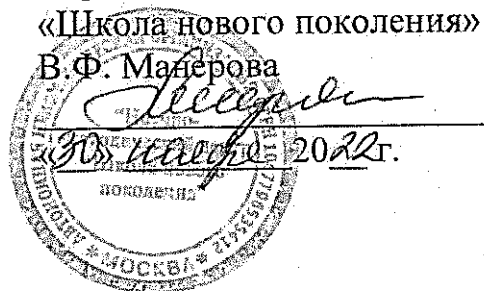




ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГОРОДА МОСКВЫ  
АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «НАУЧНО-  
МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ШКОЛА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ»

Принята на заседании  
педагогического совета  
АНО «НМЦ «Школа  
нового поколения» от  
«28» июля 2022 г.  
Протокол № 1

УТВЕРЖДАЮ  
Директор АНО «НМЦ  
«Школа нового поколения»  
В.Ф. Манерова



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

**«ПРОТОТИПИРОВАНИЕ»**

НАПРАВЛЕННОСТЬ: ТЕХНИЧЕСКАЯ

Уровень программы: базовый

Возраст обучающихся: 12 - 15 лет

Срок реализации: 1 год

Составитель (разработчик):  
Родин Артем Андреевич  
педагог дополнительного образования

г. Москва  
2022 год

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка	3
2. Учебный (тематический) план	9
3. Содержание учебного (тематического) плана	10
4. Формы контроля и оценочные материалы	26
5. Организационно-педагогические условия реализации Программы	27
6. Список литературы	37

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Актуальность программы

Актуальность изучения и использования технологий 3D-моделирования и 3D-печати, а также смежных с ними, определяется активным внедрением технологий быстрого прототипирования во многие сферы деятельности: с их помощью создают корпуса роботов, детали машин, двигатели, технологическую оснастку, приборы, крепления, протезы, стоматологические изделия, а также прототипы одежды и обуви, декорации, скульптуры и товары народного потребления.

В прототипирование инструмент 3D-моделирования – это не только увлекательный творческий процесс, но и способ развития у обучающихся пространственного и инженерного мышления, интереса к сфере политехнического образования, формирования технологической культуры, практического освоения школьниками перспективных технологий и навыков, связанных с инженерией и производством.

Программа модуля ориентирована на содействие осознанному выбору школьников сферы профессиональной деятельности, на возможность подготовки к получению сертификата базового уровня по специальности «Специалист аддитивных технологий».

### Цели программы

Создание условий для формирования личного профессионального опыта школьников через постижение основ профессии «Специалист аддитивных технологий», овладение знаниями и умениями базового уровня, необходимыми в данной профессиональной деятельности, формирование готовности к ответственному и осознанному выбору своей будущей профессии:

- формирование представлений о современном аддитивном производстве и распространенных в нем технологиях
- освоение технологического подхода как универсального алгоритма преобразующей и созидательной деятельности;
- изучение материалов и их свойств для производства;
- формирование представлений о технологической культуре производства на основе включения обучающихся в разнообразные виды технологической деятельности по созданию лично или общественно значимых продуктов труда
- овладение необходимыми в повседневной жизни базовыми (безопасными) приемами ручного и механизированного труда с использованием распространенных инструментов и приборов

– овладение общетрудовыми и специальными умениями, необходимыми для проектирования и создания продуктов труда, ведения домашнего хозяйства;

– формирование у обучающихся опыта самостоятельной практической деятельности

– воспитание трудолюбия, бережливости, аккуратности, целеустремленности, предприимчивости, ответственности за результаты своей деятельности, уважительного отношения к людям различных профессий и результатам их труда

– профессиональное самоопределение школьников.

### **Нормативное обеспечение программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа по модулю «Прототипирование» (далее Программа) разработана на основе нормативных документов:

– Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»,

– Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС ОО),

– Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 02.07.2013 № 513 «Об утверждении Перечня профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.08.2013 № 29322),

– Общероссийский классификатор ОК 016-94 профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР),

– Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.04.2013 № 292 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения»,

– Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.05.2015 № 524 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения»,

– Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 01.07.2013 № 499 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам"

– Примерная программа основного общего образования по предмету «Технология»

– Методические рекомендации (МР 2.4.0242-21) по обеспечению санитарно-эпидемиологических требований к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 17.05.2021.

### **Особенности содержания и организации образовательного процесса**

Развитие технологического образования в нашей стране становится особенно актуально в силу необходимости опережающего перехода на высокотехнологичные отрасли экономики. По словам экспертов, «урок технологии должен давать некую степень погружения в ту или иную профессию, в том числе перспективную, чтобы ребенок мог погрузиться в нее, попробовать что-то сделать своими руками».

Программа модуля «Прототипирование» рассчитана на начальный уровень предпрофессиональной подготовки школьников 8-9 классов (13-15 лет) по профессии «Специалист аддитивных технологий».

Программа рассчитана на 72 учебных часа, из которых 12 часов отводится на выполнение комплексного практикума, выполнение которого требует овладения обучающимися начального уровня знаний и умений по профессии «Специалист аддитивных технологий».

Изучение технологий прототипирования и наращивание профессиональных умений предусмотрено программами для 5-7 классов (начальный уровень), 8-9 классов (базовый уровень) и 10-11 классов (углубленный уровень).

Независимо от изучаемых тем содержанием программы модуля предусматривается освоение материала по следующим сквозным образовательным линиям:

- технологическая культура производства (подготовка, организация и планирование трудовой деятельности на рабочем месте; соблюдения культуры труда)
- технологии и материалы современного производства
- культура производства и охрана труда
- получение, обработка, хранение и использование технической и технологической информации
- основы графического представления объектов
- чтение и составление технической и технологической документации
- моделирование, конструирование, проектирование объекта труда
- знакомство с миром профессий, выбор учащимися жизненных и профессиональных планов

- влияние технологических процессов на окружающую среду и здоровье человека
- методы технической, творческой, проектной деятельности
- основные методы и средства преобразования и использования материалов
- ориентация в назначении, применении ручных инструментов и приспособлений

**Программа имеет выраженную практическую направленность – занятия проводятся в специализированных мастерских, оснащенных современным технологическим оборудованием по аддитивным технологиям.**

Учебный процесс организуется так, чтобы его результат проявлялся в развитии у обучающихся собственной внутренней мотивации, устойчивого познавательного интереса, в формировании у школьников системы практически востребованных знаний и умений, что послужит для них основой осознанного выбора своей будущей профессии.

В практико-ориентированном обучении безусловным приоритетом является самостоятельная деятельность каждого ученика, организованная и осуществляемая с намерением получить намеченный результат. Для этого и само обучение должно быть преобразовано в специфический вид деятельности, состоящий из множества единичных операций и заданий, организованных в единое целое и направленных на достижение цели.

Одним из наиболее эффективных методов, призванных удовлетворить индивидуальные образовательные интересы, потребности и склонности школьника, а также определить готовность его к продолжению освоения выбранного направления профессиональной ориентации, являются профессиональные пробы, практические работы и итоговый комплексный практикум.

Учебный процесс предусматривает парно-групповое обучение и деятельность, где рабочее место предполагает работу двух человек, их совместное выполнение задания, разделение между собой обязанностей и оказание помощи друг другу. При таком подходе происходит сочетание формального и неформального обучения.

Мастерские должны быть оснащены оборудованием, инструментами, расходными материалами, необходимыми для выполнения всех видов работ, определенных содержанием программы модуля, а также соответствующими действующим санитарным правилам и нормам техники безопасности, и охране труда.

**Обучение прототипированию обеспечивается педагогическими работниками, имеющими специальную или дополнительную профессиональную подготовку по аддитивным технологиям или САПР (CAD).**

Важнейшим требованием к педагогу – наставнику является его профессионализм.

Реальные знания и умения, производственный и жизненный опыт может передать своим воспитанникам только тот мастер, который сам в совершенстве владеет профессиональным мастерством, высоко мотивирован на личностное и профессиональное развитие,

непрерывное повышение квалификации.

Профессиональное мастерство педагога-наставника не может ограничиваться только рамками программы, его знания, умения должны быть значительно шире и глубже.

Поэтому очень важно, чтобы каждый педагог-наставник, независимо от основной профессии, наряду с навыками обслуживания своего оборудования, умел выполнять различные работы, хорошо знал практику, основы теории решения изобретательских задач, мог налаживать проекционную аппаратуру и другие технические средства.

Значимым требованием к педагогу-наставнику, как учителю и воспитателю, является его педагогическая эрудиция, уровень знаний педагогики, педагогической психологии, общей и частичной методики предпрофессиональной подготовки.

### **Ожидаемые результаты обучения**

#### ***Предметные результаты***

- понимание свойств различных материалов
- умение обращаться с измерительными инструментами (линейка, штангенциркуль) и проводить обмер предметов
- умение создавать технические эскизы
- умение проектировать и корректировать 3D-модели изделий по готовым эскизам
- умение проектировать 3D модели в САД программе, используя параметры и габариты физического тела
- умение создавать сборочные модели
- умение создавать анимацию сборки и рендер изделия
- умение работать с 3D принтером (настройка принтера, задание режимов работы в программе управления 3D-принтером)

- умение выполнять основные операции с 3D-принтером (установка или удаление пластика, калибровка стола, запуск задания на печать, аварийный останов при ошибках печати, безопасное удаление готового изделия и т.п.)

- умение работать с ручным инструментом, проводить постобработку и подгонку изготовленных деталей, собирать изготовленную конструкцию

- умение анализировать ошибки прототипа и адаптировать модель в соответствии с заданными требованиями.

### ***Метапредметные результаты***

- умение ставить себе конкретную цель, планировать свои действия по ее достижению, предвидеть различные варианты развития ситуации

- умение самостоятельно организовать выполнение работ по моделированию и созданию технических изделий

- понимание технической задачи в соответствии с заданием

- чтение и составление технической документации

- развитие навыков поиска, обработки и анализа информации

- умение выражать свои мысли, при представлении своих разработок

- определение оптимальных способов решения учебной или трудовой задачи в конкретной ситуации на основе заданных алгоритмов

- согласование и координация совместной учебно-познавательной деятельности с другими ее участниками

- умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата

### ***Личностные результаты***

- получение опыта использования современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области

- соотнесение своих индивидуальных особенностей с профессиональными требованиями

- проявление технологического мышления при организации собственной деятельности

- приобретение опыта использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля

- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками и взрослыми в процессе практической и образовательной деятельности

- развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности.



