического творчества, профильных школ района, обладающих развитой технической базой, для включения вариативной части программы, связанной с практической технологической ее частью – чистовой обработкой на станках с ЧПУ заготовок деталей для сборки моделей.

Адресат программы

По данной программе могут обучаться обучающиеся от 9 до 16 лет.

Цели и задачи дополнительной образовательной программы

Основная задача курса занятий – подготовить обучающихся к участию в проектной деятельности в области 3D-моделирования.

На первое полугодие – познакомить обучающихся с дополнительными возможностями программы *Компас-3D*, изучаемой в соответствии с основным курсом программы «Технология», расширить их возможности в проектной деятельности.

На второе полугодие – познакомить обучающихся с программами *Tinker-CAD* и *Polygon 2.0*, с технологией 3D-печати и принципом работы 3D-принтера *Maestro Solo*, для распечатки своих моделей и участия в конкурсах.

Цели программы:

- изучение основ 3D-моделирования,
- развитие научно-технического и творческого потенциала личности ребенка,
- развитие творческих, дизайнерских и конструкторских способностей обучающихся.

Педагогическая целесообразность программы объясняется тем, что она обеспечивает не столько повторение и восполнение пробелов в базовой подготовке обучающихся, сколько способствует ее расширению и углублению путем привлечения новых материалов, отвечающих возрастным особенностям и интересам обучающихся. Учебный материал, применяемый в работе, соответствует следующим требованиям: научность, расширенный объем, практическая направленность, соответствие разнообразию интересов обучающихся.

В основе педагогической методики лежит системно-деятельностный подход к обучению.

Задачи:

образовательные

- научить создавать трехмерные модели;
- научить работать с 3D-принтером;
- развивать образное, техническое мышление и умение выразить свой замысел;
- развивать умения работать по предложенным инструкциям по сборке моделей;
- развивать умения творчески подходить к решению задачи;

развивающие

- развивать психические познавательные процессы: мышление, восприятие, память, воображение у обучающихся на основе развивающего предметно-ориентированного тренинга;
- стимулировать мотивацию обучающихся к получению знаний, помогать формировать творческую составляющую личности ребенка;
- способствовать развитию интереса к технике, моделированию;
- развивать познавательные интересы, интеллектуальные и творческие способности,

самостоятельность в приобретении новых знаний при решении задач и выполнении инженерных проектов с использованием информационных технологий;

- развивать представление обучающихся о практическом значении информатики.

воспитательные

- воспитывать культуру логического мышления;
- воспитывать убежденность в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники;
- воспитывать у обучающихся усидчивость, терпение, трудолюбие.

Программа имеет выраженную практическую направленность, определяющую логику построения материала учебных занятий. Основная форма проведения занятий – практическая или лабораторная работа, цель – выполнение практических заданий. Знания и навыки, полученные при изучении программы «Основы 3D-моделирования и печати», обучающиеся могут применить для подготовки качественных иллюстраций к докладам, презентации проектов по различным предметам – математике, физике, химии, биологии и др. Трехмерное моделирование служит основой для изучения систем виртуальной реальности.

Условия реализации программы

Возраст детей, участвующих в реализации данной образовательной программы, 9-16 лет. Программный материал составлен с учетом возрастных особенностей обучающихся. Учебный процесс организуется в очной и дистанционной форме. Срок реализации образовательной программы: 1 год, количество часов в год –33. Наполняемость учебной группы до 30 человек. Режим занятий по программе: 1 раз в неделю по 1 часу.

Формы организации деятельности: коллективные, групповые (малые группы, работа в парах) и индивидуальные (консультации, индивидуальный образовательный маршрут для учащихся, проявляющих особый интерес к информатике). Группа детей 9—10 лет, 3-4 классы работают в отдельной подгруппе.

Формы проведения занятий определяются количеством обучающихся, особенностями материала, подбираются с учетом цели и задач, познавательных интересов, индивидуальных возможностей и возраста обучающихся:

- лекции с элементами беседы;
- вводные, эвристические и аналитические беседы;
- работа по группам;
- тестирование,
- выполнение творческих заданий;
- познавательные и интеллектуальные игры;
- практические занятия,
- консультации,
- проектная деятельность.

Кадровое обеспечение программы

Занятия проводятся одним педагогом, имеющим высшее профессиональное образование.

