

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ ГОРОДА  
ЕКАТЕРИНБУРГА**

**Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа № 178  
с углубленным изучением отдельных предметов**

Принято  
Решением Педагогического совета  
Протокол № 1 от 30.08.2022 г.

Утверждаю  
«31» августа 2022 г.  
Директор школы:  
(Л. А. Григорьева)  
Приказ № 122 от «31» августа 2022 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
«Прототипирование»  
направленность техническая  
2022/2023 учебный год**

Возраст обучающихся: 12-17 лет  
Срок реализации: 1 год  
Составитель: Сайдашева Юлия Шарафутдиновна  
учитель химии,  
MAOU SOSh № 178 с углубленным изучением  
отдельных предметов

**Екатеринбург, 2022**

## Пояснительная записка

Рабочая программа «Прототипирование» создана в целях подготовки обучающихся для участия в чемпионатах «JuniorSkills», как программа ранней профориентации и основа профессиональной подготовки и состязаний школьников в профессиональном мастерстве по компетенции «Прототипирование». Компетенция «Прототипирование» основана на процессе изготовления прототипов (опытных образцов) отдельных деталей, узлов изделий или непосредственно изделий, включая, в ряде случаев, также проектирование и отладку управляющих схем, при необходимости – написание управляющих программ.

В прототипировании могут широко применяться как технологии цифрового производства (3D-печать, лазерные гравировка и рез, обработка на станках с ЧПУ), так и осуществляемые вручную технологические процессы, такие, например, как литьё (с предшествующим ему созданием форм для отливок на станках с ЧПУ), создание композитных материалов. В ряде случаев также может быть целесообразно создание виртуальной модели разрабатываемого устройства.

Прототипирование, являясь промежуточным этапом между проектированием и серийным изготовлением изделия, может выступать как контроль качества проектирования, позволяя избежать возможных ошибок и минимизировать связанные с их возникновением расходы. В сферу профессиональных обязанностей высококвалифицированного специалиста входят навыки прямого и обратного проектирования, подготовки заданий для цифрового производства, а также умение программировать встраиваемые автоматические системы.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Прототипирование» предназначена для школьников, желающих продолжить изучение способов и технологий моделирования трехмерных объектов с помощью программного обеспечения КОМПАС-3D.

Разработанная и представленная компанией "ERP-системы" программа Компас отличается от аналогов доступностью применения для решения самых разных инженерных задач и отличной технической поддержкой. При этом, программа Компас имеет в своём арсенале широкие возможности для качественного трехмерного моделирования – и твердотельного, и поверхностного. Именно такой набор возможностей и превратил программу в основное приложение для огромного числа производственных учреждений.

**Новизна** данной программы состоит в одновременном изучении как основных теоретических, так и практических аспектов прототипирования, что обеспечивает глубокое понимание инженерно-производственного процесса в целом. Во время прохождения программы, обучающиеся получают знания, умения и навыки, которые в дальнейшем позволят им самим планировать и осуществлять трудовую деятельность.

Программа направлена на воспитание современных детей как творчески активных и технически грамотных начинающих инженеров, способствует возрождению интереса молодежи к технике, в воспитании культуры жизненного и профессионального самоопределения.

**Актуальность** изучения технологии прототипирования обусловлена практически повсеместным использованием в различных отраслях и сферах деятельности, знание которой становится все более необходимым для полноценного развития личности.

**Практическая значимость.** Данная программа уникальна по своим возможностям и направлена на знакомство с современными технологиями и стимулированию интереса учащихся к технологиям конструирования и моделирования.

**Педагогическая целесообразность** данной программы:

- взаимодействие педагога с ребенком на равных;
- использование на занятиях доступных для детей понятий и терминов, следование принципу «от простого к сложному»;
- учет разного уровня подготовки детей, опора на имеющийся у обучающихся опыт;
- системность, последовательность и доступность излагаемого материала, изучение нового материала опирается на ранее приобретенные знания;
- приоритет практической деятельности;
- развитие в учащихся самостоятельности, творчества и изобретательности является одним из основных приоритетов данной программы.