## УЧЕБНЫЙ (ТЕМАТИЧЕСКИЙ) ПЛАН

Учебно-тематический план соответствует основному содержанию и последовательности этапов 3D прототипирования:

- проведение подготовительных мероприятий по изготовлению изделий
- разработка конструкторской документации и 3D-модели изделия;
- изготовление прототипа;
- тестирование готовой мастер-модели;
- корректировка и доработка полученного прототипа до «эталонного», в случае необходимости.

Тема	Количество часов		
	Всего	Теория	Практика
Технологии прототипирования и материалы для изготовления	2	2	-
Моделирование в САПР/CAD и работа с чертежами	22	6	16
Подготовка изделия к производству и составление технологической карты	10	4	6
Изготовление трехмерных моделей	13	3	10
Проведение испытаний прототипа и постобработка	13	3	10
Профессиональный практикум	12	-	12
<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>54</b>

Для практических работ в соответствии с имеющимися возможностями выбираются такие объекты или процессы для учащихся, чтобы обеспечить охват всей совокупности технологических операций, предусмотренных программой. При этом должна учитываться посильность объекта труда для школьников соответствующего возраста, а также его общественная или личная ценность.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО (ТЕМАТИЧЕСКОГО) ПЛАНА

## I. Введение

## II. Моделирование в САПР/CAD и работа с чертежами.

1. (Теория) Программы САПР и их возможности. 3D-моделирование, создание чертежей, 3D-симуляция.
2. Интерфейс программы Fusion 360. Создание эскизов.
3. Операции «выдавливание», «вращение», «по сечениям».
4. Копии, симметрия, массивы.
5. Создание отверстий, резьбы, пружины.
6. Генератор шестерен. Создание двойных шестерен и зубчатых передач.
7. Модификаторы.
8. Сопряжения, сборка.
9. Режим моделирования – «SCULPT».
10. (Теория) Правила построения чертежей и эскизов.
11. Создание чертежей по модели в ПО «КОМПАС».
12. Создание модели по чертежам или эскизам.
13. Создание анимации сборки и рендеринг.
14. Раздел SIMULATION и его возможности. Экспорт/импорт 3D-моделей.

## III. Подготовка изделия к производству и составление технологической карты.

1. (Теория) Обзор слайсеров и их функция для подготовки моделей к печати.
2. (Теория) Настройки печати. Типы и настройки поддержек.
3. 3-4 урок – Настройка и корректировка параметров печати.
4. Подготовка 3D-принтера к печати (заправка пластика, калибровка стола, интерфейс принтера).
5. (Теория) Создание технологической карты производства изделия.
6. Практическая работа №4 - Создание технологической карты производства прототипа
7. Исследование свойств материалов для 3D-печати.
8. Расчёт стоимости создания прототипа
9. Практическая работа №5 - Расчёт стоимости создания прототипа.

## IV. Изготовление трехмерных моделей.

1. (Теория) Повторение технологии экструзии материала (FDM)
2. Подготовка файла к печати и запуск.
3. 3D-печать примитивов и изучение погрешности печати.
4. 3D-печать деталей «Винт-Гайка» и изучение понятия «допуск».
5. 3D-печать зубчатых колес (шестерен).

6. (Теория) 3D-печать в разных режимах.
7. 3D-печать в разных режимах: минимальная, максимальная высота слоя; быстро, качественно, прочность.
8. (Теория) Особенности печати ABS, Flex, Nylon и угленаполненными материалами. Сферы применения.
9. Практическая работа – Печать и сборка модели «Тиски». (4 часа)

V. Постобработка изделий и проведение испытаний.

1. (Теория) Техника безопасности и охрана труда при работе с 3D-принтером и инструментами. Виды инструмента для постобработки.
2. (Теория) Проведение измерений геометрических размеров напечатанного прототипа.
3. Правильное удаление поддержек.
4. Зачистка заусенцев при помощи ручного инструмента.
5. Шлифование изделия при помощи ручного инструмента.
6. (Теория) Сборка и склейка изделия. Виды механических соединений и способы склейки/спайки деталей.
7. (Практика) Сборка и склейка изделия. Виды механических соединений и способы склейки/спайки деталей.
8. Работа с полуавтоматическим инструментом (полировочная машина, «дремель»).
9. Финишная обработка и подготовка к покраске.
10. Проведение грунтовочных работ и устранение недостатков.
11. Изолирование изделия перед покраской. Проведение покрасочных работ.
12. Лакирование изделия.
13. Практическая работа №9 – Склейка, зачистка, грунт/лак.

VI. Практическая работа – Создания прототипа «Машинка с храповым механизмом».

1-4 уроки – Моделирование сборки изделия

5-10 уроки - Печать модели, сборка и тестирование прототипа

11-12 уроки – Создание конструкторской документации

## Тематическое планирование

№ урока	Тема урока	Кол-во час	Содержание урока (основные вопросы, понятия, формируемые умения)	Виды профпроб и практических работ	Ожидаемый результат	Необходимое оборудование и материалы
1	Вводный урок Введение в прототипирование.	1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие прототипирования</li> <li>2. Примеры использования прототипирования в отраслях промышленности, в образовании, сфере услуг, медицине</li> <li>3. Обобщенная схема операций при постлойном создании изделия</li> <li>4. Особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере аддитивного производства</li> <li>5. Инструктаж по ТБ и ОТ</li> </ol>	<p>Анализ и исследование возможных сфер применения прототипирования в различных отраслях жизнедеятельности человека</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Понимание сущности и социальной значимости технологий прототипирования</li> <li>- Изучение последовательности создания прототипа</li> <li>- Знакомство с основами ТБ и ОТ при применении технологий прототипирования</li> <li>- Понимание требований к организации рабочего места и культуре труда</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Видеосюжеты или презентация Power Point «1. Введение в прототипирование» о технологиях прототипирования и их применении, организации рабочих мест</li> <li>2. Набор инструментов и оборудования, используемых при обучении аддитивным технологиям</li> <li>3. Инструкции по ТБ и ОТ</li> <li>4. Журнал регистрации проведения инструктажа по ТБ и ОТ</li> </ol>

2	Технологии быстрого прототипирования и материалы для изготовления	1	1. Технологии прототипирования: 3D-печать (FDM, SLS, SLA, SLM и другие). 2. Лазерная резка, литьё пластика, металла – общая схема.	Анализ объектов или установок на предмет поиска оптимальной технологии изготовления	- Понимание и осознанный выбор той или иной технологии прототипирования для изготовления прототипа или изделия - Понимание требований к созданию трехмерной модели для изготовления на 3D-принтере - Понимание требований к созданию трехмерной модели для изготовления по традиционной схеме	1. Видеосоюжеты или презентация Power Point «2. Введение в аддитивные технологии» и их применения, организации рабочих мест 2. Набор инструментов и оборудования, используемых при обучении аддитивным технологиям
<b>22</b>						
<b>Моделирование САПР/CAD и работа с чертежами</b>						
3	(Теория) Программы САПР/CAD и их возможности: 3D-моделирование, работа с чертежами, 3D-симуляция	1	1. Обзор программ САПР/CAD 2. Виды моделирования: поверхностное и твердотельное моделирование 3. Работа с чертежами 4. Симуляция процессов		- Понимание роли и возможностей работы с программами САПР/CAD при создании объекта (прототипа)	- Презентация Power Point «3. Возможности САД/CAM/CAE систем»

4	Интерфейс программы САПР - Fusion 360. Создание эскизов.	1	1. Расположение инструментов построения объектов 2. Требования к твердотельным моделям, предназначенным для производства на станках последовательного синтеза 3. Возможности программы синтеза	Профпроба № 1: Выполнение эскизирования простых тел – круг, квадрат, треугольник, шестиугольник, эллипс, прямоугольник с скругленными углами, текст.  Практическая работа № 1  Выполнение сложного эскиза	-Понимание отличия эскиза от других видов графического изображения (рисунок, чертеж)  -Умение использовать графические примитивы для создания сложных эскизов  -Умение проводить обзор деталей  -Умение создавать эскизы в машинной графике	-Презентация Power Point «4. Правила выполнения эскизов»  -Эскиз для выполнения практической работы №1.
5-11	Построение твердотельных моделей	7	1. Операции «выдавливание», «вращение», «по сечению». 2. Копии, симметрия, массивы 3. Создание отверстий, резьбы, пружины 4. Генератор шестерен. Правила создания двойных шестерен и зубчатых передач. 5. Применение модификаторов	Профпроба №2-6 – «Коттедж», «Фонтан», «Дизайнерская кружка», «Парфенон», «Александровский маяк»	-Умение применять инструменты построения в соответствии с задачей  -Создание твердотельных моделей и их подготовка к производству  -Проектирование и корректировка 3D модели по готовым эскизам  -Умение сохранять модели в формате STL	-Профпробы 2-6 – «Коттедж», «Фонтан», «Дизайнерская кружка», «Парфенон», «Александровский маяк»

12-14	Создание сборки в Fusion 360. Анимация и рендеринг.	3	6. Сохранение твердотельных моделей в формате STL <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Компоненты</li> <li>○ Виды сопряжений</li> <li>○ компонент</li> <li>○ Сборка изделия из компонент</li> <li>○ Анимация сборки</li> <li>○ Рендеринг</li> </ul>	Практическая работа № 2 – Шарнир Гука	Практическая работа № 2 – Шарнир Гука
15-17	Моделирование в режиме «CREATE FORM»	3	1. Режим «CREATE FORM» 2. Создание трехмерного полигонального объекта по эскизу	Профпроба №7 – «Медвежонок»	Профпроба №7 – «Медвежонок»
18-21	Создание чертежей и разработка	4	1. Правила оформления и чтения конструкторской технологической документации	Практическая работа №3 - Оформление чертежей по электронным моделям	-Правила оформления и чтения конструкторской и

	технической документации (2 часа теории, 2 практики)	2. Оформление технологических карт		Документации	технологической документации - Электронные модели для выполнения Практической работы №3
22	Режим Simulation и Generative Design. Экспорт и импорт CAD моделей.	1. Экспорт/импорт моделей в формате STL, STEP 2. Раздел Simulation 3. Раздел Generative Design и его отличия от Simulation	Профпроба №8 – «Создание симуляции нагрузки кронштейна для полки». Профпроба №9 – «Создание генеративного дизайна для полки».	-Понимание отличий Simulation от Generative Design -Умение использовать инструмент симуляции и генеративного дизайна для создания оптимальной конструкции объекта -Умение экспортировать и импортировать CAD объекты	Профпроба №8 – «Создание симуляции нагрузки кронштейна для полки». Профпроба №9 – «Создание генеративного дизайна для кронштейна для полки».
23-24	Контрольное выполнение модуля «Моделирование в САПР/CAD и работа с чертежами»	1. Выполнение контрольного задания по модулю	Контрольная работа №1 – «Построение объемных геометрических фигур, вал, основание»	-Проверка умений по проектированию и работе с чертежами	Контрольная работа №1 – «Построение объемных геометрических фигур, вал, основание».
Подготовка изделия к производству и		10			