Материально-техническое оснащение

Технические средства обучения

- Рабочее место ученика (системный блок, монитор, клавиатура, мышь),

- Рабочее место учителя (системный блок, монитор, клавиатура, мышь),
- мультимедийный проектор,
- Лазерный принтер черно-белый (многофункциональное устройство),
- Локальная вычислительная сеть с выходом в сеть Интернет,
- 3D-принтер *Maestro Solo*,
- 3д ручка в комплекте – 15 шт.
- Карта памяти для переноса программы для принтера с описанием модели.

Программные средства

- Операционная система *Windows 10*,
- САПР *Компас-3D*,
- Программа-слайсер *Polygon 2.0*,
- Онлайн платформа 3D-моделирования *TinkerCAD (Blender)*.

К работе в кабинете обучающиеся приступают после проведения руководителем соответствующего инструктажа по правилам техники безопасности.

Планируемые результаты

Результатом деятельности обучающихся на занятиях является высокая результативность участия в творческих конкурсах и олимпиадах, успешное усвоение новых знаний, умений и компетентностей, включая самостоятельную организацию процесса усвоения.

В результате освоения программы обучающимися предполагается достижение следующих результатов:

предметные

- знать основные понятия «моделирование», «трехмерное пространство»;
- знать основы трехмерного моделирования;
- эффективно использовать базовые инструменты создания объектов;
- модифицировать, изменять и редактировать объекты или их отдельные элементы;
- объединять созданные объекты в функциональные группы;
- уметь создавать 3D-модели различными способами;
- знать конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- уметь работать с программами для печати объекта моделирования;
- знать конструктивные особенности компьютерных программ;
- самостоятельно решать технические задачи в процессе создания моделей (планирование предстоящих действий, самоконтроль);
- научиться работать с литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- уметь самостоятельно решать технические задачи в процессе моделирования (планирование предстоящих действий, самоконтроль);
- ориентироваться в трехмерном пространстве.

личностные

- широкие познавательные интересы, инициатива и любознательность; готовность и способность обучающихся к саморазвитию и реализации творческого потенциала в духовной и предметно-продуктивной деятельности за счет развития их образного, алгоритмического и логического мышления;
- готовность к повышению своего образовательного уровня и продолжению обучения с использованием средств и методов информатики и ИКТ, технологии и др.;
- стремление использовать полученные знания в процессе обучения к другим предметам и в жизни;
- основы информационного мировоззрения – научного взгляда на область информационных процессов в живой природе, обществе, технике как одну из важнейших областей современной действительности;
- готовность к осуществлению индивидуальной и коллективной деятельности;
- способность к избирательному отношению к получаемой информации за счет умений ее анализа и критичного оценивания; ответственное отношение к информации с учетом правовых и этических аспектов ее распространения.

метапредметные

Основные метапредметные образовательные результаты достигаются в процессе пропедевтической подготовки школьников в области трехмерного моделирования:

- уверенная ориентация обучающихся в различных предметных областях за счет осознанного использования при изучении школьных дисциплин таких общепредметных понятий как «модель», «моделирование» и др.;
- владение основными общеучебными умениями информационно-логического характера: анализ ситуаций; синтез как составление целого из частей и самостоятельное достраивание недостающих компонентов; выбор оснований и критериев для сравнения, обобщение и сравнение данных; построение логических цепочек рассуждений и т.д.;
- владение умениями организации собственной учебной деятельности; *планирование* – определение последовательности промежуточных целей с учетом конечного результата,

разбивка задачи на подзадачи; *прогнозирование* – предвосхищение результата; *контроль* – интерпретация полученного результата, его соотнесение с имеющимися данными с целью установления соответствия или несоответствия (обнаружения ошибки); *коррекция* – внесение необходимых дополнений и корректив в план действий в случае обнаружения ошибки; *оценка* – осознание обучающимся того, насколько качественно им решена поставленная задача;

- владение основными универсальными умениями информационного характера: постановка и формулирование проблемы; поиск и выделение необходимой информации, применение методов информационного поиска; структурирование и визуализация информации; выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий; самостоятельное создание алгоритмов деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;
- владение базовыми навыками исследовательской деятельности, владение способами и методами освоения новых инструментальных средств;
- владение основами продуктивного взаимодействия и сотрудничества со сверстниками и взрослыми: умение правильно, четко и однозначно сформулировать мысль в понятной собеседнику форме; умение осуществлять в коллективе совместную информационную деятельность, в частности при выполнении проекта; умение выступать перед аудиторией, представляя ей результаты своей работы с помощью средств ИКТ; использование коммуникационных технологий в учебной деятельности и повседневной жизни.