**Отличительные особенности.** Представляемая программа имеет существенный ряд отличий от существующих аналогичных программ. Программа предполагает не только обучение «черчению» или освоению ПО «КОМПАС-3D», а именно использованию этих знаний как инструмента при решении задач различной сложности. Изучение программ САПР и черчения позволит решать более сложные инженерные задачи и применять полученные знания в других объединениях отдела техники («Прикладная механика в

картинге», «Авиамоделирование», «Робототехника») или в различных областях деятельности обучающегося.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа составлена в соответствии с нормативно-правовыми документами:

1. Федеральный Закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (далее - ФЗ № 273).
2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (далее - Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам).
3. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 04.07.2014 г. №41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» (далее - СанПиН).
4. Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 №09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).
5. Письмо Минобрнауки России от 29.03.2016 №ВК-641/09 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по реализации адаптированных дополнительных общеобразовательных программ, способствующих социально-психологической реабилитации, профессиональному самоопределению детей с ограниченными возможностями здоровья, включая детей-инвалидов, с учетом их особых образовательных потребностей»).
6. Приказ Минобрнауки России от 09.01.2014 № 2 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
7. Устав МАОУ СОШ № 178 с углубленным изучением отдельных предметов.

**Программа «стартовая» «стартовый»** уровень предполагает освоение начальных навыков технологии прототипирования.

**Цель** - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области применения технологий прототипирования для обеспечения эффективности процессов проектирования и изготовления изделий.

## **Задачи:**

### *Предметные (образовательные)*

- знакомство учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при моделировании;
- приобретение навыков и умений в области конструирования и инженерного черчения, эффективного использования систем;
- приобретение опыта создания трехмерных, анимированных объектов.

### *Метапредметные (развивающие)*

- формирование у обучающихся стремления к получению качественного законченного результата;
- развитие пространственного воображения и изобретательности, логического и инженерного мышления.

### *Личностные (воспитательные)*

- развитие творческого потенциала обучающихся;
- формирование навыков самостоятельной и коллективной работы.

**Особенности возрастной группы.** Программа «Прототипирование» рассчитана на детей среднего и старшего школьного возраста - 12– 17 лет.

Срок реализации программы – 1 год. Наполняемость группы: не менее 10-12 человек. Форма обучения: очная.

Режим занятий: 2 занятия в неделю по 2 академических часа.

## **Методы обучения**

### **Методы и приемы** организации образовательного процесса:

- Инструктажи, беседы, разъяснения.
- Наглядный фото и видеоматериалы по 3D-моделированию и прототипированию.
- Практическая работа с программами, 3D принтером.
- Инновационные методы (поисково-исследовательский, проектный, игровой).
- Решение технических задач, проектная работа.
- Познавательные задачи, учебные дискуссии, создание ситуации новизны, ситуации гарантированного успеха.
- Метод стимулирования (участие в конкурсах, поощрение, персональная выставка работ).

### **Формы** организации учебных занятий:

- мастер-класс,
- «мозговой штурм»,
- практическое занятие,

-творческая мастерская,

**Педагогические технологии:**

- технология индивидуализации обучения;
- технология группового обучения;
- технология коллективного взаимообучения;
- технология программированного обучения;
- технология проектной деятельности.

**Учебный план**

№	Тема	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
	Введение. Техника безопасности.	2	2	-	Беседа
1	Интерфейс системы КОМПАС3D. Операции построения и редактирования	6	4	2	Педагогическое наблюдение
2	Создание чертежей	12	2	10	Самоконтроль
3	Трёхмерное моделирование	24	4	20	Взаимоконтроль
4	Библиотеки в КОМПАС - 3 D	4	2	2	
5	Моделирование сборочных чертежей в КОМПАС - 3 D	28	4	24	Педагогическое наблюдение
6	Компас 3D анимация	20	4	16	Педагогическое наблюдение
7	3 D печать	28	8	20	Взаимоконтроль
8	3D -сканирование	24	4	20	Самоконтроль
	Итого:	148	34	114	

**Содержание учебного плана**

**Введение. Техника безопасности**

Тема 1. Введение. Техника безопасности

Теория. Инструктаж по технике безопасности. Инструктаж по пожарной безопасности и электробезопасности. Инструктаж по санитарии. Распорядок дня. Расписание занятий. Программа занятий на курс.