<p>составление технологической карты</p>				
<p>25-29 Основные настройки 3D принтера и подготовка его к печати  (2 часа теории, 3 практики)</p>	<p>5</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор слайсеров и их функция для подготовки моделей к печати.</li> <li>2. Программы слайсеры.</li> <li>3. Интерфейс программы слайсера.</li> <li>4. Подготовка и настройка параметров печати 3D-модели, в программах слайсерах.</li> <li>5. Сохранение задания (G-code).</li> <li>6. Параметры печати пластинок, настройки поддержек.</li> <li>7. Калибровка 3D-принтера.</li> <li>8. Загрузка/выгрузка расходных материалов.</li> <li>9. Правила обслуживания 3D-принтера и проведения сервисных работ.</li> <li>10. Запуск проекта в печать.</li> </ol>	<p>Профпробы № 10  Проведение настройки слайсера для 3D принтера   Профпробы № 11  Подготовка заданий к 3D-печати одной детали      Практическая работа №4  Подготовка заданий к 3D-печати всех деталей объекта     Практическая работа №5 – калибровка стола 3D-принтера и запуск проекта в печать.</p>	<p>Умения  -Располагать модель оптимальным образом на рабочей поверхности  -Определять необходимость поддерживающих структур и их плотность  -Настраивать параметры печати в зависимости от выбранного типа пластика  -Умения  создавать и сохранять задания для 3D-печати  анализировать правильность сохранения задания  -Загрузка/выгрузка расходных материалов (пластик),  -Умение обслуживать 3D принтеры</p>	<p>-Презентация Power Point  «5. Правила настройки слайсера»  -Презентация Power Point  «6. Правила подготовки модели к 3D печати»  - Словарь терминов настройки печати  -Программное обеспечение для подготовки заданий     -3D-принтеры  -Наборы деталей 3D-принтера в рабочем и нерабочем состоянии  -Катушка с пластиком</p>

30-34	Составление технологической карты изготовления прототипа. Анализ стоимости выполнения работ при создании прототипа.	5	1. Создание технологической карты производства прототипа. 2. Расчет стоимости создания прототипа по этапам. 3. Исследование свойств материалов для 3D-печати	Профпроба №12 – Создание технологической карты производства прототипа. Профпроба №13 – Расчет стоимости создания прототипа.	-Понимание и применение технологической карты для расчета стоимости выполнения работ -Понимание применения различных материалов для решения задач	-Калькулятор 3D-EX -Гант-таблица -Презентация Power Point «7-8. Материалы для 3D печати. Технология FDM печати.»
Изготовление трехмерных моделей	13					
35-36	Повторение технологии экструзии материала (метод FDM печати) (Теория - 2 часа)	2	1. Схема метода FDM 3D печати 2. Устройство 3D принтера по технологии FDM 3. Расходные материалы для технологии FDM 4. Особенности технологии FDM	Анализ особенностей метода наплавления пластиковой нити. Преимущества и недостатки способа.	-Понимание применения способа FDM для изготовления деталей	-Презентация Power Point «7-8. Материалы для 3D печати. Технология FDM печати.»
37	Подготовка файла к печати и запуск	1	1. Подготовка электронной модели к печати. 2. Подготовка 3D принтера к запуску. 3. Запуск проекта на печать и контроль качества во время печати.	Практическая работа №6 – запуск на печать модели шестерни	-Умение самостоятельно подготавливать файл в слайсере и сохранять gcode	-Программное обеспечение для подготовки заданий на печать -3D-принтеры

						-Катушка с пластиком
38-40	Трёхмерная печать	3	<ol style="list-style-type: none"> <li>3D-печать примитивов</li> <li>Изучение погрешности печати при помощи измерительных инструментов</li> <li>3D-печать деталей «Винт-Гайка» и изучение понятия «Допуск».</li> <li>3D-печать зубчатых колес</li> </ol>	Профпроба 14,15,16,17,18 – печать примитивных объектов, изучение погрешности печати, печать изделия «винт-гайка», печать зубчатого колеса	<p>-Умение настраивать и запускать 3д принтер в печать</p> <p>Умения</p> <p>создавать и сохранять задания для 3D-печати</p> <p>анализировать правильность сохранения задания</p> <p>Умения</p> <p>- пользоваться ручным измерительным инструментом</p> <p>- выявлять, анализировать и исправлять ошибки прототипа</p>	<p>-Набор 3D-моделей для выполнения «Профпроб 14-18».</p> <p>-Программное обеспечение для подготовки заданий</p> <p>-3D-принтеры</p> <p>-Катушка с пластиком</p> <p>-Шпатель или скребок для снятия моделей</p>
41	Нестандартные режимы трёхмерной печати (Теория)	1	<ol style="list-style-type: none"> <li>3D-печать в режиме. пустого тела</li> <li>3D-печать в режиме тонкой стенки</li> <li>3D-печать с максимальным слоем</li> <li>3D-печать с максимальной скоростью</li> </ol>	Анализ ситуаций, в которых необходимо применять нестандартные настройки слайсера	<p>-Умение ориентироваться в настройках слайсера и понимать взаимосвязь между параметрами и предполагаемым качеством произведенного изделия</p>	<p>-Презентация Power Point «9. Влияние параметров печати на качество изделия»</p> <p>-Набор напечатанных моделей «Режимы 3D-печати»</p>

42-43	Трёхмерная печать в нестандартных режимах	2	1. 3D-печать в режиме пустого тела 2. 3D-печать в режиме тонкой стенки 3. 3D-печать с максимальным слоем 4. 3D-печать с максимальной скоростью	Практическая работа №7 – подбор оптимального режима печати по заданным требованиям	-Умение ориентироваться в настройках слайсера и определять оптимальный режим печати по заданным требованиям	Задание для «Практическая работа №7 – подбор оптимального режима печати по заданным требованиям»
44-47	Практическая работа	4	Выполнение работы по 3D-печати сборочной единицы	Практическая работа №8 – «Печать и сборка модели «Тиски»».	-Умение самостоятельно определять приоритет выполнения деталей в изделии -Умение выполнять работу качественно и в срок	Набор 3D-моделей для выполнения Практическая работа №8 – «Печать и сборка модели «Тиски»».
<b>Проведение испытаний прототипа и постобработка</b>						
48	Техника безопасности и охрана труда при работе с оборудованием и инструментами.  (Теория)	1	1. Техника безопасности и охрана труда при работе с оборудованием и инструментами. 2. Виды инструмента для постобработки.	Анализ применимости различных инструментов для решения задачи с заданными условиями по поверхности	-Умение самостоятельно выбирать необходимый инструмент для доводки поверхности -Знание техники безопасности при работе с ручным и полуавтоматическим инструментом	-Презентация Power Point «10. Виды инструментов для постобработки» -Техника безопасности при работе с инструментом

49	Проведение измерений геометрических размеров напечатанного прототипа.	1	1. Правила пользования измерительным инструментом – Штангенциркуль (ШТЦ-15). 2. Правила проведения замеров.	Проф.проба 19 – проведение замеров геометрических тел, напечатанных на 3D принтере и сопоставление с электронной моделью.	-Умение проводить замеры ручным инструментом и сопоставлять их с электронным файлом или чертежом	-Набор инструментов для постобработки напечатанных изделий -Линейка -Штангенциркуль -Набор моделей для проведения Проф.пробы 19 – проведение замеров геометрических тел, напечатанных на 3D принтере
50-51	Удаление поддержек и зачистка заусенцев при помощи ручного инструмента	2	Виды поддержек. Оптимизация поддержек. Отделение поддержек ручным инструментом. Устранение следов от удаления поддержек.	Профпроба 20 – удаление поддержек и оптимизация их в слайсере Профпроба 21 – зачистка следов поддержек ручным инструментом	-Знание зависимостей основных параметров поддержек в слайсере и влияние их на исполнение модели	-Электронная и напечатанная модель для Профпробы 20 – удаление поддержек и оптимизация их в слайсере -Бокорезы -Плоскогубцы
52	Шлифование изделия	1	Этапы постобработки изделия и полировки	Профпроба 22 – шлифование изделия ручным инструментом	-Знать и выбирать инструмент в соответствии с задачей	-Наждачная бумага от 100 до 2000 – по ¼ листа на учащегося -Набор надфилей

53-54	Сборка и склейка изделия. Виды механических соединений и способы склейки/спайки деталей.	2	1. Изучение способов соединения деталей. 2. Виды крепежных элементов. 3. Практическая работа №9 – соединение изделия метрическим крепежом.	Практическая работа №9 – соединение изделия метрическим крепежом.	-Умение выбирать метрический крепеж в зависимости от поставленной задачи -Умение выбирать технологию соединения двух деталей	-Набор метрических креплений -Набор отверток и шестигранников
55	Работа с полуавтоматическим инструментом	1	Принципы обработки изделий полировочной машиной. Принципы обработки изделий ручной гравировальной машиной.	Анализ применения ручного инструмента для решения поставленных задач по доводке и обработке изделия.	-Умение выбирать способ и режим обработки изделия в соответствии с заданием	-Бокорезы -Плоскогубцы -Тиски -Ручная гравировальная машинка типа «Dremel»
56-57	Финишная обработка и подготовка изделия к покраске	2	1. Изучение правил нанесения лакокрасочных покрытий на изделия. 2. Проведение подготовительных лакокрасочных работ.	Анализ технических условий для проведения лакокрасочных работ. Профпроба 21 – проведение подготовительных лакокрасочных работ.	-Знание требований безопасности для проведения лакокрасочных работ -Знание технологий грунтования изделия -Умение устранять дефекты после грунтования	-Средства индивидуальной защиты – халаты с длинным рукавом, перчатки, респираторная маска, шапка для волос, бахилы -Баллончик с грунтом на акриловой основе -Баллончик с акриловой краской -Баллончик с лаком на акриловой основе

58	Изолирование изделия перед покраской и проведения покрасочных работ.	1	1. Изолирование не окрашиваемых поверхностей 2. Окраска изделия	Профпроба 22 – проведение лакокрасочных работ – окраска.	-Знание требований безопасности для проведения лакокрасочных работ -Знание технологий окрашивания -Умение устранять дефекты после покраски	-Средства индивидуальной защиты – халаты с длинным рукавом, перчатки, респираторная маска, шапка для волос, бахилы -Баллончик с грунтом на акриловой основе -Баллончик с акриловой краской -Баллончик с лаком на акриловой основе -Система вытяжки
59	Лакирование изделия	1	Покрытие изделия лаком	Профпроба 23 – проведение лакокрасочных работ – лакирование.	-Знание требований безопасности для проведения лакокрасочных работ -Знание технологий лакирования -Умение устранять дефекты после лакирования	Средства индивидуальной защиты – халаты с длинным рукавом, перчатки, респираторная маска, шапка для волос, бахилы -Баллончик с грунтом на акриловой основе -Баллончик с акриловой краской

							-Баллончик с лаком на акриловой основе -Система вытяжки
60	Контрольная работа по модулю	1	Проведение практической работы по модулю «Постобработка изделий».	Практическая работа №10 – проведение постобработки изделия			-Понимание назначения постобработки модели - Умения пользоваться ручным инструментом -Умения проводить коррекцию и подгонку деталей прототипа - Умение сборки прототипа из отдельных деталей
	Контрольная практическая работа по курсу – Создание прототипа «Машинка с храповым механизмом».	12					
61-64	Моделирование сборки	4					
65-70	Печать изделия и сборка	6					
71-72	Создание конструкторской документации	2					

Полное описание в «Приложении №3» - Контрольный практикум.



