

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ОТДЕЛ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ ПЕЧЕНГСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 19 им. М.Р. ЯНКОВА»**

РАССМОТРЕНО
на педагогическом совете
МБОУ СОШ № 19
Протокол от 31.05.2023 № 7

УТВЕРЖДАЮ
Директор МБОУ СОШ № 19

Приказ от 31.05.2023 № 157



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
технической направленности
«3D-моделирование и прототипирование»

Возраст обучающихся: 13 – 16 лет
Срок реализации программы: 2 года

Составитель: Иванова Л.Б.,
педагог дополнительного образования
Центра образования цифрового и
гуманитарного профилей «Точка роста»

г. Заполярный
2023

I. Пояснительная записка

Программа технической направленности.

Уровень освоения программы – стартовый.

Разработана в соответствии с нормативными документами:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Письмом Министерства образования и науки РФ от 25.07.2016 № 09-1790 «Рекомендации по совершенствованию дополнительных образовательных программ, созданию детских технопарков, центров молодежного инновационного творчества и внедрению иных форм подготовки детей и молодежи по программам инженерной направленности»;
- Письмом Минобрнауки России № 09-3242 от 18.11.2015 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»);
- Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

Актуальность программы

Необходимо повышение мотивации детей к выбору естественнонаучного профиля и инженерных профессий, совершенствование системы непрерывной подготовки будущих высококвалифицированных инженерных кадров, обладающих академическими знаниями и профессиональными компетенциями для развития приоритетных направлений отечественной науки и техники, экономического развития региона. Программа «3D моделирование и прототипирование» подготавливает учащихся к созданию продукции с использованием высокотехнологичного оборудования, ориентирует на развитие конструкторских умений, подготавливает к сознательному выбору самостоятельной трудовой деятельности. Обоснованием актуальности образовательной программы служит использование проектных и исследовательских технологий, позволяющих в рамках курса формировать универсальные учебные действия учащихся.

Образовательная программа «3D моделирование и прототипирование» создает благоприятные условия для развития творческих способностей учащихся, расширяет и дополняет базовые знания, дает возможность удовлетворить интерес в избранном виде деятельности, проявить и реализовать свой творческий потенциал, что делает программу актуальной и востребованной.

Новизна программы заключается в интегрировании содержания, методов обучения и образовательной среды, обеспечивающих расширенные возможности детей и молодежи в получении знания из различных областей науки и техники в интерактивной форме за счет освоения hard- и soft- компетенций, в том числе, в ходе реализации командной работы.

Педагогическая целесообразность программы

Содержание программы способствует развитию у учащихся фантазии, пространственного мышления, навыков конструкторской и проектной деятельности, совершенствованию способности анализировать и систематизировать объекты окружающего мира, раскрытию лучших человеческих качеств, таких, как уверенность в себе, доброжелательное отношение к сверстникам, умение радоваться успехам товарищей, способность работать в группе и проявлять лидерские качества.

Цель программы – развитие технических и творческих способностей детей, формирование пространственного представления за счет освоения базовых возможностей среды трехмерного компьютерного моделирования.

Задачи

Обучающие:

- Познакомить учащихся с основами работы на компьютере, основными частями ПК, назначением и функциями устройств, входящих в состав компьютерной системы.
- Познакомить с системами 3D-моделирования и сформировать представление об основных технологиях моделирования.
- Научить основным приемам и методам работы в 3D -системе.
- Научить создавать базовые детали и модели.
- Научить создавать простейшие 3D-модели твердотельных объектов.
- Научить использовать средства и возможности программы для создания разных моделей.
- Научить работать с информационными объектами и различными источниками информации.

Развивающие:

- Формировать и развивать информационную культуру: умения работать с разными источниками.
- Развивать исследовательские умения, умения общаться, умения взаимодействовать, умения доводить дело до конца.
- Развивать память, внимательность и наблюдательность.
- Формировать технологическую грамотность.
- Развивать стратегическое мышление.

