

Министерство образования и молодежной политики Свердловской области
Управление образования городского округа Первоуральск
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 26»

Рассмотрено на Педагогическом совете
от 30.08.2024, протокол №1

Утверждено приказом директора
МАОУ «СОШ №26» от 30.08.2024 № 372

Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа
Центр образования цифрового и гуманитарного профилей
«Точка роста»
(техническая направленность)
«3D-моделирование и прототипирование»

Возраст обучающихся: 14-17 лет
Срок реализации: 2 года

Автор:
Скорняков А.Н.,
педагог дополнительного
образования

п.Новоуткинск
2024 г.

Содержание

1	Пояснительная записка	2
2	Целевой раздел	4
3	Организационно-педагогические условия: объем, режим работы, условия организации занятий.	4
4	Планируемые результаты	4
5	Формы аттестации	5
7	Методическое обеспечение.	6
8	Материально-техническое обеспечение.	7
9	Список литературы	7
	<i>Приложения</i>	
	Приложение №1 Учебный план	9
	Приложение №2 Учебно-тематическое планирование	10

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «3D-моделирование и прототипирование» составлена на основе Примерной рабочей программы Копосова Дениса Геннадьевича, учителя информатики и ИКТ МБОУ муниципального образования "Город Архангельск" "Гимназия № 24", высшей квалификационной категории, победителя конкурса лучших учителей в рамках ПНП "Образование", активного участника профессионального сетевого сообщества "Образовательная галактика Intel", руководителя проекта "Начала инженерного образования в школе" Программа разработана для обучения школьников 8-11 классов, которые используют учебные пособия «3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ» 1 и 2 уровня автора Д. Г. Копосова. Изменения внесены только в сторону использования системы трехмерного моделирования Компас-3D. Компас-3D — мощная и универсальная система трёхмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря простоте освоения и широким возможностям твердотельного, поверхностного и прямого моделирования.

Ключевой особенностью продукта является обеспечение сквозного процесса проектирования от реализации идеи в 3D до подготовки полного комплекта документации. В основе КОМПАС-3D лежат собственное математическое ядро и параметрические технологии, разработанные специалистами АСКОН. Продукт содержит инструменты для коллективного проектирования изделий и объектов строительного проектирования любой степени сложности и позволяет подготовить полноценную электронную модель изделия, здания и сооружения.

Программа разработана в соответствии с нормативно - правовыми документами:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2013-2020 годы (распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2012 г. № 2148-р).
3. Концепция российской национальной системы выявления и развития молодых талантов (утв. Президентом РФ 3 апреля 2012 г. № Пр-82).
4. Концепция развития дополнительного образования детей (от 4 сентября 2014 г. № 1726-р).

Направленность образовательной программы

Направленность программы - техническая. Программа направлена на привлечение учащихся к современным технологиям конструирования.

Целевой раздел

Цель программы развитие конструкторских способностей детей и формирование пространственного представления за счет освоения базовых возможностей среды трехмерного компьютерного моделирования.

Актуальность

Данная программа нацелена на привлечение учащихся к современным технологиям конструирования и обеспечивает возможность развития творческого потенциала школьников.

Обучающие задачи

- 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.

Развивающие задачи

- Формирование и развитие информационной культуры: умения работать с разными источниками.
- Развитие исследовательских умений, умения общаться, умения взаимодействовать, умения доводить дело до конца.
- Развитие памяти, внимательности и наблюдательности, творческого воображения и фантазии через моделирование 3D-объектов.
- Развитие информационной культуры за счет освоения информационных и коммуникационных технологий
- Формирование технологической грамотности.
- Развитие стратегического мышления.
- Получение опыта решения проблем с использованием проектных технологий.

Воспитательные задачи

- Сформировать гражданскую позицию, патриотизм и обозначить ценность инженерного образования.

- Воспитать чувство товарищества, чувство личной ответственности во время подготовки и защиты проекта, демонстрации моделей объектов.
- Сформировать навыки командной работы над проектом.
- Сориентировать учащихся на получение технической инженерной специальности.
- Научить работать с информационными объектами и различными источниками информации.
- Приобрести межличностные и социальные навыки, а также навыки общения.

Организационно-педагогические условия

Возраст детей, участвующих в реализации данной программы

- 14-17 лет – основная группа

Сроки реализации программы

- Программа рассчитана на двухгодичный цикл обучения.