72 часа	ИТОГО
------------	-------

## ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В программу заложено использование различных форм диагностики достижений учащихся, направленных на определение уровня овладения профессиональными действиями и умениями. Оценивание в рамках программы модуля осуществляется по Ключевым показателям результативности (KPI):

- уровень владения действием/умением
- соответствие выполнения практических работ нормативным и техническим требованиям, запланированным показателям, поставленным целям.

Определение уровня овладения учениками действия происходит благодаря следующей классификации:

Уровни владения умением	Характеристика уровня	Отметка
нулевой уровень	неосознанная некомпетентность, ученик совершенно не владеет данным действием, отсутствие умения	неудовлетворительно
первый уровень	осознанная некомпетентность, ученик знаком с характером действия, для его выполнения требуется достаточная помощь учителя	удовлетворительно
второй уровень	осознанная компетентность, ученик выполняет действие самостоятельно по образцу или шаблону, подражает действиям коллег или учителя	хорошо
третий уровень	осознанная компетентность, ученик самостоятельно выполняет действие, каждый шаг осознается	отлично, выдача сертификата Начального уровня
четвертый уровень	неосознанная компетентность – ученик выполняет действие автоматически, формирование навыков произошло успешно	отлично, выдача сертификата Базового уровня

Оценка соответствия выполнения практических работ нормативным требованиям, запланированным показателям, поставленным целям осуществляется по критериям, предъявляемым к каждому виду практической

деятельности:

- соблюдение техники безопасности на рабочем месте
  - полнота выполнения работ
  - точность выполнения работ
  - использование инструментов и оборудования по назначению
- Оценивание по этим критериям осуществляется по шкале 0-5 балла:  
0 баллов – полное несоответствие или неоднократные нарушения  
1 балл – частичное соответствие или частичные нарушения  
2 балла – полное соответствие и отсутствие нарушений

По такой схеме оценивается каждое практическое действие ученика при выполнении каждой практической работы (профпробы не оцениваются).

По ходу и итогам выполнения практических работ на каждого ученика заполняются оценочные листы. Форма оценочных листов, система подсчета баллов и их перевод в 5-балльную систему, приведена в Приложении № 2.

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **Требования к материально-техническому обеспечению занятий по курсу**

Мастерская по аддитивным технологиям должна располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практических работ обучающихся, предусмотренных учебным планом и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

В минимально необходимый для реализации программы модуля перечень материально-технического обеспечения включено оборудование и инструменты, соответствующие конкурсному оборудованию чемпионатов ЮниорПрофи по стандартам JuniorSkills.

#### **1. Компьютерное оборудование**

1.1 Компьютер в сборе с монитором (или моноблок/ноутбук), диагональ экрана не менее 17 дюйма), процессор не хуже Intel® Core i5 или эквивалентный, 2.5 ГГц или выше, оперативная память 8 GB или выше, HDD или SSD не менее 500Gb, объем видеопамати – 4 Гб и выше.

1.2 Сервер для обеспечения работы в локальной сети (отдельная сетевая папка для каждой команды, распечатка чертежей).

1.3 Сетевое оборудование (свич, патч-корды), достаточное для организации одноранговой сети на 10-12 компьютеров.

1.4 Принтер лазерный.

## **2. Программное обеспечение**

2.1 Windows 10 или Windows 8.1

2.2 Microsoft Office 2019 или 2017

2.3 CAD программы

2.3.1 Компас-3D V16,

2.3.2 Компас-3D V17

2.3.3 Inventor Professional 2020

2.3.4 Autodesk Fusion 360

2.4. Программы- слайсеры и подготовка файлов для печати

2.4.1 Polygon X

2.4.2 Cura 4

2.4.3 NetFabb Professional 2019

## **3. Оборудование для прототипирования**

3.1.1 3D принтеры (FDM), с подогревом стола, 1-2 экструдерные: PICASO 3D DESIGNER X или X PRO

3.1.2 3D принтеры (LCD/DLP/SLA): Formlabs Form 3, Phrozen Sonic

### **3.2. Расходные материалы для оборудования**

3.2.1 PLA пластик – 1 шт на 1 учащегося

3.2.2 ABS пластик – 1 шт на 1 учащегося

3.2.3 Фотополимер для LCD/SLA принтера – 1 л/картридж

3.2.4 Иглы для чистки сопел

3.2.5 Сопла 0,3мм, 0,5мм – по 2 шт на 3D принтер (FDM)

3.2.6 FEP-пленка 150 мкм для ванночки (LCD)

3.2.7 Изопропиловый или медицинский спирт, 3л

3.2.8 Аэрозольный клей для 3D-печати PICASO 3D

### **3.3. Измерительный инструмент**

3.3.1 Линейка 30 см металлическая

3.3.2 Циркуль

3.3.3 Штангенциркуль цифровой

## **4. Оборудование для постобработки**

4.1 Наборы надфилей

4.2 Набор отвёрток

4.3 Набор наждачной бумаги 100/200/400/800/1500

4.4 Бокорезы

4.5 Электрошуруповёрт

- 4.6 Тиски
- 4.7 Метрические крепёжные материалы – болты, шайбы, гайки
- 4.8 Скребки (шпатель) для снятия деталей с рабочей поверхности
- 4.9 Баллончики с грунтом на основе акрила – BODY или KUDO
- 4.10 Баллончики с эмалью на основе акрила – BODY или KUDO
- 4.11 Баллончики с лаком на основе акрила – BODY или KUDO

## 5. Для техники безопасности и охраны здоровья

- 5.1 Перчатки нитриловые
- 5.2 Очки
- 5.3 Пинцеты металлические
- 5.4 Огнетушитель углекислотный
- 5.5 Аптечка ФЭСТ №7.1
- 5.6 Медицинская маска-респиратор или респиратор
- 5.7 Защитный халат с длинным рукавом

## 6. Прочее оборудование

- 6.1 Сетевой удлинитель (4 гнезда)
- 6.2 Столы, стулья
- 6.3 Бумага формата А4
- 6.4 Корзина для мусора

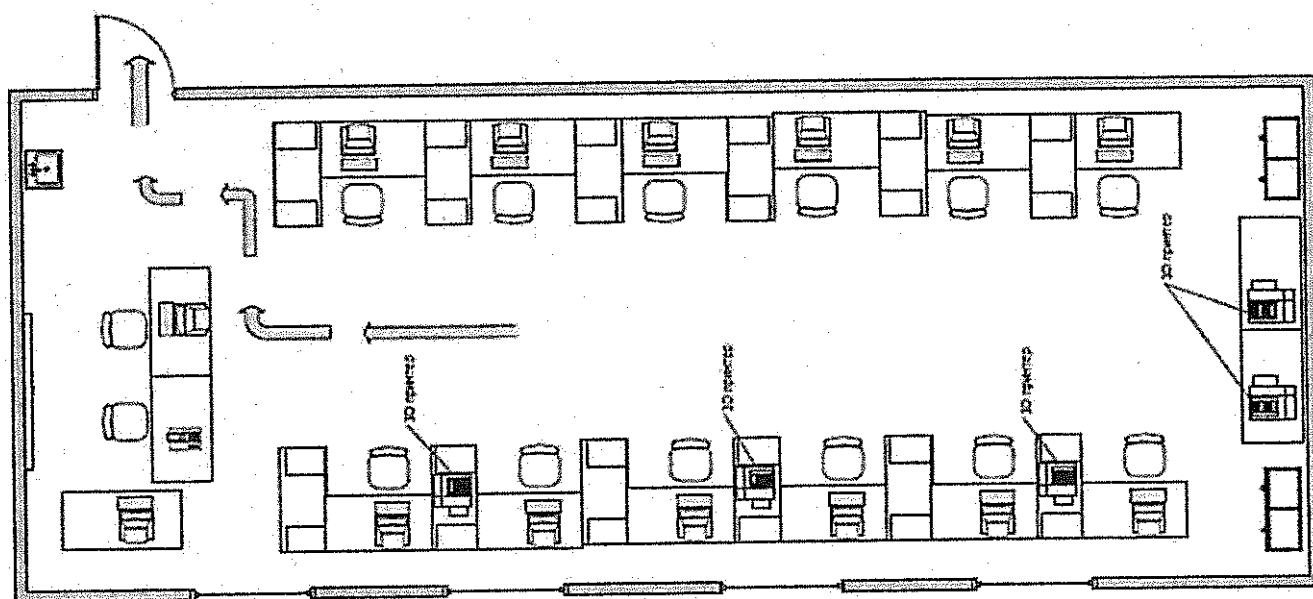
## Инфраструктурный лист

Инфраструктурный лист рассчитан на 2 человек, причём каждый обучающийся работает на отдельном компьютере. Оборудование корректируется в зависимости от технического оборудования мастерской.