Воспитательные:

- Способствовать формированию гражданской позиции, патриотизма.
- Воспитать чувство товарищества, личной ответственности во время подготовки и защиты проекта, демонстрации моделей объектов.
- Сформировать навыки командной работы над проектом.
- Сориентировать учащихся на получение технической инженерной специальности.
- Приобрести межличностные и социальные навыки, а также навыки общения.

Адресат программы – дети 13-16 лет.

Условия реализации программы

На обучение по программе принимаются все желающие, не имеющие противопоказаний.

Формы организации обучения – групповые занятия.

Режим занятий: 2 часа в неделю. Продолжительность занятия: 2 учебных часа по 45 минут с 10-ти минутным перерывом.

Режим занятий соответствует «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

Ожидаемые результаты

Личностные:

- смогут работать индивидуально, в малой группе и участвовать в коллективном проекте;
- смогут понимать и принимать личную ответственность за результаты коллективного проекта;
- будут проявлять творческие навыки и инициативу при разработке и защите проекта;
- смогут взаимодействовать с другими учащимися вне зависимости от национальности, интеллектуальных и творческих способностей.

Метапредметные:

Регулятивные УУД:

- освоение способов решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- умение организовать учебную деятельность: ставить цель, планировать, осуществлять самоконтроль (поиск ошибок в плане действий и внесение в него изменений) и оценивать результаты своей деятельности;
- оценивание получающегося творческого продукта и соотнесение его с изначальным замыслом, выполнение по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные УУД:

- приобретение опыта самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников и новых информационных технологий для решения познавательных задач;
- овладение операциями сравнения, анализа, синтеза, обобщения;
- умение использовать знаково-символические средства для создания моделей и схем.

Коммуникативные УУД:

- толерантно строить свои отношения с людьми иных позиций и интересов, находить компромиссы, совместно решать задачи;
- выслушивание собеседника и ведение диалога;
- признание возможности существования различных точек зрения и права каждого иметь свою.

Предметные:

- освоение элементов технологии проектирования в 3D-системах, применение знаний и умений при реализации исследовательских и творческих проектов;
- приобретение навыка работы в среде 3D-моделирования и освоят основные приемы и технологии при выполнении проектов трехмерного моделирования;
- освоение основных приемов и навыков создания и редактирования чертежа с помощью инструментов;
- овладение понятиями и терминами информатики и компьютерного 3Dпроектирования;
- овладение основными навыками по построению простейших чертежей в среде 3D-моделирования.

Система контроля результативности обучения:

Способы проверки ожидаемых результатов:

- педагогическое наблюдение;

- педагогический анализ результатов опросов, выполнения творческих заданий;
- участие учащихся в проектной деятельности, конкурсах.

Формы подведения итогов реализации программы:

- защита творческой работы;
- конкурсы;
- портфолио достижений учащихся.

II. Учебный план

№ п/п	Наименование раздела, темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Введение в технологию трехмерной печати	10	5	5
2.	Конструктивная блочная геометрия	40	20	20
3.	Экструзия	26	13	13
4.	Параметрическое моделирование	54	27	27
5.	Контрольные и итоговые работы	6	1	5
		136	66	70

III. Содержание программы (68 часов)

1 год обучения

№ раздела / урока	Содержание	Кол-во часов
РАЗДЕЛ I	ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ	6
Урок 1-2	Тема: Основные технологии 3D -печати Теория: Техника безопасности. Аддитивные технологии. Экструдер и его устройство. Основные пользовательские характеристики 3D- принтеров. Термопластики. Технология 3D- печати. Практика: Подготовить рассказ об одной из технологий 3D печати с использованием мультимедиа презентации. Выполнить задания 3, 4 и 5 из учебника.	2
Урок 3-4	Тема: Первая модель в OpenSCAD Теория: Характеристика программы для трехмерного моделирования. Твердотельное моделирование. Настройка программы. Интерфейс и основы управления. Практика: Выполнить задание 6 — установить программы OpenSCAD и задание 7 — выполнить настройки программы. Самостоятельно провести исследование по управлению мышью и клавиатурой.	2
Урок 5-6	Тема: Печать модели на 3D- принтере Теория: Использование системы координат. Основные настройки для выполнения печати на 3D принтере. Подготовка к печати. Печать 3D- модели. Практика: Подготовка к печати и печать 3D- модели с использованием разных программ.	2
РАЗДЕЛ II	КОНСТРУКТИВНАЯ БЛОЧНАЯ ГЕОМЕТРИЯ	40
Урок 7-8	Тема: Графические примитивы в 3D- моделировании. Куб и кубоид Теория: Создание куба и прямоугольного параллелепипеда. Особенности 3D -печати. Перемещение объектов. Практика: Разработка и создание моделей «Противотанковый	2