## **1. Интерфейс системы КОМПАС-3D. Операции построения и редактирования**

Тема 1. Интерфейс системы КОМПАС-3D. Построение геометрических объектов.

Теория. Компактная панель и типы инструментальных кнопок. Создание пользовательских панелей инструментов. Простейшие построения.

Практика. Настройка рабочего стола. Построение отрезков, окружностей, дуг и эллипсов.

Тема 2. Редактирование в КОМПАС-3D

Теория. Простейшие команды в 3D Компас.

Практика. Сдвиг и поворот, масштабирование и симметрия, копирование и деформация объектов, удаление участков кривой и преобразование в NURBS-кривую.

## **2. Создание чертежей**

Тема 1. Оформление чертежей по ЕСКД в Компас 3D. Подготовка 3D модели и чертежного листа.

Теория. Знакомство с методами разработки конструкторской документации. Правила и ГОСТы. Основная надпись конструкторского чертежа по ГОСТ 2.104—2006.

Практика. Подготовка 3D модели и чертежного листа.

Тема 2. Вставка видов на чертежный лист, произвольные виды

Теория. Виды и слои. Фантомы. Панель «Ассоциативные виды». Стандартные виды. Произвольный вид. Проекционный вид. Вид по стрелке.

Практика. Чертёж. Создание видов втулочно-пальцевой муфты.

Тема 3. Линии, разрезы и сечения

Теория. Типы линий, разрезы и сечения.

Практика. Добавление вида по стрелке и вида-разреза в чертеж втулочно-пальцевой муфты.

Тема 4. Вставка размеров

Теория. Построение размеров и редактирование размерных надписей. Панель Размеры. Диалоговое окно Задание размерной надписи. Обозначения на чертеже.

Практика. Создание рабочего чертежа уголка с нанесением размеров.

## **3. Трёхмерное моделирование**

Тема 1. Управление окном Дерево построения

Теория. Дерево модели: представление в виде структуры и обычное дерево. Раздел дерева в отдельном окне. Состав Дерева модели.

Практика. Анализ дерева модели чертежа втулочно-пальцевой муфты.

Тема 2. Построение трехмерной модели прямоугольника и окружности  
Теория. Формообразующие операции (построение деталей).

Практика. Создание болта и отверстия.

Тема 3. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)

Теория. Выдавливание: эскиз, сформированный трехмерный элемент, уклон внутрь и уклон наружу. Вращение: эскиз, полное вращение, вращение на угол меньше  $360^\circ$ . Кинематическая операция: эскиз и траектория операции, трехмерный элемент. Операция по сечениям: набор эскизов в пространстве, сформированный трехмерный элемент.

Практика. Моделирование тела вращения на примере вала.

Тема 4. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)

Практика. Создаем 3D модель Корпус

Тема 5. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)

Практика. Создаем 3D модель Шкив

Тема 6. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)

Практика. Простое моделирование болта в Компас 3D.

Тема 7. Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям)

Практика. Создание твердотельной детали.

Тема 8. Создание 3D модели. Сечение

Теория. Разрез модели, разрез по линии и местный разрез. Сечение поверхностью. Плоскость и направление отсечения.

Практика. Создание сечения для 3D вала.

Тема 9. Проект «Моделирование объектов по выбору»

Практика. Создание чертежей деталей, выполнение 3D моделей.

#### **4. Библиотеки в КОМПАС-3D**

Тема 1. Использование менеджера-библиотек

Теория. Конструкторские приложения. Бесплатные библиотеки. Библиотека Стандартные изделия.

Практика. Построить чертёж, используя библиотеку стандартных изделий на выбор.

Тема 2. Импорт и экспорт графических документов.

Теория. Форматы файлов КОМПАС 3D: Чертежи (\*.cdw), Фрагменты (\*.frw), Текстовые документы (\*.kdw), Спецификации (\*.spw), Сборки (\*.a3d),



Технологические сборки (\*.t3d), Детали (\*.m3d), Шаблоны (\*.cdt), (\*.frit), (\*.kdt), (\*.spt), (\*.a3t), (\*.m3t).