Наименование оборудования	количество
<b>Компьютерное оборудование</b>	
Компьютер в сборе с монитором (или моноблок/ноутбук), диагональ экрана не менее 17 дюйма), процессор не хуже Intel® Core i5 или эквивалентный, 2.5 ГГц или выше, оперативная память 8 GB или выше, HDD или SSD не менее 500Gb, объем видеопамати – 4 Гб и выше.	2
Сервер для обеспечения работы в локальной сети (отдельная сетевая папка для каждой команды, распечатка чертежей).	1
Сетевое оборудование (свич, патч-корды), достаточное для организации одноранговой сети на 10-12 компьютеров	1
Принтер лазерный	1 (на мастерскую)
<b>Оборудование для прототипирования</b>	
3D принтеры (FDM), с подогревом стола, 1-2 экструдерные: PICASO 3D DESIGNER X или X PRO	1

Пластик PLA 1.75 мм (разных цветов)	1
Пластик ABS 1.75 мм (разных цветов)	1
Аэрозольный клей для 3D-печати PICASO 3D	1
Наборы надфилей	1
Набор отвёрток	
Набор наждачной бумаги 100/200/400/800/1500	
Бокорезы	
Электрошуруповёрт	
Тиски	
Метрические крепёжные материалы – болты, шайбы, гайки	
Скребки (шпатель) для снятия деталей с рабочей поверхности	
<b>Программное обеспечение</b>	
Windows 10 или Windows 8.1	2
Microsoft Office 2019 или 2017	2
Компас-3D V16, V 17 (Аскон)	2
ПО для управления 3D-принтером Polygon X, Cura, Simplify	2
<b>Прочее оборудование</b>	
Штангенциркуль	2
Канцтовары: линейка + карандаш + ластик + папка-конверт	2
Сетевой удлинитель (4 гнезда)	1
Стол, стулья	2
Бумага формата А4	1 уп.
Корзина для мусора	1
Аптечка	1 (на мастерскую)

### Примерный план расположения рабочего места



## Рекомендации по организации учебных занятий, направленных на формирование профессиональных умений

Методика формирования умений и навыков эффективна, если она обеспечивает не просто знакомство с характером данного действия и его выполнения при достаточной помощи наставника, но формирует способность выполнять данное действие самостоятельно: на уровне профпроб, подражая и повторяя действия по образцу и алгоритму, а на уровне практических работ - свободно выполняют свои действия, осознавая каждый шаг.

Достижению этих результатов будет способствовать системно-деятельностный подход к обучению.

### Этапы и методика занятий по формированию практических умений

Название этапа	Содержание этапа	Методические приемы	Результаты этапа
Подготовительный	Создание учебной ситуации	Учащимся предлагается выполнение профессионального задания, связанного с применением практических умений, отсутствующих у учащихся	Осознание учащимися необходимости овладения новыми умениями для выполнения задания
Демонстрационный	Формирования представления о выполняемых действиях и их последовательности	Показ наставником полного образца действий и с разбивкой на элементы  Методики показа. -информировать школьников о том, что они будут наблюдать и с какой целью; -организовать наблюдение так, чтобы все учащиеся хорошо видели	Формирование у учащихся точного и конкретного образца трудовых действий, которому они будут подражать, сверять с ним свои действия.  Составление учащимися перечня и последовательности выполнения действий  Понимание правильной

		<p>демонстрируемый предмет;</p> <p>-позволить учащимся по возможности воспринимать предмет разными органами чувств, а не только посредством зрения;</p> <p>-стараться, чтобы важнейшие особенности предметов производили на учащихся наиболее сильное впечатление;</p> <p>-позволить учащимся увидеть предметы и процессы в присущих им движениях и изменениях.</p> <p>Методика демонстрации трудовых приемов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показ трудового процесса;</li> <li>- показ его в замедленном темпе;</li> <li>- показ в замедленном темпе с остановками после каждого приема, при необходимости – изолированный показ отдельных сложных движений;</li> <li>- заключительный показ трудового процесса проводится в рабочем ритме;</li> </ul>	<p>последовательности действий</p>
Практический	Пробное выполнение действий	Выполнение заданий на отработку отдельных операций, действий, трудового процесса.	Постепенное выполнения действий обучающимися с соблюдением



		<p>правильной последовательности, соответствия заданным условиям и параметрам</p> <p>Выполнение правильности действий в установленное время.</p> <p>В процессе упражнений происходит переход количества (в данном случае количества повторений, воспроизведений) в качество, которое характеризуется совершенствованием знаний, способов деятельности, формированием умений</p>
Отработка умений	Выполнение комплексных заданий, требующих применения различных операций, приемов, действий	<p>Автоматическое выполнение действий с высоким качеством в условиях, приближенных к реально производственным (с включением элементов не только сложности, но и новизны или неопределенности)</p> <p>Ученики действуют не столько по заданному образцу, сколько конструируют свою деятельность, проявляя инициативу в выполнении задачи, находят новые</p>

			способы ее решения, т.е. осуществляют перенос умения.
Рефлективный	Анализ причин допущенных ошибок и продуктивных действий	Обсуждение результатов работы и выделение факторов, влияющих на качественное выполнение работ	Восстановление совокупности последовательных и взаимосвязанных действий, характерных для данного умения, а также необходимых условий для качественного и своевременного выполнения заданий

### Содержание профессиональных проб, практических работ и профессионального практикума

Профессиональные пробы и практические работы являются средством актуализации профессионального самоопределения и активизации творческого потенциала личности школьника. Их применение ориентировано на расширение границ возможностей традиционного трудового обучения в приобретении учащимися опыта профессиональной деятельности.

**Профессиональная проба** — это выполнение школьником под руководством наставника практических действий, моделирующих элементы конкретного вида профессиональной деятельности.

Профессиональные пробы имеют следующие особенности:

1. Диагностический характер пробы, т.е. на каждом пробующего действия осуществляется диагностика уровня понимания и овладения профессиональными действиями.
2. Объем задания пробы состоит действий, направленных на получение одной из частей итогового продукта деятельности — детали, узла, составной части.
3. Содержание проб выявляет, формирует и закрепляет необходимый объем представлений и умений, которые требуются для данного вида профессиональной деятельности. Пробы могут включать упражнения с рабочим инструментом, инструкционными, технологическими картами, чертежами; выполнение простейших технологических операций, графических, измерительных, вычислительных работ и т.д.
4. Результатом профессиональной пробы является практическое применение теоретических сведений, формирование первичного опыта

профессиональных действий и представлений о том виде деятельности, который им предстоит выполнять в ходе практических работ, содержание заданий которых более сложное или объемное.

5. После выполнения проб школьники должны составить профессиографическую характеристику действия и/или процесса — формулу профессиональной деятельности конкретного этапа, которой смогут пользоваться при выполнении практических работ.

Педагогические условия проведения профессиональных проб

В процессе организации и проведения профессиональных проб необходимо предусматривать педагогические условия.

▪ подбор следующего дидактического материала:

- наглядные пособия, презентации, видеоматериалы, демонстрирующие процессы и действия
- технологические карты с описанием порядка действий
- подобрать инструменты, оборудование, расходные материалы для выполнения проб каждым учеником
- разработать критерии оценки выполнения профессиональных проб

▪ выделение времени на разбор затруднений и ошибок и выработку рекомендаций по их устранению.

**Практические работы** – это образовательная форма, направленная на самостоятельное применение школьниками первичных профессиональных умений, углубление и наращивание арсенала профессиональных средств.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических работ обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания

на практике.

Самостоятельная практическая работа в себя включает следующие этапы:

- определение путей решения поставленной задачи
- выработка последовательности выполнения необходимых действий
- выполнение работ
- составление отчета или заполнение технологической документации

Одним из условий успешного выполнения профессиональных проб и практических работ является подготовка учителем технологических карт.

**Технологическая карта для профессиональных проб** - это инструкция, выдаваемая ученику, для правильного выполнения первичных работ.

Технологическая карта содержит следующую информацию:

- название профессиональной пробы (основного действия)
- формулировка конечного результата действия
- последовательность шагов (операций) по выполнению действий
- перечень применяемого оборудования и инструментов;
- ссылка на нормы и требования ТБ (в зависимости от конкретных действий с конкретным оборудованием и инструментами)
- указания по продолжительности операций

Технологическая карта составляется учителем для каждой профессиональной пробы. Она может выводиться на общий экран, а может выдаваться ученикам.

*Технологическая карта для практических работ* содержит следующую информацию:

- название практической работы (основного действия)
- формулировка конечного результата действия
- перечень применяемого оборудования и инструментов;
- ссылка на нормы и требования ТБ (в зависимости от конкретных действий с конкретным оборудованием и инструментами)
- указания по продолжительности работы
- составление отчета о проделанной работе (при необходимости проверки понимания последовательности действий и возникших затруднений)

**Профессиональный практикум** – это итоговая работа включает комплекс практических заданий, моделирующих основные характеристики предмета, целей, условий и орудий труда, ситуаций, проявляющих профессионально-важные качества специалиста по аддитивным технологиям.

В ходе выполнения профессионального практикума школьники имеют возможность применить весь спектр имеющихся у них профессиональных действий и умений для выполнения работы по конкретной профессии или специальности.

Для профессионального практикума составляется комплексное задание, на выполнение которого отводится не менее 6 академических часов.

Для наблюдения за выполнением работ и объективной оценки результатов желательно привлекать независимых экспертов.

Школьники, продемонстрировавшие высокий уровень овладения практическими умениями по профессии, в оценке которых принимали участие независимые эксперты от индустриальных организаций, имеют возможность получения сертификата.

Содержание и оценивание практикума строится на основе стандартов ЮниорПрофи.

## Этапы профессионального практикума

- Проверка и настройка оборудования
- Инструктаж по ТБ и ОТ
- Выполнение задания
- Подведение итогов, оглашение результатов, выдача сертификатов

Полное описание содержания, условий работы и критериев оценивания приведено в Приложении 4 – критерии оценивания контрольного практикума по курсу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Литература для педагога*

Базовой нормативной основой для разработки данной программы являются:

1. Васильева Т. С. ФГОС нового поколения о требованиях к результатам обучения [Текст] // Теория и практика образования в современном мире: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, январь 2014 г.). — СПб.: Заневская площадь, 2014. — С. 74-76. — URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/99/4793/> (дата обращения: 02.08.2018).
2. Чистякова С.Н., Родичев Н.Ф., Лернер П.С., Рабинович А.В. Содержание профессиональных проб и этапы их выполнения // Чистякова С.Н., Родичев Н.Ф., Лернер П.С., Рабинович А.В. Профессиональные пробы: технология и методика проведения. Методическое пособие для учителей 5 – 11 классов (под ред. С.Н. Чистяковой). М.: Образовательно-издательский центр «Академия», ОАО «Московские учебники», 2011. – С. 15-24.
3. Концепции федеральных государственных образовательных стандартов общего образования / Под ред. А. М. Кондакова, А. А. Кузнецова. — М.: Просвещение, 2008. 2. Фундаментальное ядро содержания общего образования / Под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. — 2-е изд. — М.: Просвещение, 2010.
4. Концепция развития системы дополнительного образования детей в России до 2020 года;
5. Национальная стратегия действий в интересах детей на 2012 – 2017 годы (Указ Президента РФ от 1 июня 2012 г. N 761);
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 №317 «О реализации Национальной технологической инициативы»;
7. Стандарты juniorskills (в редакции от «01» сентября 2017 г.)