	«еж», «Пирамида», «Пятерка», «3D», выполнив задания в учебнике 11 15.	
Урок 9-10	<p>Тема: Шар и многогранник</p> <p>Теория: Создание шара. Разрешение. Создание многогранников. Что такое рендеринг. Настройки печати и экспорт в STL-файл.</p> <p>Практика: Создать шар радиусом 20 мм. Исследовать, как генерирует программа OpenSCAD шар при различных значениях параметра, выполнив задание 16.</p> <p>Создайте простую версию массажера для рук и шарик-антистресс, выполнив задания 17, 18 и 19. Подготовить к печати и выполнить печать на 3D - принтере.</p>	2
Урок 11-12	<p>Тема: Цилиндр, призма, пирамида</p> <p>Теория: Основные понятия: цилиндр, конус, призма и пирамида. Сходство и отличия. Перемещение нескольких объектов. Основные ошибки при моделировании. Команда cylinder.</p> <p>Практика: Выполнить задания 21, 22. Создать модели капли и пешки по заданиям 22 - 25, применив творческие навыки.</p>	2
Урок 13-14	<p>Тема: Поворот тел в пространстве</p> <p>Теория: Команды и правила поворота тел в программе OpenSCAD. Особенности поворота и масштабирования тел.</p> <p>Правило правой руки. Комментарии к выполнению заданий. Практика: Создание моделей «Вертушка» и «Птица», по заданиям 26 и 27.</p>	2
Урок 15-16	<p>Тема: Поворот тел в пространстве</p> <p>Теория: Комментарии к выполнению заданий.</p> <p>Практика: Создание моделей «Снеговик», «Собачка» и «Звездочка» по заданиям 28 - 30.</p>	2
Урок 17-18	<p>Тема: Масштабирование тел</p> <p>Теория: Основные сведения о масштабировании тел. Команда scale. Особенности команды. Что такое коэффициенты масштабирования. Комментарии к выполнению заданий. Практика: Создание моделей «Крючок» и «Сложная пешка» по заданиям 31 - 34.</p>	2
Урок 19-20	<p>Тема: Вычитание геометрических тел</p> <p>Теория: Конструктивная блочная геометрия. Графические примитивы. Булева разность. Основные команды.</p> <p>Комментарии к выполнению задания.</p> <p>Практика: Создание моделей «Ящичек» и «Кольцо» по материалам параграфа 7.</p>	2
Урок 21-22	<p>Тема: Вычитание геометрических тел</p> <p>Теория: Комментарии к выполнению заданий 37 и 39. Практика: Создать модели «Крючок» и «Колючка» по заданиям 37 и 39.</p> <p>Распечатать на 3D -принтере.</p>	2
Урок 23-24	<p>Тема: Вычитание геометрических тел</p> <p>Теория: Комментарии к выполнению заданий 36 и 38. Практика: Создать модели «Ладья» и «Погремушка» по заданиям 36 и 38. Распечатать на 3D-принтере.</p>	2
Урок 25-26	<p>Тема: Вычитание геометрических тел</p> <p>Теория: Комментарии к выполнению заданий 40, 41 и 42.</p> <p>Практика: Создать модели «Кружка», «Разборную модель массажера для рук» и «Брелок «Гитара» по заданиям 40, 41 и 42. Распечатать на 3D-принтере.</p>	2