Практика. Выполнить импорт и экспорт файлов, изготовленных чертежей и 3D моделей.

## **5. Моделирование сборочных чертежей в КОМПАС-3D**

Тема 1. Проектирование спецификаций.

Теория. Общие принципы работы со спецификациями. Разработка спецификации к ассоциативному чертежу. Специальные возможности редактора спецификаций КОМПАС3D.

Практика. Разработка спецификации к сборочному чертежу редуктора. Разработка спецификации для трехмерной сборки редуктора.

Тема 2. Создание модели сборочного чертежа сварного соединения

Практика. Создание сборочного чертежа сварного соединения изделия Опора и его сборка.

Тема 3. Сборка. Болтовое соединение

Практика. Выполнить сборку болтового соединения с резьбой М20 методом сверху-вниз.

Тема 4. Резьбовые соединения деталей

Практика. Выполнение сборочного чертежа резьбового соединения и его сборка.

Тема 5. Спиннер. Сборка

Практика. Создание чертежей корпуса, четырёх подшипников, двух крышек, сопряжение между ними. Выполнение сборки спиннера.

Тема 6. Проект «Создание модели сборочного чертежа по выбору»

Практика. Создание чертежей деталей, выполнение сборки модели.

## **6. Компас 3D анимация**

Тема 1. Анимация сборки примитивного двигателя

Теория. Библиотека анимации. Имитация движения механизмов, устройств и приборов, смоделированных в системе КОМПАС-3D. Имитирование процессов сборки-разборки изделий. Создание видеороликов, для презентаций.

Практика. Создание анимации сборки простейшего механизма.

Тема 2. Анимация сборки кривошипа

Практика. Используя библиотеку анимации создать сборку кривошипа.

Тема 3. Сборка и анимация домкрата

Практика. Используя библиотеку анимации создать сборку домкрата.

Тема 4. Создание анимации кулачка с толкателем

Практика. Используя библиотеку анимации создать сборку цепной передачи.

Тема 5. Проект «Создание анимации механизма по выбору»

Практика. Создание чертежей деталей, выполнение сборки модели, создание анимации.

## **7. 3D печать**

Тема 1. Введение. Сферы применения 3D-печати

Теория. Доступность 3D печати в архитектуре, строительстве, мелкосерийном производстве, медицине, образовании, ювелирном деле, полиграфии, изготовлении рекламной и сувенирной продукции. Основные сферы применения 3D печати в наши дни/

Тема 2. Типы принтеров и компании. Технологии 3D-печати.

Теория. Принципы, возможности, расходные материалы. Стереолитография (Stereo Lithography Apparatus, SLA). Выборочное лазерное спекание (Selective Laser Sintering, SLS). Метод многоструйного моделирования (Multi Jet Modeling, MJM)

Практика. Правка модели.

Тема 3. Настройка Blender и единицы измерения. Параметр Scale.

Теория. Расположение окон, переключение и как сохранение единиц измерения. Настройки проекта и пользовательские настройки. Значение Screen для параметра Scale.

Практика. Правка модели

Тема 4. Основная проверка модели (non-manifold).

Теория. Неманифолдная (не закрытая/не герметичная) геометрия 3D объекта. Non-manifold геометрия.

Практика. Правка модели

Тема 5. Проверки solid и bad contiguous edges. Самопересечение (Intersections).

Теория. Прямой импорт данных. Типы файлов, открываемые напрямую в SolidEdge. Импорт файлов из сторонних CAD-систем с помощью промежуточных форматов. Самопересечения полигонов.

Практика. Правка модели

Тема 6. Плохие грани и ребра (Degenerate). Искаженные грани (Distorted)

Теория. Проверка на пригодность 3D моделей к печати, используя функциональность программы 3D Компас.

Практика. Правка модели

Тема 7. Толщина (Thikness). Острые ребра (Edgesharp).

Теория. Модификатор EdgeSplit, ОстрыЕ ребра (FlatShading), загаданный угол (SplitAngle), острые (MarkSharp). Сглаженные рёбра (Smooth), острые (Flat). Режимы: EdgeAngle и SharpEdges

Практика. Правка модели

Тема 8. Свес (Overhang). Автоматическое исправление.