8. Стратегия развития системы подготовки рабочих кадров и формирования прикладных квалификаций в Российской Федерации на период до 2020 года.

9. Федеральный Закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23.08.1996 N 127-ФЗ (ред. от 02.07.2013);

10. Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ;

#### ***Психолого-педагогическая литература:***

1. Аленичева И. В. Развитие конструкторской и изобретательской мысли старшеклассников/ И. В. Аленичева// Дополнительное образование и воспитание. - 2014.- № 8.-С. 21-23.

2. Альтшуллер Г.С. Стандарты на решение изобретательских задач. Стандарты 1-5. – Баку, 1975 55 с. (рукопись)

3. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов. радио, 1979.- 184 с.

4. Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б. Крылья для Икара. – Петрозаводск: Карелия. 1980.- 224 с.

#### ***Ссылки по 3D печати***

1. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития

2. Горьков Д. 3D Печать с нуля, 2015, 3d-print-nt, с. 260

3. Горьков Д. Как выбрать принтер 3d-print-nt, с.92

4. 3D печать. Коротко и максимально ясно. Данная книга находится под лицензией Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-ND 4.0)

5. MAKERBOT В УЧЕБНОМ КЛАССЕ Введение в 3D печать и дизайн.

#### ***Ссылки по 3d моделированию***

1. Обучающие материалы КОМПАС\_График и КОМПАС-3D

2. Видеоуроки по КОМПАС 3D

3. Самоучитель (учебник) компас 3d

4. Веселова Построение модели детали в Компас 3D V17

#### ***Интернет ресурсы по профориентации***

1. Инженер – творческая профессия для умных людей  
<http://legkopolezno.ru/rabota/karera/professiya-inzhener/>

2. Инженер [http://fulledu.ru/articles/professii/article/152\\_osobennosti-professiy-inzhener.html](http://fulledu.ru/articles/professii/article/152_osobennosti-professiy-inzhener.html)

3. Инженер - это что за профессия. Должностная инструкция и обязанности инженера <http://fb.ru/article/165815/injener---eto-cto-za-professiya-doljnostnaya-instruktsiya-i-obyazannosti-injenera>

<http://fb.ru/article/165815/injener---eto-chto-za-professiya-doljnostnaya-instruktsiya-i-obyazannosti-injenera>

4. Что делает инженер? <http://thedifference.ru/chto-delaet-inzhener/>
5. Кто такой инженер и чем он занимается? <http://kak-bog.ru/kto-takoy-inzhener-i-chem-zanimaetsya>

#### ***Литература для учащихся***

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

Электронные ресурсы:

4. <http://kompas.ru/publications/>
5. [http://programming-lang.com/ru/comp\\_soft/kidruk/1/j45.html](http://programming-lang.com/ru/comp_soft/kidruk/1/j45.html)

#### ***Интернет ресурсы по 3d моделированию***

1. <https://www.youtube.com/watch?v=ZntHlrngadg> Компас-3D v17.1. Настройка интерфейса.
2. <https://www.youtube.com/watch?v=5QnTy3p3pTY> Как построить деталь/Компас 3D-17.1
3. [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=22&v=HweafCzk6X](https://www.youtube.com/watch?time_continue=22&v=HweafCzk6X)
- 0 Уроки Компас 3D V17 Построение модели детали
4. <https://www.youtube.com/watch?v=tUz32N6G0rQ> Компас-3D v17.1 Python. Запись данных в свойства модели из имени файла.
5. [https://www.youtube.com/watch?v=NBkTJK\\_WKOw](https://www.youtube.com/watch?v=NBkTJK_WKOw) Компас-3D v17.1 Спецификация в компас
6. <https://www.youtube.com/watch?v=K5QMrW3aK2k> Компас-3D v17.1. Создание исполнений через переменные. Часть 1
7. <https://www.youtube.com/watch?v=wLmxq2gidEE> Компас-3D v17.1. Создание исполнений стандартных изделий. Часть 2
8. <https://www.youtube.com/watch?v=OnA3Yc7lxAe> Компас 3D v17. Спиральная ваза 3d модель.
9. <https://www.youtube.com/watch?v=mvZrnVNSQGU> Компас 3D Уроки -Как изменить точность отрисовки (качество 3D модели)
10. <https://www.youtube.com/watch?v=y-H-bcYj6MA> МАСШТАБИРОВАНИЕ v17
11. <https://www.youtube.com/watch?v=ihpRWofODYA> Построение разрезов / Компас 3D-17.1

12. <https://www.youtube.com/watch?v=6tfyxKoRVzw> Компас 3d v17.  
Быстрое создание 3d модели простой втулки и простановка размеров на чертеже в разрезе
13. <https://www.youtube.com/watch?v=xAxI1AYAsoA> Компас-3D v17.  
Библиотека КОМПАС-макро.
14. [https://www.youtube.com/watch?v=\\_kufCNgyRPs](https://www.youtube.com/watch?v=_kufCNgyRPs) Построение чертежа на основе 3D-модели в Компас-3D
15. <https://www.youtube.com/watch?v=xxhqZXVzgtg> Создание анимации в компас
16. <https://www.youtube.com/watch?v=D3gx9o5-fVI> Компас-3D v17.  
Создание реальной наружной и внутренней резьбы в 3d
17. [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=2&v=k0nTINwQsa](https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=k0nTINwQsa)  
М КОМПАС-График: Разработка чертежа «с нуля» и с 3D-модели



Техническое описание стандарта профессии  
«Специалист по аддитивным технологиям»

Трудовые функции	Содержание деятельности	Основные умения	Этапы формирования умений		
			начальный уровень	базовый уровень	углубленный уровень
1. Проведение подготовительных мероприятий по изготовлению изделий	Соблюдение техники безопасности и охраны труда Подготовка к запуску и работе аддитивного производства	Подготавливать и поддерживать рабочее пространство в безопасном, аккуратном и продуктивном состоянии	+	+	+
		Заправлять исходные материалы в установку аддитивного производства, устанавливать технологическую подложку (платформу)	+	+	+
		Контролировать закрытие защитных кожухов, анализировать визуальную сигнализацию контрольных приборов установки	+	+	+
		Проводить калибровку аддитивной установки (3D-принтера)		+	+
		Загружать трехмерную электронную геометрическую модель изделия в ЭВМ установок аддитивного производства, назначать управляющую программу	+	+	+
		Подбирать материал для выполнения поставленной задачи	+	+	+
		Оптимизировать положение моделей на рабочей поверхности 3D-принтера в программе подготовки задания для печати			
		Контролировать и анализировать загруженность 3D-принтера (по времени)			
		Создавать технические эскизы, чтение и построение чертежей	+	+	+
		Пользоваться измерительными инструментами и проводить обмер деталей	+	+	+
2. Разработка 3D модели изделия	Работа с техническими чертежами	Готовить точные технические чертежи 2D, отображающие точную и однозначную информацию		+	+

	<p>для будущих пользователей</p> <p>готовить и подгонять по размерам технический чертеж 2D из данных 3DCAD; снабжать чертежи четкой маркировкой; точно измерять размеры и переносить их на чертежи и технические спецификации.</p> <p>Создание сборочного чертежа и спецификации</p> <p>Проектировать и корректировать 3D модели по готовым чертежам</p> <p>Проектировать и корректировать 3D модели по эскизам</p> <p>Восстанавливать геометрию по неполным данным физической модели (сломанная деталь)</p> <p>Проектировать и корректировать 3D-модели, построенные при помощи поверхностного моделирования</p> <p>Корректировать сетку STL модели</p> <p>Анализ электронной модели и улучшение ее свойств</p> <p>Создавать анимацию и рендер (создание изображений) полученных изделий</p> <p>Проектировать и конструировать сборочные модели</p>			
	<p>Проектирование и моделирование прототипа</p>			
3. Изготовление прототипов	<p>Изготовление мастер-модели на 3д-принтере и станках с ЧПУ</p>			





**Контрольный практикум по курсу «Прототипирование» - Создание прототипа  
«Машинка с храповым механизмом».**

**ЗАДАНИЕ.**

Учащиеся получают текстовое описание задания, чертежи деталей и детали для эскизирования. Конкурсное задание имеет несколько модулей, выполняемых последовательно. Каждый выполненный модуль оценивается отдельно.

Выполнение задания включает в себя:

- выполнение необходимых замеров и рисование эскизов с простановкой размеров;
- создание 3D-модели деталей в соответствии с требованиями задания или чертежом в CAD программе;
- осуществление экспорта модели в формат STL;
- подготовка 3D модели к печати;
- определение параметров и настройка режима печати;
- осуществление печати разработанной детали;
- проведение постобработки напечатанного изделия;
- создание сборки чертежа в CAD программе;

Оценка производится в соответствии с утвержденной схемой оценки. Если учащийся не выполняет требования техники безопасности, подвергает опасности себя или других учащихся, такой участник может быть отстранен от выполнения контрольного задания.

Время и детали контрольного задания в зависимости от условий могут быть изменены преподавателем.

Конкурсное задание должно выполняться по модульно. Оценка также происходит от модуля к модулю.

## МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И НЕОБХОДИМОЕ ВРЕМЯ

Модули и время сведены в таблицу 1

Таблица 1 – Модули контрольного задания.

№ п/п	Наименование модуля	Время на задание
1	Модуль 1: Выполнение необходимых замеров и эскизов с простановкой размеров	1 час
2	Модуль 2: Создание и разработка 3D-модели изделия в CAD-среде	3 часа
3	Модуль 3: Подготовка детали к печати и настройка печати. Печать деталей.	4 часа (+ сквозное время)
4	Модуль 4: Постобработка напечатанных деталей	1 час
5	Модуль 5: Сборка и тестирование механизма	1 час
6	Модуль 6. Подготовка комплекта документации	2 часа

Учащемуся выдается:

- текстовое описание задания
- готовые детали для эскизирования (на усмотрение экзаменатора)
- чертежи деталей механизма
- прочие приложения (на усмотрение экзаменатора).

На выполнение задания отводится 12 часов. Учащиеся знакомятся с заданием и выполняют эскизирование, если это необходимо. После, приступают к созданию 3d моделей в соответствии с заданием. **Использование фото, видеосъемки или других способов сохранения информации о форме и размерах детали, кроме ручного эскизирования, запрещено.**

### **Модуль 1: Выполнение необходимых замеров и эскизов с простановкой размеров.**

Ученику необходимо с помощью ручного измерительного инструмента получить информацию о размерах детали и построить 3D-модель в CAD-среде.

На выполнение эскизирования отводится 1 час. Учащийся знакомится с заданием и выполняет эскизирование детали на бумаге с помощью принадлежностей для черчения.