В результате освоения программы предполагается овладение обучающимися следующими компетенциями: когнитивная, информационная, коммуникативная, социальная, креативная, ценностно-смысловая, личностного самосовершенствования.

Способы определения результативности программы: стартовый, промежуточный и итоговый контроль.

Формы подведения итогов по реализации дополнительной программы: тестирование, результаты участия в олимпиадах, конкурсах, фестивалях.

Учебно-тематический план дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы подгруппы 14-16лет

№ п/п	Наименование разделов	Кол-во часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Конструкторское моделирование – основы работы в программе <i>Компас-3D</i>	10	5	5	Тестирование, создание проектов
2.	Моделирование трехмерных моделей	11	5	6	Тестирование, создание проектов
3.	Технология 3D моделирования и печати	9	4	5	Тестирование, печать моделей
4.	Дизайнерское моделирование	2		2	Результаты конкурсов, олимпиад
Итого		32	14	18	

Учебно-тематический план
дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы подгруппы 9-10 лет

№ п/п	Наименование разделов	Кол-во часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Моделирование трехмерных моделей	31	1	30	Тестирование, создание проектов
2.	Технология 3D моделирования и печати ручкой, создание моделей из элементов.	1	1	0	Тестирование, печать моделей
Итого		32	2	30	

Содержание программы

Конструкторское моделирование – основы работы в программе *Компас-3D*

- Построение плоских и объемных фигур;
- Построение геометрических примитивов;
- Построение геометрических примитивов: точка, прямая, отрезок, прямоугольник, круг. Изучение всех кнопок на инструментальной панели «Компактная». Работа с раскрытой панелью инструментов «Геометрия», с панелями «Размеры», «Редактирование», «Выделение»;
- Построение плоских фигур с использованием геометрических примитивов: квадрат, эллипс, параллелограмм, ромб, трапеции, треугольники;
- Создание геометрических тел, ограниченных плоскими поверхностями. Многогранники.

Моделирование трехмерных моделей

- Создание трехмерных моделей простых геометрических тел: куб, параллелепипед, призма, пирамида, усеченная пирамида. Использование операции выдавливания на инструментальной панели. Редактирование детали. Установка размеров геометрических тел с использованием панели «Свойств»;
- Создание геометрических тел, ограниченных кривыми поверхностями. Тела вращения;
- Создание тел вращения: цилиндр, шар, тор, конус, усеченный конус. Использование операций выдавливания, вращения на инструментальной панели «Редактирование детали». Установка размеров геометрических тел с использованием панели «Свойств»;
- Создание группы геометрических тел;
- Построение сложных геометрических фигур. Анализ геометрической фигуры объекта – мысленное расчленение его на отдельные части, имеющие форму геометрических тел. Использование операций «Выдавливание», «Приклеить выдавливанием», «Вырезать выдавливанием»;
- Удаление части предмета наклонными плоскостями;
- Изучение инструмента;
- Выполнение усеченного геометрического тела;
- Удаление несквозных частей предмета;
- Изучение инструмента;
- Удаление прямоугольных частей;
- Удаление круглых частей;
- Выполнение детали с различными формами удаленных частей;
- Выполнение сборной детали с разрезом;
- Проектирование детали, состоящей из двух частей (вырез $\frac{1}{4}$ или пополам);
- Выполнение детали;

Технология 3D-моделирования и печати

Организация рабочего места в компьютерном классе и в 3D-лаборатории. Правила поведения и техника безопасности в лаборатории при работе с 3D-принтером и в компьютерном классе.

- 3D-модели. Способы получения трехмерных моделей;
- Основы 3D-моделирования и печати;
- Знакомство с *Tinker-CAD* и *Polygon 2.0.*;
- Знакомство с 3D-редактором. Моделирование автомобиля по заготовке. Печать;
- Принцип работы 3D-принтера *Maestro SOLO*;

Дизайнерское моделирование

- Моделирование грузовика. Детализация, сложные формы. Печать модели;
 - Моделирование автомобиля с вращающимися колесами. Печать деталей, сборка модели;
 - Моделирование автомобиля с электронным приводом на основе заготовки. Готовность 70%.
- Подготовка чертежей для изготовления форм на лазерном станке с ЧПУ. Сборка и настройка (вариативная часть).