Режим занятий

Занятия проводятся 1 раз в неделю по 1 учебному часу (34 часа за учебный год).

Программа рассчитана на 2 года (68 часов)

Дополнительная форма занятий

Для закрепления изученного материала, мотивации дальнейшего обучения и выявления наиболее способных учеников регулярно проводятся состязания роботов. Учащимся предоставляется возможность принять участие в состязаниях самых разных уровней.

Методы организации учебного процесса

Словесные методы (беседа, анализ) являются необходимой составляющей учебного процесса. В начале занятия происходит постановка задачи, которая производится, как правило самими детьми, в сократической беседе. В процессе – анализ полученных результатов и принятие решений о более эффективных методах и усовершенствованиях конструкции, алгоритма, а, может, и самой постановки задачи. Однако наиболее эффективными для ребенка, несомненно, являются наглядные и практические методы, в которых учитель не просто демонстрирует процесс или явление, но и помогает учащемуся самостоятельно воспроизвести его.

Планируемые результаты

Предметные:

- освоят элементы технологии проектирования в 3D-системах и будут применять знания и умения при реализации исследовательских и творческих проектов;
- приобретут навыки работы в среде 3D-моделирования и освоят основные приемы и технологии при выполнении проектов трехмерного моделирования;
- освоят основные приемы и навыки создания и редактирования чертежа с помощью инструментов 3D-среды;
- овладеют понятиями и терминами информатики и компьютерного 3D-проектирования:
- овладеют основными навыками по построению простейших чертежей в среде 3D-моделирования;
- научатся печатать с помощью 3D принтера базовые элементы и по чертежам готовые модели.

Метапредметные:

- смогут научиться составлять план исследования и использовать навыки проведения исследования с 3D моделью:
- освоят основные приемы и навыки решения изобретательских задач и научатся использовать в процессе выполнения проектов;
- усовершенствуют навыки взаимодействия в процессе реализации индивидуальных и коллективных проектов;
- будут использовать знания, полученные за счет самостоятельного поиска в процессе реализации проекта;
- освоят основные этапы создания проектов от идеи до защиты проекта и научатся применять на практике;
- освоят основные обобщенные методы работы с информацией с использованием программ 3D-моделирования.

Личностные:

- смогут работать индивидуально, в малой группе и участвовать в коллективном проекте;
- смогут понимать и принимать личную ответственность за результаты коллективного проекта;
- смогут без напоминания педагога убирать свое рабочее место, оказывать помощь другим учащимся;
- будут проявлять творческие навыки и инициативу при разработке и защите проекта;

- смогут работать индивидуально, в малой группе и участвовать в коллективном проекте;
- смогут взаимодействовать с другими учащимися вне зависимости от национальности, интеллектуальных и творческих способностей.

Формы аттестации

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.

Естественно, всё необходимо оформить не в открытой форме взаимодействия «Заказчик – Исполнитель». Например, в нашей гимназии проводятся благотворительные ярмарки, на которых школьники представляют свои творческие работы, а собранные деньги передаются в детские дома, благотворительные организации. Таким образом, то, что сделал школьник, становится и социально значимым и получило конкретную финансовую оценку.

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 и без странных для ребёнка критериев оценивания.

Методическое обеспечение программы

Организационное

Занятия ведутся в группах, не более 10 человек

Учебно-методическое

- 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 на 10 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 обучаемого включает:

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

Рабочее место педагога:

- Компьютер (системный блок + монитор).
- Колонки и наушники + микрофон.
- Принтеры: цветной и черно белый
- 3D принтер PICASO 3D Designer
- Сканер XYZ 3D Hand Scanner

Список литературы

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
3. Сайт продукта фирмы АСКОН «Компас-3Д» <https://kompas.ru/kompas-3d/about/>

Учебный план
 Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
 Центр образования гуманитарного и цифрового профилей «Точка роста»
 (техническая направленность)
 «3D моделирование и прототипирование»

Программа «3D моделирование и прототипирование» рассчитана на 2 года обучения, предусматривает переход воспитанников от одного курса к другому, в зависимости от сложности и возраста детей. Рекомендуется для занятий подростков с 14 лет. Состав группы: разновозрастной. Занятия проводятся 1 раз в неделю в группе не более 10 человек.