### **Модуль 2: Создание и разработка 3D-модели изделия в CAD-среде по чертежам.**

Ученику выдаются распечатанные чертежи.

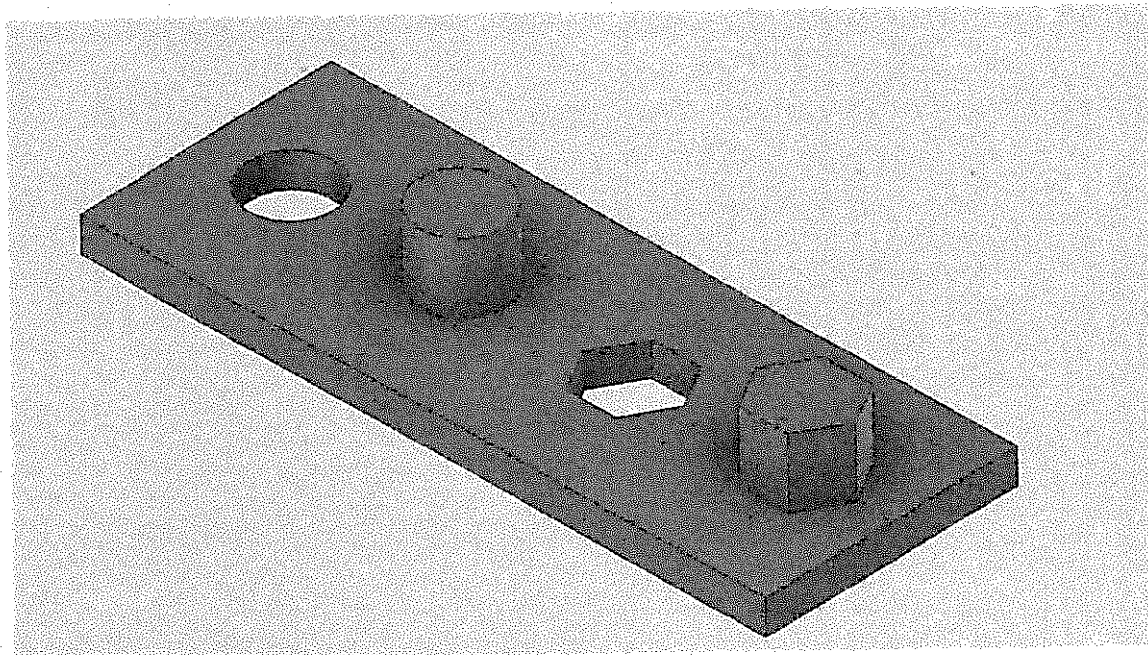
Во втором модуле, необходимо смоделировать требуемые детали, создать сборку, осуществить экспорт модели в формат STL. Работу выполняют последовательно, учитывая специфику экструзионной печати (FDM технологии) и погрешности 3D принтера.

### **Модуль 3: Подготовка детали к печати и настройка печати. Печать деталей.**

Учащемуся необходимо по трехмерной модели прототипа доработать конструкцию прототипа и занести внесенные изменения в распечатанную таблицу.

Ученику выдаются 3D модели модуля 1,2. Далее, ученик выполняет работу с 3D принтерами, используя свои умения настраивать и подготавливать печать объектов.

В ходе работы, необходимо подготовить 3D модель к печати на принтере, подобрать настройки печати под имеющийся тип пластика, откалибровать стол, распечатать тестовую деталь в высоком качестве. В тестовой детали должны содержаться: два отверстия – круглое и шестигранное, и две бобышки – цилиндрической и шестигранной формы. Это необходимо для оценки погрешности 3D - принтера.



#### **Модуль 4: Пост обработка деталей.**

После печати участникам необходимо выполнить пост-обработку изготовленных деталей и их подгонку, если это необходимо.

#### **Модуль 5: Сборка и тестирование механизма**

Учащемуся предлагается собрать из изготовленных самостоятельно деталей прототип заводной машины с храповым механизмом и проверить его работоспособность. Для того чтобы механизм функционировал правильно, **сопряжения деталей после сборки должны соответствовать принципу его работы – обеспечиваются все необходимые кинематические связи, равно как и динамические параметры** (наличие люфтов или же излишнее трение подвижных элементов говорит о том, что механизм был спроектирован не вполне корректно).

Участникам необходимо после сборки проверить работоспособность машинки. При испытаниях, необходимо завести пружину и направить машину по прямой горизонтальной поверхности без препятствий. Любые отклонения от прямолинейной траектории движения говорят об ошибках на этапе проектирования или печати. Механизм должен двигаться непрерывно и без постороннего механического шума (например, заклинивания зубчатых колес).



## Модуль 6: Подготовка комплекта документации

Ученик должен подготовить комплект чертежей заводной машины с храповым механизмом. Он включает общий чертёж общего вида с посадочными размерами, чертежи деталей и спецификацию сборки. Чертежи деталей необходимо вновь начертить с созданных 3D моделей. Готовые модели импортируются в сборку и не подлежат дополнительной доработке. Для создания чертежа общего вида участникам необходимо иметь 3D модель сборки заводной машины с храповым механизмом.

В конце отведенного времени, участники предоставляют:

- 3D-модели изделия в CAD формате (оригиналы)
- 3D-модели изделия в STL формате
- Чертежи изделия
- Спецификацию
- Файлы для печати в формате .plg/.gcode
- Напечатанный прототип

## ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ЭКЗАМЕНУЕМОМУ УЧЕНИКУ

Для выполнения контрольного задания по курсу, ученику необходимы следующие знания и умения:

- умение читать чертежи;
- умение обращаться с измерительными инструментами (линейка, штангенциркуль, транспортир) и проводить обмер детали;
- понимание работы простых механизмов, умение самостоятельно разработать недостающую деталь по имеющимся эскизам;
- понимать назначение и место деталей в конструкции.

**Владение основными приемами инженерного 3D-моделирования в САПР, включая:**

- построение эскизов с заданием эскизных зависимостей и размеров;
- создание рабочих плоскостей и осей;
- операции выдавливания, вращения и построения по сечениям, оболочки, сопряжения и фаски, круговые и прямоугольные массивы;
- умение пользоваться библиотекой CAD программы
- экспорт моделей в формат, пригодный для 3D-печати (.STL).
- создание сборочной модели, включая наложение сборочных зависимостей.

**Умение использовать технологию 3D-печати, в том числе:**

- понимать принцип работы, особенности и устройство термоэкструзионного (FDM) 3D-принтера;
- учитывать при моделировании особенности и ограничения технологии термоэкструзионной (FDM) 3D-печати, включая ограничения по геометрии, точности передачи размеров, прочности получаемого изделия;
- понимать термины «усадка», «натяг», «зазор», «адгезия», «первый слой», «экструзия», «поддержки», «коэффициент подачи», «полигональность», «текстура», «высота слоя», «обдув», «периметр», «толщина стенки», «обрамление»;
- уметь пользоваться программой подготовки файлов к печати 3D-принтером (Polygon, Repetier Host, Cura или аналог);
- уметь оптимально разместить детали на рабочем столе, понимать смысл основных параметров печати и уметь их настроить;
- уметь выполнять основные операции с 3D-принтером (установка или удаление пластика, калибровка положения головки, запуск задания на печать, аварийный останов при ошибках печати, безопасное удаление готового изделия и т.п.);
- знать основные виды пластиков, используемых для печати, их применение и особенности, а также параметры печати;
- творчески мыслить и находить нестандартные решения, используя полученные знания при подготовке.

### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

В данном разделе определены критерии оценки и количество начисляемых баллов (субъективные и объективные). См. табл. 2. Общее количество баллов задания/модуля по всем критериям оценки составляет 100.

Таблица 2 – Распределение баллов по модулям

Раздел	Модуль	Оценки	
		Общая	
A	1.Выполнение необходимых замеров и эскизов с пространовой размеров.	10	
B	2.Создание и разработка 3D-модели изделия в САD-среде	20	
C	3.Подготовка детали к печати и настройка печати. Печать деталей.	20	
D	4.Постобработка деталей	10	
E	5.Сборка и тестирование движущего механизма	20	
F	6.Подготовка комплекта документации	20	
	Итого =	100	

### Описание возможного варианта конкурсного задания

Ученикам предлагается самостоятельно спроектировать отдельные детали заводной машины с храповым механизмом. Собрать изделие, проверить работоспособность и замерить характеристики (дальность езды).

В качестве входных данных для проектирования предлагаются:

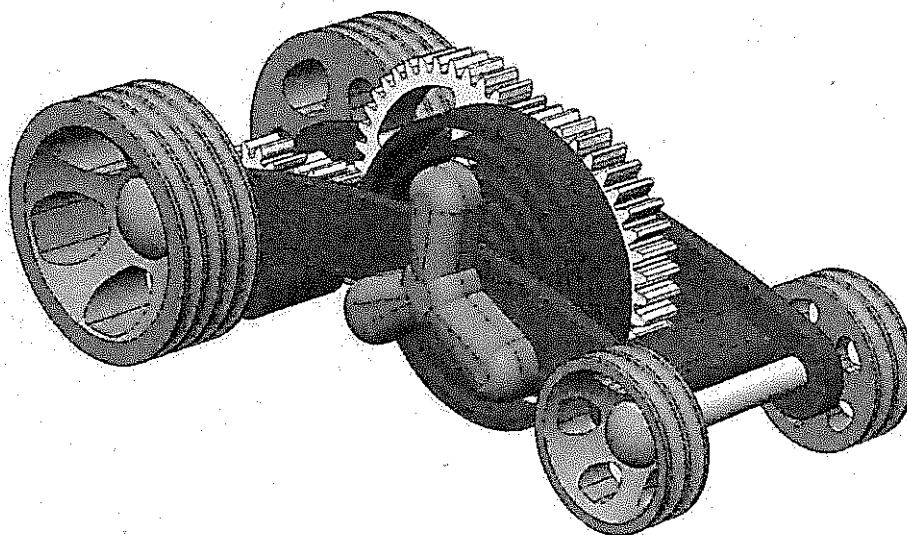
- Образец примерного внешнего конечного вида проектируемого устройства (рис. 1);
- Основные размеры устройства и деталей;

Ученикам необходимо получить основные и посадочные размеры деталей устройства, выполнить построение 3D-модели, изготовить прототипы деталей, собрать конструкцию, проверить её на работоспособность, подготовить комплект чертежей, замерить дальность езды.

Требования к напечатанному прототипу:

- Суммарный объем моделей при печати должен составлять не менее 100 см<sup>3</sup> и не более 300 см<sup>3</sup>;
- Модели не должны содержать следы механической доработки посадочных поверхностей;
- Допускаются отклонения от конструкции, если они улучшают характеристики устройства; к предложенным изменениям прилагается пояснительная записка.