Урок 27-28	<p>Тема: Пересечение геометрических тел</p> <p>Теория: Булево пересечение. Различные пересечения графических примитивов. Команда intersection, Особенности команды и построения пересечений. Комментарии к выполнению задания 46.</p> <p>Практика: Создание моделей «Ухо» и «Шаблон головы».</p>	2
Урок 29-30	<p>Тема: Пересечение геометрических тел</p> <p>Теория: Комментарии к выполнению заданий 47 и 48.</p> <p>Практика: Самостоятельная работа. На базе шаблона (рис. 105) смоделируйте мультипликационного персонажа. Создание модели «Спиннер».</p>	2
Урок 31-32	<p>Тема: Моделирование сложных объектов</p> <p>Теория: Особенности моделирования сложных объектов на примере создания игрального кубика. Комментарии к выполнению задания 49.</p> <p>Практика: Создание модели игрального кубика по заданию 49.</p>	2
Урок 33-34	<p>Тема: Рендеринг</p> <p>Теория: Комментарии к информации в консоли после рендеринга в OpenSCAD. Особенности рендеринга.</p> <p>Полигональная сетка. Диаграмма Вронского и ее особенности.</p> <p>Триангуляция Делоне.</p> <p>Практика: Усовершенствование и доводка модели игрального кубика по заданию 50. Печать модели на принтере.</p>	2
Урок 35-36	<p>Тема: Объединение геометрических тел</p> <p>Теория: Булево объединение. Команда union. Особенности команды. Как эффективно использовать данное действие. Комментарии к выполнению заданий 51 и 53 «Елочная игрушка» и «Магнитные держатели»</p> <p>Практика: Создание моделей «Елочная игрушка» и «Магнитные держатели» по заданиям 51 и 53.</p>	2
Урок 37-38	<p>Тема: Объединение геометрических тел</p> <p>Теория: Комментарии к выполнению задания 54 «Ракета»</p> <p>Практика: Создать модель ракеты по заданию 54. Распечатать на 3D - принтере.</p>	2
Урок 39-40	<p>Тема: Выпуклая оболочка</p> <p>Теория: Трансформация трехмерных объектов. Основные понятия: выпуклое множество и выпуклая оболочка. Особенности трансформации трехмерных объектов с помощью команды hull на примерах. Комментарии к выполнению заданий по созданию моделей «Кулон» и «Сердечко».</p> <p>Практика: Создание моделей «Кулон» и «Сердечко».</p>	2
Урок 41-42	<p>Тема: Немного о векторах</p> <p>Теория: Вектор. Векторы в пространстве. Коллинеарные векторы. Параллельный перенос. Координаты вектора. Сумма векторов. Правило треугольника. Правило параллелограмма. Правило параллелепипеда.</p> <p>Практика: Выполнение заданий тренировочных 55 и 56.</p>	2
Урок 43-44	<p>Тема: Сумма Минковского</p> <p>Теория: Сумма Минковского двух многоугольников. Сумма Минковского в OpenSCAD. Команда minkowski, ее особенности и использование.</p> <p>Практика: Выполнение зачетного задания создание модели «Задняя крышка смартфона».</p>	2

Урок 45-46	Тема: Творческий проект Теория: Комментарии к выполнению творческого проекта. Практика: Выполнение творческого проекта по твердотельному моделированию и трехмерной печати по согласованию с учителем.	2
------------	---	---