Особенность программы – обеспечение сквозного процесса проектирования от реализации идеи в 3D до подготовки полного комплекта документации.

№ п п	Наименование курса	1 год обучения			2 год обучения			Количество часов за весь период обучения	Формы промежуточной аттестации
		Количество уч. часов в неделю/в год	В т.ч.		Количество уч. часов в неделю/в год	В т.ч.			
			Теория	Практика		Теория	Практика		
1	«3D моделирование и прототипирование»	1/34	16ч	18ч	1/34	16ч	18ч	68	Выполнение творческой работы, Контрольная работа, Итоговый творческий проект

8-9класс. Учебно-тематическое планирование (34 часа)

№ раздела /урока	Содержание	Количество часов
РАЗДЕЛ I	ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ	3
Урок 1	Тема: Основные технологии 3-D печати <i>Теория:</i> Техника безопасности. Аддитивные технологии. Экструдер и его устройство. Основные пользовательские характеристики 3D-принтеров. Термопластики. Технология 3D печати. <i>Практика:</i> Подготовить рассказ об одной из технологий 3D печати с использованием мультимедиа презентации. Выполнить задания 3, 4 и 5 из учебника.	1
Урок 2	Тема: Первая модель в OpenSCAD <i>Теория:</i> Характеристика программы для трехмерного моделирования. Твердотельное моделирование. Настройка программы. Интерфейс и основы управления. <i>Практика:</i> Выполнить задание 6 – установить программы OpenSCAD и задание 7 – выполнить настройки программы. Самостоятельно провести исследование по управлению мышью и клавиатурой.	1
Урок 3	Тема: Печать модели на 3D принтере <i>Теория:</i> Использование системы координат. Основные настройки для выполнения печати на 3D принтере. Подготовка к печати. Печать 3D модели. <i>Практика:</i> Подготовка к печати и печать 3D модели с использованием разных программ.	1
РАЗДЕЛ II	КОНСТРУКТИВНАЯ БЛОЧНАЯ ГЕОМЕТРИЯ	21
Урок 4	Тема: Графические примитивы в 3D-моделировании. Куб и кубоид <i>Теория:</i> Создание куба и прямоугольного параллелепипеда. Особенности 3D-печати. Перемещение объектов. <i>Практика:</i> Разработка и создание моделей «Противотанковый «еж», «Пирамида», «Пятерка», «3D», выполнив задания в учебнике 11 15.	1
Урок 5	Тема: Шар и многогранник <i>Теория:</i> Создание шара. Разрешение. Создание многогранников. Что такое рендеринг. Настройки печати и экспорт в STL-файл. <i>Практика:</i> Создать шар радиусом 20 мм. Исследовать, как генерирует программа OpenSCAD шар при различных значениях параметра, выполнив задание 16. Создайте простую версию массажера для рук и шарик-антистресс, выполнив задания 17, 18 и 19. Подготовить к печати и выполнить печать на 3D-принтере.	1
Урок 6	Тема: Цилиндр, призма, пирамида <i>Теория:</i> Основные понятия: цилиндр, конус, призма и пирамида. Сходство и отличия. Перемещение нескольких объектов. Основные ошибки при моделировании. Команда cylinder. <i>Практика:</i> Выполнить задания 21, 22. Создать модели капли и пешки по заданиям 22 - 25, применив творческие навыки.	1