Теория. Быстрое автоматическое исправление STL файлов для 3D-печати. Загрузка STL файла и его предварительный анализ. Экспорт исправленного нового файла STL. Свес (Overhang).

Практика. Правка модели

Тема 9. Информация о модели и ее размер. Полые модели.

Теория. Печать точной модели. Усадка и диаметр экструзии расплава, диаметр экструзии. Заполнение детали при 3D печати.

Практика. Правка модели

Тема 10. Экспорт моделей. Цветная модель (vertexcolor).

Теория. Разрешение файла. Расширенный список форматов, которые автоматически экспортируются в STL: STP, STEP, OFF, OBJ, PLY и непосредственно STL. Карта Vertex Color.

Практика. Правка модели

Тема 11. Модель с текстурой (texturepaint). Модель с внешней текстурой

Теория. Экспорт моделей с правильными габаритами в формат .STL, а также в формат VRML с текстурами.

Практика. Правка модели

Тема 12. Запекание текстур (bake). Обзор моделей.

Теория. Возможности запекания карт (диффузных нормалей, отражений, затенений и т.д.) в текстуру с одной модели на другую.

Практика. Правка модели

Тема 13. Факторы, влияющие на точность.

Теория. Точность позиционирования, разрешающая способность, температура сопла, температура стола, калибровка.

Практика. Правка модели

Тема 14. Проект «Печать модели по выбору»

Практика. Выбор из выполненных моделей в течение года. 3D-сканирование

Тема 1. Что такое 3D сканер и как он работает? История появления

Теория. История. Принцип работы 3d сканера. Бесконтактные 3d сканеры.

Тема 2. Методы трехмерного сканирования.

Теория. Контактная (контактирует с объектом), Бесконтактная.

Практика. Сканирование модели

Тема 3. Технологии трехмерного сканирования.

Теория. Технологии 3D сканирования. Активный принцип излучения. Пассивный принцип излучения. Устройство и принцип работы 3d сканера по системе бесконтактного пассивного сканирования.

Практика. Сканирование модели

Тема 4. Программное обеспечение для 3D сканера. Обзор 3D-сканера Sense.

Теория. ПО 3D systems Sense. Особенности и параметры 3D-сканера SENSE. Панель инструментов сканирования (Scan).

Практика. Сканирование модели

Тема 5. Обработка файла после сканирования.

Теория. Инструменты редактирования. Настройки редактирования.

Практика. Сканирование модели

Тема 6. Проект «Сканирование объекта по выбору и обработка файла»

Практика. Выбор из выполненных моделей в течении года.

### **Формы и методы контроля**

В течение курса предполагаются регулярные зачеты, на которых решение поставленной заранее известной задачи принимается в свободной форме (не обязательно предложенной преподавателем).

По окончании года проводится зачет.

По окончании года учащиеся защищают творческий проект, требующий проявить знания и навыки по ключевым темам.

Кроме того, полученные знания и навыки проверяются на открытых конференциях и состязаниях, куда направляются наиболее успешные ученики.

### **Планируемые результаты**

В результате освоения данной Программы учащиеся:

- ознакомятся с основами технического черчения и работы в системе трехмерного моделирования КОМПАС-3D;

- ознакомятся с основами технологии быстрого прототипирования и принципами работы различных технических средств, получат навыки работы с новым оборудованием;

- получат навыки работы с технической документацией, а также разовьют навыки поиска, обработки и анализа информации;

- разовьют навыки объемного, пространственного, логического мышления и конструкторские способности;

- научатся применять изученные инструменты при выполнении научных-технических проектов;

- получают навыки для организации самостоятельной работы и повысят свою информационную культуру.

- научатся создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач, осмысленно осуществлять чтение эскизов, чертежей, моделей.

- организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение.

- осознанно использовать речевые средства в соответствии с задачей коммуникации для выражения своих чувств, мыслей и потребностей; планирования и регуляции своей деятельности; владение устной и письменной речью, монологической контекстной речью.

- формировать и развивать техническое мышление, уметь применять его в познавательной, коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации.

В идеальной модели у учащихся будет воспитана потребность в творческой деятельности в целом и к техническому творчеству в частности, а также сформирована зона личных научных интересов.