РАЗДЕЛ III	ЭКСТРУЗИЯ	20
Урок 47-48	Тема: Двухмерные объекты Теория: Краткие сведения об экструзии. Плоские геометрические фигуры: прямоугольник, квадрат, круг, эллипс. Правильные фигуры. Рамки и профили. Комментарии к выполнению задания. Практика: Создание модели «Трафарет кошки» по заданию 60.	2
Урок 49-50	Тема: Двухмерные объекты Теория: Комментарии к выполнению заданий 61 - 63. Практика: Создание трафаретов: «Трафарет елки», трафарет формочек для выпечки «Кошка» и «Елка» и модели «Брелок».	2
Урок 51-52	Тема: Линейная экструзия. Работа с текстом Теория: Как работать с текстом. Добавление текста к готовым моделям разными методами. Комментарии к выполнению заданий 68, 69. Практика: Создание моделей по заданиям 68, 69 с добавлением текста разными методами.	2
Урок 53-54	Тема: Линейная экструзия. Работа с фигурами. Теория: Как работать с фигурами. Команды twist и scale и их параметры. Комментарии к выполнению заданий 70, 71 Практика: Создание модели с езьбой по заданиям 70 и 71	2
Урок 55-56	Тема: Линейная экструзия. Смещение Теория: Что такое смещение. Торцевая кромка. Команда offset и ее параметры. Использование команды offset для изготовления разных моделей. Комментарии к выполнению задания 72. Практика: Создание модели «Красивая ваза» и «Треугольная ваза» по заданию 72 и 73.	2
Урок 57-58	Тема: Экструзия вращением Теория: Тела, созданные вращением. Виды и особенности создания тел вращением. Команда rotate extrude. Особенности ее использования. Комментарии к выполнению заданий. Практика: Создание моделей «Воронка», «Плафон» и «Ваза».	2
Урок 59-60	Тема: Экструзия вращением. Работа с текстом Теория: Работа с фигурами. Использование команды difference. Комментарии к выполнению задания 76--80. Практика: создание модели двухкомпонентной елки. Создание моделей «Тарелка» и «Бабочка».	2
Урок 61-62	Тема: Экструзия контуров Теория: Программы двухмерного черчения. Линейная экструзия контуров. Быстрое создание контуров в LibreCAD. Параметры и настройки. Комментарии к созданию модели по заданию 83. Практика: Создание модели «Шахматный конь».	2

Урок 63-64	Тема: Экструзия контуров Теория: DXF-файл. Конвертация изображений в DXF. Комментарии к выполнению заданий 85, 86. Анализ возможных ошибок. Практика: Создание моделей «Миньон» и «Крош», «Дерево» и «Шашка».	2
Урок 65-66	Тема: Повторение и обобщение материала Практика: Выполнить творческую работу по заданию учителя	2
РАЗДЕЛ IV	КОНТРОЛЬНЫЕ И ИТОГОВЫЕ РАБОТЫ	2
Урок 67-68	Тема: Подведение итогов. Практика: Контрольная работа	2

**IV. Учебно-тематическое планирование (68 часов)
Второй год обучения**

№ Раздела урока	Содержание	Кол-во часов
РАЗДЕЛ I	ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ	4
Урок 1-2	Тема: Основные технологии 3D-печати (повторение и обобщение) Теория: Техника безопасности. Аддитивные технологии. Экструдер и его устройство. Основные пользовательские характеристики 3D -принтеров. Термопластики. Технология 3D- печати. Практика: Подготовить рассказ об одной из технологий 3D-печати с использованием мультимедиа презентации. Выполнить задания 3, 4 и 5 из учебника	2
Урок 3-4	Тема: Печать модели на 3D -принтере (повторение и обобщение) Теория: Использование системы координат. Основные настройки для выполнения печати на 3D -принтере. Подготовка к печати. Печать 3D-модели. Практика: Подготовка к печати и печать 3D -модели с использованием разных программ	2
РАЗДЕЛ II	ЭКСТРУЗИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ	6
Урок 5-6	Тема: Конструктивная блочная геометрия (повторение) Теория: Графические примитивы. Линейная экструзия. Практика: Создание моделей по заданию учителя	2
Урок 7-8	Тема: Массивы данных. Теория: Массив. Элемент массива. Индекс элемента. Одномерные массивы. Двумерные массивы. Поле высот. Команда surface. Поверхность из текстового файла. Поверхность из графического файла. Практика: Создание моделей «Форма для звезды» по заданиям 91—92	2
Урок 9-10	Тема: Массивы данных. Теория: Массив. Элемент массива. Индекс элемента. Одномерные массивы. Двумерные массивы. Поле высот. Команда surface. Поверхность из текстового файла. Поверхность из графического файла. Практика: Создание моделей «Ваш регион» по заданию 93	2
РАЗДЕЛ III	ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	54