Урок 7	<p>Тема: Поворот тел в пространстве <i>Теория:</i> Команды и правила поворота тел в программе OpenSCAD. Особенности поворота и масштабирования тел. Правило правой руки. Комментарии к выполнению заданий. <i>Практика:</i> Создание моделей «Вертушка» и «Птица», по заданиям 26 и 27.</p>	1
Урок 8	<p>Тема: Поворот тел в пространстве <i>Теория:</i> Комментарии к выполнению заданий. <i>Практика:</i> Создание моделей «Снеговик», «Собачка» и «Звездочка» по заданиям 28 - 30.</p>	1
Урок 9	<p>Тема: Масштабирование тел <i>Теория:</i> Основные сведения о масштабировании тел. Команда scale. Особенности команды. Что такое коэффициенты масштабирования. Комментарии к выполнению заданий. <i>Практика:</i> Создание моделей «Крючок» и «Сложная пешка» по заданиям 31 - 34.</p>	1
Урок 10	<p>Тема: Вычитание геометрических тел <i>Теория:</i> Конструктивная блочная геометрия. Графические примитивы. Булева разность. Основные команды. Комментарии к выполнению задания. <i>Практика:</i> Создание моделей «Ящичек» и «Кольцо» по материалам параграфа 7.</p>	1
Урок 11	<p>Тема: Вычитание геометрических тел <i>Теория:</i> Комментарии к выполнению заданий 37 и 39. <i>Практика:</i> Создать модели «Крючок» и «Колючка» по заданиям 37 и 39. Распечатать на 3D-принтере.</p>	1
Урок 12	<p>Тема: Вычитание геометрических тел <i>Теория:</i> Комментарии к выполнению заданий 36 и 38. <i>Практика:</i> Создать модели «Ладья» и «Погремушка» по заданиям 36 и 38. Распечатать на 3D-принтере.</p>	1
Урок 13	<p>Тема: Вычитание геометрических тел <i>Теория:</i> Комментарии к выполнению заданий 40, 41 и 42. <i>Практика:</i> Создать модели «Кружка», «Разборную модель массажера для рук» и «Брелок «Гитара» по заданиям 40, 41 и 42. Распечатать на 3D принтере.</p>	1
Урок 14	<p>Пересечение геометрических тел <i>Теория:</i> Булево пересечение. Различные пересечения графических примитивов. Команда intersection. Особенности команды и построения пересечений. Комментарии к выполнению задания 46. <i>Практика:</i> Создание моделей «Ухо» и «Шаблон головы».</p>	1
Урок 15с	<p>Тема: Пересечение геометрических тел <i>Теория:</i> Комментарии к выполнению заданий 47 и 48. <i>Практика:</i> Самостоятельная работа. На базе шаблона (рис. 105) смоделируйте мультипликационного персонажа. Создание модели «Спиннер».</p>	1
Урок 16	<p>Тема: Моделирование сложных объектов <i>Теория:</i> Особенности моделирования сложных объектов на примере создания игрального кубика. Комментарии к выполнению задания 49. <i>Практика:</i> Создание модели игрального кубика по заданию 49.</p>	1

Урок 17	<p>Тема: Рендеринг <i>Теория:</i> Комментарии к информации в консоли после рендеринга в OpenSCAD . Особенности рендеринга. Полигональная сетка. Диаграмма Вронского и ее особенности. Триангуляция Делоне. <i>Практика:</i> Усовершенствование и доводка модели игрального кубика по заданию 50. Печать модели на принтере.</p>	1
Урок 18	<p>Тема: Объединение геометрических тел <i>Теория:</i> Булево объединение. Команда union. Особенности команды. Как эффективно использовать данное действие. Комментарии к выполнению заданий 51 и 53 «Елочная игрушка» и «Магнитные держатели» <i>Практика:</i> Создание моделей «Елочная игрушка» и «Магнитные держатели» по заданиям 51 и 53.</p>	1
Урок 19	<p>Тема: Объединение геометрических тел <i>Теория:</i> Комментарии к выполнению задания 54 «Ракета» <i>Практика:</i> Создать модель ракеты по заданию 54. Распечатать на 3D-принтере.</p>	1
Урок 20	<p>Тема: Выпуклая оболочка <i>Теория:</i> 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». <i>Практика:</i> Создание моделей «Кулон» и «Сердечко».</p>	1
Урок 21	<p>Тема: Немного о векторах <i>Теория:</i> Вектор. Векторы в пространстве. Коллинеарные векторы. Параллельный перенос. Координаты вектора. Сумма векторов. Правило треугольника. Правило параллелограмма. Правило параллелепипеда. <i>Практика:</i> Выполнение заданий тренировочных 55 и 56..</p>	1
Урок 22	<p>Тема: Сумма Минковского <i>Теория:</i> Сумма Минковского двух многоугольников. Сумма Минковского в OpenSCAD. Команда minkowski, ее особенности и использование. <i>Практика:</i> Выполнение зачетного задания создание модели «Задняя крышка смартфона».</p>	1
Урок 23	<p>Тема: Творческий проект <i>Теория:</i> Комментарии к выполнению творческого проекта. <i>Практика:</i> Выполнение творческого проекта по твердотельному моделированию и трехмерной печати по согласованию с учителем.</p>	1
РАЗДЕЛ III	ЭКСТРУЗИЯ	10
Урок 24	<p>Тема: Двухмерные объекты <i>Теория:</i> Краткие сведения об экструзии. Плоские геометрические фигуры: прямоугольник, квадрат, круг, эллипс. Правильные фигуры. Рамки и профили. Комментарии к выполнению задания. <i>Практика:</i> Создание модели «Трафарет кошки» по заданию 60..</p>	1
Урок 25	<p>Тема: Двухмерные объекты <i>Теория:</i> Комментарии к выполнению заданий 61 - 63. <i>Практика:</i> Создание трафаретов: «Трафарет елки», трафарет формочек для выпечки «Кошка» и «Елка» и модели «Брелок».</p>	1