### **Требования к уровню подготовки**

Результат выполнения проверочных работ, текущих работ и зачетных проектных заданий оценивается по 5-балльной шкале:

0 - работа не выполнялась;

1 плохо – работа выполнена не полностью, с большими недочетами, теоретический материал не освоен;

2 удовлетворительно – работа выполнена не полностью, с недочетами, теоретический материал освоен частично;

3 хорошо – работа выполнена полностью, с небольшими недочетами, теоретический материал практически освоен;

4 очень хорошо – работа выполнена в полном соответствии с образцом в указанное время с обращением за помощью к педагогу;

5 отлично – работа выполнена в полном соответствии с образцом в указанное время без помощи педагога.

Итоговый суммарный балл учащегося складывается из баллов:

• за выполнение текущих работ,

- за выполнение зачетных проектных заданий,

Итоговая оценка учащегося по Программе (% от максимально возможного итогового балла) отражает результаты учебной работы в течение всего года:

100-70% – высокий уровень освоения программы

69-50% – средний уровень освоения программы

49-30% – низкий уровень освоения программы.

### **Материально-техническое обеспечение**

- 3D принтер – 1 шт;
- Нетбуки – 12 шт;
- МФУ Kyocera – 1 шт;
- Программа «Компас 3D»

### **Список литературы**

#### **Литература для педагога**

1. Азбука Компас 3D LT.
2. Богуславский А.А. «Учимся моделировать и проектировать в КОМПАСА LT».
3. Бочков А.Л. «Трехмерное моделирование в системе Компас-3D».
4. Ганин Н.Б. «Проектирование в системе КОМПАС-3D V11».
5. Компьютерная графика. Учебник. Петров М.П. Молочков В.П. СПб.:Питер, 2009 г. Краткая информация для юного дизайнера по работе над проектом. Электронные ресурсы для педагога

#### **Видео**

- 1.«СамоучительКОМПАС-3D»  
<https://www.youtube.com/watch?v=m4PvmjvfKSsw>
- 2.Моделирование.Компас-3D  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLryKLyMkG0mLPht\\_2EqyQIRIu8ZLCDN](https://www.youtube.com/playlist?list=PLryKLyMkG0mLPht_2EqyQIRIu8ZLCDN)
3. Уроки по КОМПАС-3D - <http://kompas3d.su>

#### **Литература для обучающихся**

1. Большаков В.П. КОМПАС-3D для студентов и школьников. Черчение, информатика, геометрия. – СПб.: БХВ-Петербург,2010.
2. Большаков В.П. Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D. Практикум. – СПб.: БХВ-Петербург,2010.
3. Ганин Н.Б. Автоматизированное проектирование в системе КОМПАС-3D V12. – ДМК Пресс, 2010.

4. Сторчак А.Н., Синьков А.В. «Моделирование трехмерных объектов в среде Компас-3D», ВГТУ: Волгоград, 2005.

5. Уханева В.А. Черчение и моделирование на компьютере. КОМПАС-3D LT – Спб, 2014

Электронные ресурсы для обучающихся:

1. Все о 3D - <http://cray.onego.ru/3d/>

2. Работа с документом КОМПАС-Чертеж - [http://programminglang.com/ru/comp\\_soft/kidruk/1/j45.html](http://programminglang.com/ru/comp_soft/kidruk/1/j45.html)

Приложение 1

**Календарный учебный график  
по дополнительной общеобразовательной программе  
«Прототипирование»**

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов	
			Т	П
<b>I</b>	<b>Введение. Техника безопасности.</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>-</b>
<b>II</b>	<b>Интерфейс системы КОМПАС3D. Операции построения и редактирования</b>	1,5	0,5	1
1	Редактирование в КОМПАС-3D	1,5	0,5	1
		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>III</b>	<b>Создание чертежей</b>			
1	Оформление чертежей по ЕСКД в Компас 3D. Подготовка 3D модели и чертежного листа.	1,5	0,5	1
2	Вставка видов на чертежный лист, произвольные виды.	1,5	0,5	1
3	Линии, разрезы и сечения	1,5	0,5	1
4	Вставка размеров	1,5	0,5	1
		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>IV</b>	<b>Трехмерное моделирование</b>			
1	Управление окном Дерево построения	3	1,5	1,5
2	Построение трехмерной модели прямоугольника и окружности. Создание винта и отверстия	1,5	0,5	1