Урок 11-12	<p>Тема: Парадигмы программирования</p> <p>Теория: Императивное программирование. Функциональное программирование. Использование переменных. Команда echo. Команда module.</p> <p>Практика: Создание модулей (подпрограмм). Создание моделей и проведение исследований по заданиям 95</p>	2
Урок 13-14	<p>Тема: Парадигмы программирования</p> <p>Теория: Императивное программирование. Команда echo, Команда module.</p> <p>Практика: Создание модели и проведение исследования по заданиям 96</p>	2
Урок 15-16	<p>Тема: Парадигмы программирования. Переменные</p> <p>Теория: Использование переменных. Команда echo. Команда module. Особенности создания модулей.</p> <p>Практика: Создание модели: «Рамка». Д/з: выполнить творческий проект «Модель кораблика»</p>	2
Урок 17-18	<p>Тема: Парадигмы программирования. Переменные.</p> <p>Теория: Использование переменных. Команда echo. Команда module. Особенности создания модулей.</p> <p>Практика: Создание модели «Деревянный сруб» по заданию 98 с использованием примеров в параграфе. Д/з: выполнить творческий проект «Модель кораблика»</p>	2
Урок 19-20	<p>Тема: Парадигмы программирования. Параметризация Теория: Параметризация. Параметрическое моделирование. Параметрическая модель. Особенности структурного программирования.</p> <p>Практика: Создание модели «Вложенные кольца»</p>	2
Урок 21 -22	<p>Тема: Структурное программирование</p> <p>Теория: Основные алгоритмические структуры: последовательность, ветвление, цикл.</p> <p>Практика: Создание модели «Елочный шарик» по заданиям 101-103</p>	2
Урок 23-24	<p>Тема: Структурное программирование</p> <p>Теория: Цикл со счетчиком. Цикл for. Ограничения при печати Практика: (Зачетное задание). Творческий проект по моделированию своей модели елочного шарика по заданию 104</p>	2
Урок 25-26	<p>Тема: Структурное программирование</p> <p>Теория: Вложенные циклы. Параметризация модели Практика: Создание органайзера для батареек и аккумуляторов по заданию 105—109 и подготовка к печати. Печать на принтере</p>	2
Урок 27-28	<p>Тема: Структурное программирование</p> <p>Теория: Комментарии к созданию модели «Ящик для мелочей».</p> <p>Практика: Создание модели «Ящик для мелочей» по заданию 110</p>	2
Урок 29-30	<p>Тема: Структурное программирование</p> <p>Теория: Комментарии к созданию модели «Ящик для мелочей». Практика: Окончание работы над моделью «Ящик для мелочей» по заданию 110. Подготовка к печати</p>	2
Урок 31-32	<p>Тема: Структурное программирование</p> <p>Теория: Массивы и векторы. Векторы в OpenSCAD. Особенности векторов в OpenSCAD и их использование. Практика: Выполнение задания — исследование работы программы</p>	2