Урок 26	<p>Тема: Линейная экструзия. Работа с текстом <i>Теория:</i> Как работать с текстом. Добавление текста к готовым моделям разными методами. Комментарии к выполнению заданий 68, 69. <i>Практика:</i> Создание моделей по заданиям 68, 69 с добавлением текста разными методами.</p>	1
Урок 27	<p>Тема: Линейная экструзия. Работа с фигурами. <i>Теория:</i> Как работать с фигурами. Команды twist и scale и их параметры. Комментарии к выполнению заданий 70, 71. <i>Практика:</i> Создание модели с резьбой по заданиям 70 и 71.</p>	1
Урок 28	<p>Тема: Линейная экструзия. Смещение <i>Теория:</i> Что такое смещение. Торцевая кромка. Команда offset и ее параметры. Использование команды offset для изготовления разных моделей. Комментарии к выполнению задания 72. <i>Практика:</i> Создание модели «Красивая ваза» и «Треугольная ваза» по заданию 72 и 73</p>	1
Урок 29	<p>Тема: Экструзия вращением <i>Теория:</i> Тела, созданные вращением. Виды и особенности создания тел вращением. Команда rotate_extrude. Особенности ее использования. Комментарии к выполнению заданий. <i>Практика:</i> Создание моделей «Воронка», «Плафон» и «Ваза».</p>	1
Урок 30	<p>Тема: Экструзия вращением. Работа с текстом <i>Теория:</i> Работа с фигурами. Использование команды difference. Комментарии к выполнению задания 76--80. <i>Практика:</i> создание модели двухкомпонентной елки. Создание моделей «Тарелка» и «Бабочка».</p>	1
Урок 31	<p>Тема: Экструзия контуров <i>Теория:</i> Программы двухмерного черчения. Линейная экструзия контуров. Быстрое создание контуров в LibreCAD. Параметры и настройки. Комментарии к созданию модели по заданию 83. <i>Практика:</i> Создание модели «Шахматный конь».</p>	1
Урок 32	<p>Тема: Экструзия контуров <i>Теория:</i> DXF-файл. Конвертация изображений в DXF. Комментарии к выполнению заданий 85, 86. Анализ возможных ошибок. <i>Практика:</i> Создание моделей «Миньон» и «Крош», «Дерево» и «Шашка».</p>	1
Урок 33	<p>Тема: Повторение и обобщение материала <i>Практика:</i> Выполнить творческую работу по заданию учителя</p>	1
РАЗДЕЛ IV	КОНТРОЛЬНЫЕ И ИТОГОВЫЕ РАБОТЫ	1
Урок 34	<p>Тема: Подведение итогов. <i>Практика:</i> Контрольная работа</p>	1

10-11класс. Учебно-тематическое планирование (34 часа)