3	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Моделирование тела вращения на примере вала	3	0,5	2,5
4	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Создаем 3D модель Корпус.	3	-	3
5	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Создаем 3D модель Шкив.	3	-	3
6	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Простое моделирование болта в Компас 3D.	3	-	3
7	Операции (выдавливание, вращение, кинематическая операция, операция по сечениям). Создание твердотельной детали.	3	-	3
8	Создание 3D модели. Сечение. Создание сечения для 3D вала.	3	0,5	2,5
9	Проект «Моделирование объектов по выбору»	3	-	3
		<b>25,</b> <b>5</b>	<b>3</b>	<b>22,5</b>
<b>V</b>	<b>Библиотеки в КОМПАС - 3 D</b>			
1	Использование менеджера - библиотек	1,5	0,5	1
2	Импорт и экспорт графических документов.	1,5	0,5	1
		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>VI</b>	<b>Моделирование сборочных чертежей в КОМПАС - 3 D</b>			
1	Проектирование спецификаций	1,5	0,5	1
2	Создание модели сборочного чертежа сварного соединения	1,5	0,5	1
3	Сборка. Болтовое соединение	1,5	0,5	1
4	Резьбовые соединения деталей	1,5	0,5	1



5	Спиннер. Сборка	1,5	0,5	1
6	Проект «Создание модели сборочного чертежа по выбору»	8,5	-	8,5
		<b>16</b>	<b>2,5</b>	<b>13,5</b>
<b>VI</b>	<b>Компас 3D анимация</b>			
<b>I</b>				
1	Анимация сборки примитивного двигателя	3	1	2
2	Анимация сборки кривошипа	3	1	2
3	Сборка и анимация домкрата	3	1	2
4	Создание анимации кулачка с толкателем	3	1	2
5	Проект «Создание анимации механизма по выбору»	9	-	9
		<b>21</b>	<b>4</b>	<b>17</b>
<b>VI</b>	<b>3D печать</b>			
<b>II</b>				
1	Введение. Сферы применения 3D - печати	1,5	1,5	-
2	Типы принтеров и компании. Технологии 3D -печати. П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
3	Настройка и единицы измерения. Параметр Scale. П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
4	Основная проверка модели (non - manifold). П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
5	Проверки solid и badcontiguousedges. Самопересечение (Intersections). П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
6	Плохие грани и ребра (Degenerate). Искаженные грани (Distorted) П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
7	Толщина (Thikness). Острые ребра (Edgesharp). П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
8	Свес (Overhang). Автоматическое исправление. П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
9	Информация о модели и ее размер.	1,5	0,5	1

	Полые модели. П/р: «Правка модели»			
10	Экспорт моделей. Цветная модель (vertexcolor). П/р: «Правка модели».	1,5	0,5	1
11	Модель с текстурой (texturepaint ) Модель с внешней текстурой П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
12	Запекание текстур (bake). Обзор моделей. П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
13	Факторы, влияющие на точность. П/р: «Правка модели»	1,5	0,5	1
14	Проект «Печать модели по выбору»	1,5	-	1
		<b>21</b>	<b>7,5</b>	<b>13,5</b>
<b>IX</b>	<b>3D -сканирование</b>			
1	Что такое 3D сканер и как он работает? История появления	1,5	1,5	-
2	Методы трехмерного сканирования. П/р: «Сканирование модели»	3	1	2
3	Технологии трехмерного сканирования. П/р: «Сканирование модели»	1,5	0,5	1
4	Программное обеспечение для 3D сканера. Обзор 3D -сканера Sense. П/р: «Сканирование модели»	3	0,5	2,5
5	Обработка файла после сканирования. П/р: «Сканирование модели»	2	1	1
6	Проект «Сканирование объекта по выбору и обработка файла»	3	-	3
		<b>14</b>	<b>4,5</b>	<b>9,5</b>
	<b>Итого:</b>	<b>111</b>	<b>27</b>	<b>84</b>