Урок 33-34	<p>Тема: Структурное программирование</p> <p>Практика: Создание модели салфетницы по заданиям 112, 113.</p> <p>Исследование кода модели салфетницы. Усовершенствование модели, предложение по изменению модели и реализация.</p>	2
Урок 35-36	<p>Тема: Структурное программирование. Использование условий.</p> <p>Теория: Структура оператора условия. Полное и неполное условие.</p> <p>Практика: Выполнение задания «Оптимизация кода разборной модели «Массажер для рук»</p>	2
Урок 37-38	<p>Тема: Функции.</p> <p>Теория: Арифметические операции. Встроенные функции OpenSCAD.</p> <p>Практика: Создание моделей вращением параболы и ромба.</p> <p>Создание моделей: «Ромбус», «Парабола» по заданиям 118—122</p>	2
Урок 39-40	<p>Тема: Функции.</p> <p>Теория: Описание пользовательских функций.</p> <p>Практика: Создание моделей вращением параболы и ромба.</p> <p>Создание моделей: «Ромбус», «Парабола» по заданиям 118—122</p>	2
Урок 41-42	<p>Тема: Функции.</p> <p>Теория: Параболоид, гиперболоид, эллипсоид. Параболический цилиндр. Гиперболический параболоид. Коноид. Практика: Проведение исследований различных форм параболоидов по заданию 123. Выполнение задания 125 — создание эллипсоида</p>	2
Урок 43-44	<p>Тема: Функции.</p> <p>Теория: Параболический цилиндр. Гиперболический параболоид. Коноид.</p> <p>Практика: Проведение исследований различных форм эллипсоидов.</p> <p>Выполнение задания 125 — создание эллипсоида</p>	2
Урок 45-46	<p>Тема: Тригонометрические функции</p> <p>Теория: Краткие сведения о тригонометрических функциях.</p> <p>Синус и косинус.</p> <p>Практика: Создание моделей звезд по заданиям 126</p>	2
Урок 47-48	<p>Тема: Тригонометрические функции</p> <p>Теория: Краткие сведения о тригонометрических функциях.</p> <p>Запись функций в OpenSCAD.</p> <p>Практика: Усовершенствование моделей звезд по заданиям 126. Добавление линейной экструзии и печать различных звезд</p>	2
Урок 49-50	<p>Тема: Тригонометрические функции</p> <p>Практика: Создание модели «Вложенные стаканчики в форме звезды» по заданию 127</p>	2
Урок 51-52	<p>Тема: Рекурсия</p> <p>Теория: Рекурсивные модули. Параметры рекурсивного модуля.</p> <p>Практика: Исследование параметров рекурсии по заданию 132</p>	2
Урок 53-54	<p>Тема: Рекурсивное дерево.</p> <p>Теория: Рекурсивное дерево. Особенности выполнения задания по созданию модели рекурсивного дерева.</p> <p>Практика: Создание модели «Рекурсивное дерево» по заданию 133</p>	2
Урок 55-56	<p>Тема: Дерево Пифагора</p> <p>Теория: Что такое дерево Пифагора. Принципы построения.</p> <p>Практика: Создание и исследование модели «Дерево Пифагора» по заданию 134 и рис. 341—345</p>	2

Урок 57-58	Тема: Дерево Пифагора Теория: Комментарии к выполнению задания. Практика: Создание и исследование модели «Дерево Пифагора» по заданию 134 и рис. 341—345	2
Урок 59-60	Тема: Тернарная условная операция Теория: Краткие сведения о тернарной условной операции. Примеры рекурсивных функций. Комментарии к выполнению задания 135. Практика: Создание модели «Призы победителям»	2
Урок 61-62	Тема: Импорт STL-файлов. Использование библиотек Теория: Импорт STL-файлов. Использование библиотек Создание моделей, содержащих готовые объекты. Создание моделей «Винт и шайба». Практика: Создание моделей, содержащих готовые объекты. Создание моделей «Винт и шайба»	2
Урок 63-64	Тема: Повторение и обобщение материалы Теория: Повторение: основные теоретические сведения и термины. Особенности твердотельного 3D-моделирования. Практика: Создание 3D-модели по заданию учителя	2
РАЗДЕЛ IV	КОНТРОЛЬНЫЕ И ИТОГОВЫЕ РАБОТЫ	4
Урок 65-66	Теория: Комментарии к выполнению проекта. Практика: Итоговый творческий проект.	2
Урок 67-68	Тема: Подведение итогов. Практика: Завершение работы над проектом, представление проектов. Оценка и подведение итогов.	2

V. Итоговый творческий проект

В рамках этого курса целесообразно придерживаться идеи мейкерства. Мейкер — человек, который из набора материалов и технологий создает какой-то новый продукт. То есть в случае проекта по трехмерному моделированию итогом работы учащихся по курсу выступает напечатанный на 3D-принтере объект и трехмерная модель. Полезный, функциональный, имеющий себестоимость, лично востребованный и возможно социально значимый. Очень хорошо зарекомендовал себя подход, когда итоговым заданием служит отремонтировать что-то. Например, напечатать сломавшуюся шестеренку для домашнего миксера, смоделировать крепеж для уличного термометра, сделать крепление монитора к стене (по стандарту VESA). Также стоит обратить внимание, что при трехмерной печати действительно может появиться такое понятие, как «заказчик». Тогда проект можно считать успешным, если (Project Management Body of Knowledge, PMBoK):

- выполнен согласно утвержденным критериям: объему, сроку, качеству;
- обеспечено длительное взаимодействие с заказчиком, продолжение сотрудничества в рамках последующих проектов и иного взаимодействия.