№ Раздела /урока	Содержание	Количество часов
РАЗДЕЛ I	ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ	2
Урок 1	Тема: Основные технологии 3D-печати (повторение и обобщение) <i>Теория:</i> Техника безопасности. Аддитивные технологии. Экструдер и его устройство. Основные пользовательские характеристики 3D-принтеров. Термопластики. Технология 3D-печати. <i>Практика:</i> Подготовить рассказ об одной из технологий 3D-печати с использованием мультимедиа презентации. Выполнить задания 3, 4 и 5 из учебника	1
Урок 2	Тема: Печать модели на 3D-принтере (повторение и обобщение) <i>Теория:</i> Использование системы координат. Основные настройки для выполнения печати на 3D-принтере. Подготовка к печати. Печать 3D-модели. <i>Практика:</i> Подготовка к печати и печать 3D-модели с использованием разных программ	1
РАЗДЕЛ II	ЭКСТРУЗИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ	3
Урок 3	Тема: Конструктивная блочная геометрия (повторение) <i>Теория:</i> Графические примитивы. Линейная экструзия. <i>Практика:</i> Создание моделей по заданию учителя	1
Урок 4	Тема: Массивы данных. <i>Теория:</i> Массив. Элемент массива. Индекс элемента. Одномерные массивы. Двумерные массивы. Поле высот. Команда surface. Поверхность из текстового файла. Поверхность из графического файла. <i>Практика:</i> Создание моделей «Форма для звезды» по заданиям 91–92	1
Урок 5	Тема: Массивы данных. <i>Теория:</i> Массив. Элемент массива. Индекс элемента. Одномерные массивы. Двумерные массивы. Поле высот. Команда surface. Поверхность из текстового файла. Поверхность из графического файла. <i>Практика:</i> Создание моделей «Ваш регион» по заданию 93	1
РАЗДЕЛ III	ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	27
Урок 6	Тема: Парадигмы программирования <i>Теория:</i> Императивное программирование. Функциональное программирование. Использование переменных. Команда echo. Команда module. <i>Практика:</i> Создание модулей (подпрограмм). Создание моделей и проведение исследований по заданиям 95	1
Урок 7	Тема: Парадигмы программирования <i>Теория:</i> Императивное программирование. Команда echo. Команда module. <i>Практика:</i> Создание модели и проведение исследования по заданиям 96	1
Урок 8	Тема: Парадигмы программирования. Переменные <i>Теория:</i> Использование переменных. Команда echo. Команда	1

	<p>module. Особенности создания модулей. <i>Практика:</i> Создание модели: «Рамка». Д/з: выполнить творческий проект «Модель кораблика»</p>	
Урок 9	<p>Тема: Парадигмы программирования. Переменные. <i>Теория:</i> Использование переменных. Команда echo. Команда module. Особенности создания модулей. <i>Практика:</i> Создание модели «Деревянный сруб» по заданию 98 с использованием примеров в параграфе. Д/з: выполнить творческий проект «Модель кораблика»</p>	1
Урок 10	<p>Тема: Парадигмы программирования. Параметризация <i>Теория:</i> Параметризация. Параметрическое моделирование. Параметрическая модель. Особенности структурного программирования. <i>Практика:</i> Создание модели «Вложенные кольца»</p>	1
Урок 11	<p>Тема: Структурное программирование <i>Теория:</i> Основные алгоритмические структуры: последовательность, ветвление, цикл. <i>Практика:</i> Создание модели «Елочный шарик» по заданиям 101–103</p>	1
Урок 12	<p>Тема: Структурное программирование <i>Теория:</i> Цикл со счетчиком. Цикл for. Ограничения при печати <i>Практика:</i> (Зачетное задание). Творческий проект по моделированию своей модели елочного шарика по заданию 104</p>	1
Урок 13	<p>Тема: Структурное программирование <i>Теория:</i> Вложенные циклы. Параметризация модели <i>Практика:</i> Создание органайзера для батареек и аккумуляторов по заданию 105–109 и подготовка к печати. Печать на принтере</p>	1
Урок 14	<p>Тема: Структурное программирование <i>Теория:</i> Комментарии к созданию модели «Ящик для мелочей». <i>Практика:</i> Создание модели «Ящик для мелочей» по заданию 110</p>	1
Урок 15	<p>Тема: Структурное программирование <i>Теория:</i> Комментарии к созданию модели «Ящик для мелочей». <i>Практика:</i> Окончание работы над моделью «Ящик для мелочей» по заданию 110. Подготовка к печати</p>	1
Урок 16	<p>Тема: Структурное программирование <i>Теория:</i> Массивы и векторы. Векторы в OpenSCAD. Особенности векторов в OpenSCAD и их использование. <i>Практика:</i> Выполнение задания 111 – исследование работы программы</p>	1
Урок 17	<p>Тема: Структурное программирование <i>Практика:</i> Создание модели салфетницы по заданиям 112, 113. Исследование кода модели салфетницы. Усовершенствование модели, предложение по изменению модели и реализация.</p>	1
Урок 18	<p>Тема: Структурное программирование. Использование условий. <i>Теория:</i> Структура оператора условия. Полное и неполное условие. <i>Практика:</i> Выполнение задания «Оптимизация кода разборной модели «Массажер для рук»</p>	1