Выполняемые проекты

- Создание и печать трехмерной компьютерной модели объемных тел вращения – наглядных пособий для уроков математики и черчения;
- Создание и печать трехмерной компьютерной модели трафарета – наглядных пособий для уроков математики и информатики;
- Создание и печать трехмерной компьютерной модели сборки молекул – наглядных пособий для уроков химии;
- Создание и печать трехмерной компьютерной модели брелока в форме автомобиля (по образцу), грузовика (самостоятельное проектирование);
- Создание и печать трехмерной компьютерной сборной модели автомобиля с движущимися деталями;

Результаты освоения программы

В рамках данной программы обучающиеся получают следующие знания и умения:

- понимают принципы создания и редактирования трехмерных моделей,
- понимают технологию создания 3D-моделей.

Планируемые результаты обучения

У обучающихся должно сложиться представление о:

1. эволюции развития систем автоматизированного проектирования (САПР);
2. задачах и основных этапах проектирования;
3. общих вопросах построения композиции и технического дизайна;
4. основных способах работы с прикладной компьютерной системой автоматизированного проектирования *Компас-3D*;
5. основных принципах моделирования трехмерных объектов в компьютерных системах;
6. путях повышения своей компетентности через овладения навыками компьютерного проектирования и моделирования.

Участие в занятиях должно помочь обучающимся:

1. понять роль и место конструктора-проектировщика в формировании окружающей человека предметной среды;
2. повысить свою компетентность в области компьютерного проектирования;
3. повысить свою информационную и коммуникативную компетентность.

Обучающиеся будут знать:

1. характеристики и основные принципы построения композиции при создании графических изображений;
2. основные принципы освещения объектов на предметной плоскости;
3. основные понятия, способы и типы компьютерной графики, особенности воспроизведения графики на экране монитора и при печати на принтере;
4. принципы работы прикладной компьютерной системы автоматизированного проектирования в программе *Компас-3D*, приемы использования меню, командной строки, панели инструментов, строки состояния;
5. основные методы моделирования графических объектов на плоскости;
6. системные способы нанесения размеров на чертеж и их редактирование;
7. принципы работы в системе трехмерного моделирования в программе *Компас-3D*, основные приемы работы с файлами, окнами проекций, командными панелями;
8. приемы формирования криволинейных поверхностей;
9. особенности системного трехмерного моделирования;
10. приемы моделирования материалов.

Обучающиеся будут уметь:

1. использовать основные команды и режимы прикладной компьютерной системы автоматизированного проектирования *Компас-3D*;
2. создавать и вносить изменения в чертежи (двухмерные модели) объектов проектирования средствами компьютерной прикладной системы;
3. использовать основные команды и режимы системы трехмерного моделирования.

Обучающиеся приобретут навыки:

1. построения композиции при создании графических изображений;
2. использования меню, командной строки, строки состояния прикладной компьютерной системы автоматизированного проектирования *Компас-3D*;
3. нанесение размеров на чертеж;
4. работа с файлами, окнами проекций, командными панелями в системе трехмерного моделирования;
5. создание криволинейных поверхностей моделей объектов;
6. проектирования несложных трехмерных моделей объектов;
7. работы в группе над общим проектом.

**Оценочные и методические материалы
к программе «3D-моделирование»**

№	Тема программы	Форма организации и проведения занятия	Методы и приёмы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал, техническое оснащение занятий	Вид и форма контроля, форма предъявления результата
1	Конструкторское моделирование - основы работы в программе <i>Компас-3D</i>	Лекция, практика	Словесный, рассказ, объяснение нового материала, практические задания, лабораторные работы	Литература, модели, справочные материалы, презентация	Тестирование, создание проектов
2	Моделирование трехмерных моделей	Лекция, практика	Словесный, рассказ, объяснение нового материала, практические задания, лабораторные работы	Специальная литература, справочные материалы, презентация, макеты трехмерных моделей	Тестирование, создание проектов
3	Технология 3D-моделирования и печати	Рассказ, практика	Словесный, наглядный показ, упражнения в парах, тренировки	Презентация, 3D-принтер, программы	Тестирование, печать моделей

4	Дизайнерское моделирование	практика	Работа в группах, творческая работа	Презентация, макеты моделей, 3D-принтер	Результаты конкурсов, олимпиад
---	----------------------------	----------	-------------------------------------	---	--------------------------------