В качестве «заказчика» могут выступать другие педагоги и администрация школы. Они с радостью предложат для школьников разные по сложности задания. В таком случае оценивание успешности проекта происходит естественно.

VI. Методическое обеспечение программы

Методические рекомендации по организации обучения

В ходе обучения по программе учащиеся получают основные сведения об устройстве 3D-принтера, принципах его работы, материалах (видах пластика; познакомятся с основами создания моделей средствами 3D-принтера.

Обучение строится по принципу: от простого к сложному. Изложение теории проводится постепенно, иногда ограничиваясь лишь краткими беседами и пояснениями по ходу учебного процесса. Специально для практической работы подобран ряд моделей, которые позволят ребенку понять границы применимости той или иной технологии, понять свойства того или иного материала.

В целях развития самостоятельности на занятиях учащимся предлагается решать задачи различной сложности, связанные со способами изготовления и сборки моделей с учетом ограничений той или иной технологии. Лучшие работы участвуют в выставках и конкурсах детского творчества.

Учебно-методическое обеспечение:

- Конспекты занятий по предмету «Твердотельное моделирование и 3D -печать».
- Инструкции и презентации к занятиям.
- Проектные задания, проекты и рекомендации к выполнению проектов.
- Диагностические работы с образцами выполнения и оцениванием.
- Раздаточные материалы (к каждому занятию).
- Положения о конкурсах и соревнованиях.

Материально-техническое обеспечение:

1. Компьютерный класс не менее чем на 12 рабочих мест.
2. Локальная сеть.
3. Выход в Интернет с каждого рабочего места.
4. Сканер, принтер черно-белый и цветной.
5. Акустическая система (колонки, наушники, микрофон).
6. Интерактивная доска или экран.
7. Программное обеспечение
 - офисные программы — пакет MSOffice;
 - графические редакторы — векторной и растровой графики;
 - программа OpenSCAD.

Рабочее место обучающегося включает:

- Компьютер (системный блок + монитор);
- Наушники и микрофон.

Рабочее место педагога включает:

- Компьютер (системный блок + монитор).
- Колонки и наушники + микрофон.
- Принтеры: цветной и черно-белый.
- 3D-принтер — 1 или 2.
- Сканер

Формы занятий, планируемых по разделам УП

- Вводное занятие – занятие-беседа
- Основы работы с 3Д-принтером – занятие-беседа
- Простое моделирование – занятие-беседа, практические занятия
- Проектная деятельность - занятие-беседа, занятие-консультация, практические занятия
- Итоговое занятие - занятие-беседа, практические занятия
- Воспитательная работа - занятие-беседа, занятие-праздник, занятие-конкурс.

Методы организации учебно-воспитательного процесса

- Словесные
- Наглядные
- Практические
- Исследовательский

Педагогические технологии

Образовательный процесс по программе выстраивается с использованием технологии проектного обучения, элементов здоровьесберегающей технологии.

Формы подведения итогов по разделам УП

- Вводное занятие – опрос
- Основы работы с 3Д-принтером – опрос
- Простое моделирование – опрос, выполнение и презентация творческого задания, самоанализ, коллективный анализ работ
- Проектная деятельность – защита проекта, выставки, конкурсы детского творчества, самоанализ
- Итоговое занятие – защита итогового проекта
- Воспитательная работа – викторина, беседа, опрос.

VII. Литература

1. 3D -моделирование и прототипирование. Уровень 1: учебное пособие/ Д. Г. Копосов. —М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
2. 3D -моделирование и прототипирование. Уровень 2: учебное пособие/ Д. Г. Копосов.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.