Урок 19	Тема: Функции. <i>Теория:</i> Арифметические операции. Встроенные функции OpenSCAD. <i>Практика:</i> Создание моделей вращением параболы и ромба. Создание моделей: «Ромбус», «Парабола» по заданиям 118–122	1
Урок 20	Тема: Функции. <i>Теория:</i> Описание пользовательских функций. <i>Практика:</i> Создание моделей вращением параболы и ромба. Создание моделей: «Ромбус», «Парабола» по заданиям 118–122	1
Урок 21	Тема: Функции. <i>Теория:</i> Параболоид, гиперболоид, эллипсоид. Параболический цилиндр. Гиперболический параболоид. Коноид. <i>Практика:</i> Проведение исследований различных форм параболоидов по заданию 123. Выполнение задания 125 – создание эллипсоида	1
Урок 22	Тема: Функции. <i>Теория:</i> Параболический цилиндр. Гиперболический параболоид. Коноид. <i>Практика:</i> Проведение исследований различных форм эллипсоидов. Выполнение задания 125 – создание эллипсоида	1
Урок 23	Тема: Тригонометрические функции <i>Теория:</i> Краткие сведения о тригонометрических функциях. Синус и косинус. <i>Практика:</i> Создание моделей звезд по заданиям 126	1
Урок 24	Тема: Тригонометрические функции <i>Теория:</i> Краткие сведения о тригонометрических функциях. Запись функций в OpenSCAD. <i>Практика:</i> Усовершенствование моделей звезд по заданиям 126. Добавление линейной экструзии и печать различных звезд	1
Урок 25	Тема: Тригонометрические функции <i>Практика:</i> Создание модели «Вложенные стаканчики в форме звезды» по заданию 127	1
Урок 26	Тема: Рекурсия <i>Теория:</i> Рекурсивные модули. Параметры рекурсивного модуля. <i>Практика:</i> Исследование параметров рекурсии по заданию 132	1
Урок 27	Тема: Рекурсивное дерево. <i>Теория:</i> Рекурсивное дерево. Особенности выполнения задания по созданию модели рекурсивного дерева. <i>Практика:</i> Создание модели «Рекурсивное дерево» по заданию 133	1
Урок 28	Тема: Дерево Пифагора <i>Теория:</i> Что такое дерево Пифагора. Принципы построения. <i>Практика:</i> Создание и исследование модели «Дерево Пифагора» по заданию 134 и рис. 341–345	1
Урок 29	Тема: Дерево Пифагора <i>Теория:</i> Комментарии к выполнению задания. <i>Практика:</i> Создание и исследование модели «Дерево Пифагора» по заданию 134 и рис. 341–345	1
Урок 30	Тема: Тернарная условная операция <i>Теория:</i> Краткие сведения о тернарной условной операции.	1

	Примеры рекурсивных функций. Комментарии к выполнению задания 135. <i>Практика:</i> Создание модели «Призы победителям»	
Урок 31	Тема: Импорт STL-файлов. Использование библиотек <i>Теория:</i> Импорт STL-файлов. Использование библиотек Создание моделей, содержащих готовые объекты. Создание моделей «Винт и шайба». <i>Практика:</i> Создание моделей, содержащих готовые объекты. Создание моделей «Винт и шайба»	1
Урок 32	Тема: Повторение и обобщение материалы <i>Теория:</i> Повторение: основные теоретические сведения и термины. Особенности твердотельного 3D-моделирования. <i>Практика:</i> Создание 3D-модели по заданию учителя	1
РАЗДЕЛ IV	КОНТРОЛЬНЫЕ И ИТОГОВЫЕ РАБОТЫ	2
Урок 33	<i>Теория:</i> Комментарии к выполнению проекта. <i>Практика:</i> Итоговый творческий проект	1
Урок 34	Тема: Подведение итогов. <i>Практика:</i> Завершение работы над проектом, представление проектов. Оценка и подведение итогов	1