Календарно-тематическое планирование

№	Тема	Кол-во часов по плану	Дата занятия	
			план	факт
1	Построение геометрических примитивов: точка, прямая, отрезок, прямоугольник, круг. Изучение всех кнопок на инструментальной панели «Компактная». Работа с раскрытой панелью инструментов «Геометрия», с панелями «Размеры», «Редактирование», «Выделение».	1		
2	Единицы измерения и системы координат. Панель свойств. Настройки и оформление панели свойств. Построение геометрических примитивов.	1		
3	Построение чертежа простейшими командами с применением привязок.	1		
4	Панель расширенных команд. Параллельные прямые.	1		
5	Деление кривой на равные части.	1		
6	Удаление объекта и его частей.	1		
7	Сопряжения. Построение чертежа плоской детали с элементами сопряжения.	1		
8	Построение чертежа плоской детали по имеющейся половине изображения.	1		
9	Создание трех видов.	1		
10	Построение разреза.	1		
11	Создание геометрических тел, ограниченных плоскими поверхностями. Многогранники.	1		
12	Создание геометрических тел, ограниченных кривыми поверхностями. Тела вращения.	1		
13	Создание группы геометрических тел.	1		
14	Построение плоских фигур с использованием геометрических примитивов: квадрат, эллипс, параллелограмм, ромб, трапеции, треугольники.	1		
15	Создание трехмерных моделей простых геометрических тел: куб, параллелепипед, призма, пирамида, усеченная пирамида. Использование операции «Выдавливание» на инструментальной панели «Редактирование детали».	1		
16	Установка размеров геометрических тел с использованием панели «Свойств».	1		

17	Создание тел вращения: цилиндр, шар, тор, конус, усеченный конус. Использование операций «Выдавливание», «Вращение» на инструментальной панели «Редактирование детали».	1		
18	Установка размеров геометрических тел с использованием панели «Свойств».	1		
19	Построение сложных геометрических фигур. Анализ геометрической фигуры объекта – мысленное расчленение его на отдельные части, имеющие форму геометрических тел.	1		
20	Использование операций «Выдавливание», «Приклеить выдавливанием», «Вырезать выдавливанием».	1		
21	Удаление части предмета наклонными плоскостями – Изучение инструмента.	1		
22	Удаление части предмета наклонными плоскостями – Выполнение усеченного геометрического тела.	1		
23	Удаление несквозных частей предмета. Изучение инструмента. Удаление прямоугольных частей.	1		
24	Удаление несквозных частей предмета. Удаление круглых частей.	1		
25	Удаление несквозных частей предмета – Выполнение детали с различными формами удаленных частей.	1		
26	Выполнение сборной детали с разрезом – Проектирование детали, состоящей из двух частей (вырез $\frac{1}{4}$ или пополам).	1		
27	Выполнение сборной детали с разрезом – Выполнение детали.	1		
28	Принцип работы 3D-принтера <i>Maestro SOLO</i> .	1		
29	Знакомство с программами <i>Tinker-CAD</i> и <i>Polygon 2.0</i> . Работа с 3D-редактором.	1		
30	3D-модели. Способы получения трехмерных моделей.	1		
31	Основы 3D-моделирования и печати.	1		
32	Моделирование автомобиля по заготовке. Печать.	1		
Итого		32		

Список дополнительных источников информации и литературы для педагога

1. Никонов В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать. – СПб.: Питер, 2020. – 208 с.: ил. – (Серия «Учебное пособие»).
2. Основы Blender. – Уч. пособие. – 4-е изд. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.3d-blender.ru/p/3d-blender.html>
3. Онлайн-платформа Tinkercad. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tinkercad.com/>
4. Видеоуроки по основам 3D-моделирования.
5. МЕТОД ПРОЕКТОВ. [Электронный ресурс]. URL: <http://letopisi.ru/>

Литература для обучающихся

1. Гайсина С.В., Огановская Е.Ю., Князева И.В. Робототехника, 3D-моделирование, прототипирование в дополнительном образовании. Реализация современных направлений. ЛитРес, 2018. – 209 с.
2. Горьков Д., Холмогоров В. 3D-печать с нуля. – СПб: BHV, 2020. – 256 с.
3. Николаев П.М. Системы геометрического моделирования. Разработка и реализация. Спутник+, 2020. – 236 с.