Рис.1 –  
вид



Общий  
изделия

## Основные элементы задания

### 1. Проектирование и прототипирование заводного механизма изделия.

Ученикам необходимо создать физический прототип заводного механизма изделия, который будет приводить устройство в движение.

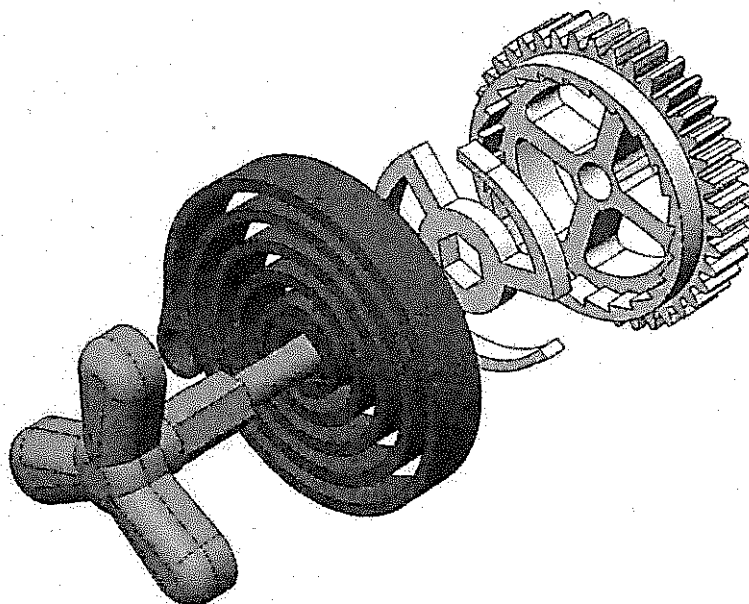


Рис.2 – Общий вид заводного механизма

Храповой механизм представляет собой храповое колесо с произвольным количеством зубьев установленное на валу и собачку. Пружина собачки храпового механизма прижимает язычок собачки к храповому колесу, и одновременно удерживает собачку на месте.

По физической модели необходимо снять необходимые размеры, построить 3D-модель, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж в соответствии с общими требованиями к данному заданию.

*\*В данном пункте приветствуется изменение конструкции пружины/храпового механизма, если оно обосновано и повышает энергоэффективность механизма.*

## 2. Проектирование и прототипирование заводной пружины устройства.

Ученикам необходимо создать физический прототип пружины.

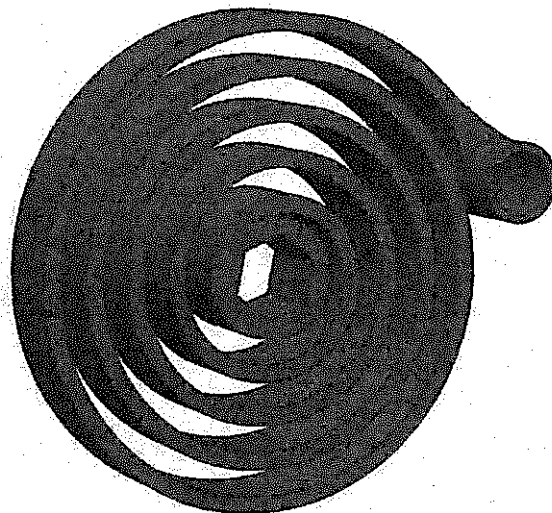


Рис.3 – Общий вид пружины

По физической модели необходимо построить 3D-модель пружины, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж в соответствии с общими требованиями к данному заданию.

### 3. Проектирование и прототипирование редуктора устройства.

Ученикам необходимо создать физический прототип редуктора.

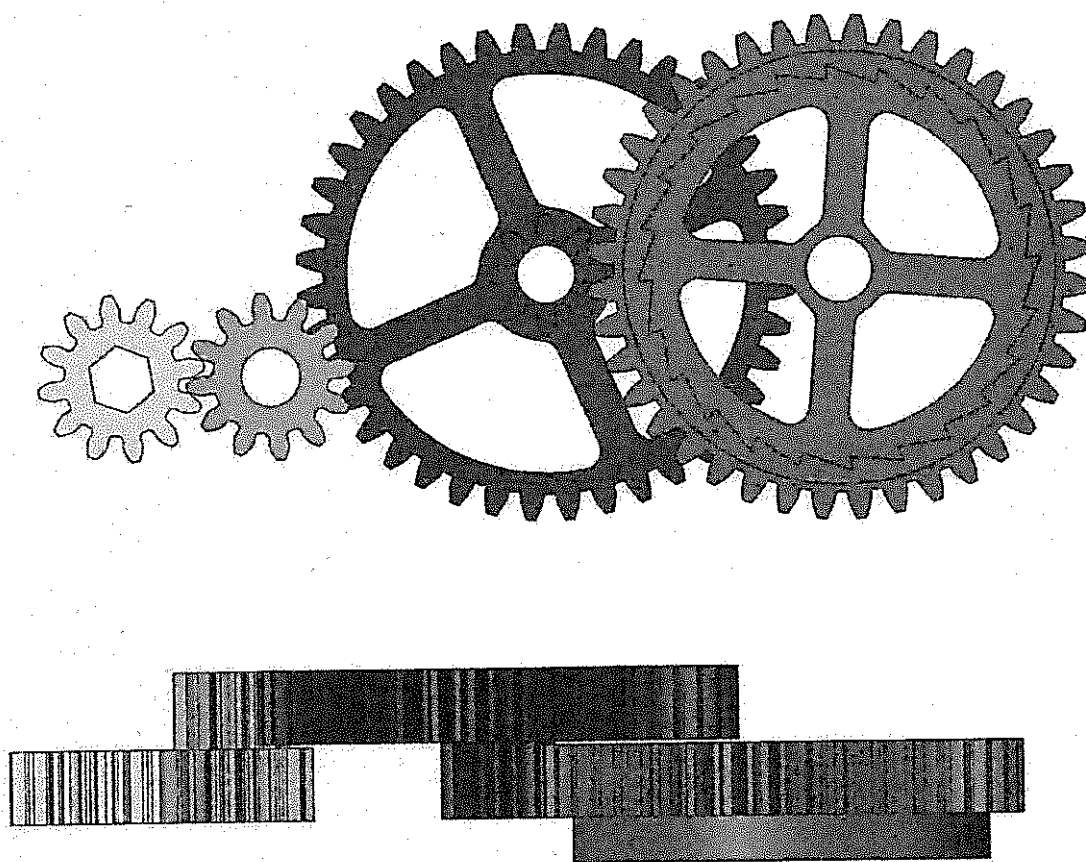


Рис.4 – Общий вид редуктора

Сделать необходимые расчеты редуктора для построения 3D-модели, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж в соответствии с общими требованиями к данному заданию.

#### 4. Проектирование и прототипирование корпуса устройства.

Ученикам необходимо создать физический прототип корпуса устройства.

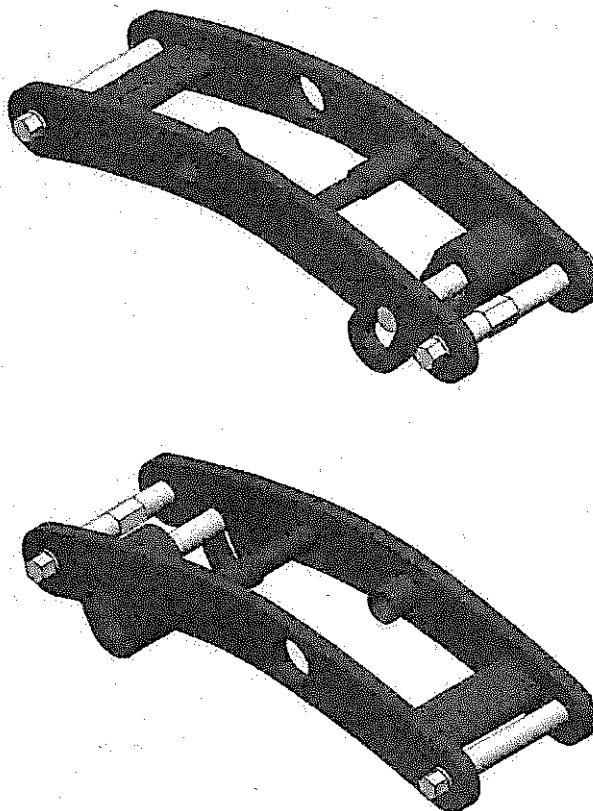


Рис.4 – Общий вид корпуса устройства

Для этого необходимо создать сборку корпуса в программной среде и построение производить в сборке методом «сверху вниз» (т.е. детали создаются в среде сборки). Для задания необходимого направления в проектировании участникам выдаётся эскизный чертёж детали.

Требуется построить 3D-модель корпуса, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж в соответствии с общими требованиями к данному заданию.

В процессе печати, ученикам необходимо создать чертежи спроектированных деталей, а также чертёж общего вида устройства.

##### **Сборка и пробный запуск устройства**

Ученикам необходимо собрать устройство, опираясь на иллюстрации, текстовые пояснения и опыт, полученный в процессе проектирования отдельных деталей в рамках контрольного задания. В том случае, если по техническим причинам ученики не смогли изготовить к моменту сборки необходимые детали, экзаменаторы вправе предоставить им недостающие детали. Подобный шаг делается для того, чтобы предоставить ученикам



наиболее полноценный опыт создания полностью функционирующего прототипа проектируемого устройства.

Чертежи и методическое пособие по проектированию Машинки с храповым механизмом см. в приложении к УМК – Методическое пособие по проектированию элементов контрольного задания в Fusion 360.

### Проведение оценивания

Название этапа/модуля	Проверяемые умения, качеств	Уровень сформированности умений (0-5 б)	Кол-во баллов за модуль	Оценка за модуль
Создание и разработка 3D-модели изделия в CAD-среде	Выполнение эскиза от руки			
	Чтение чертежа (электронные модели соответствуют заданному чертежу).			
	Создание 3D-модели деталей в CAD среде в соответствии с требованиями задания с учётом погрешностей принтера.			
	Создание 3D модели шестерёнок в CAD среде используя библиотеку стандартных деталей или иным способом.			
	Экспорт моделей в формат, пригодный для 3D-печати (STL)			
	Сохранение 3 –х деталей в форматах (stl для печати и оригинальный файл) в личной папке			
	Создание сборочной модели с полным определением взаимосвязей			
Подготовка детали к печати и настройка печати. Печать деталей.	Оптимальное размещение деталей на рабочем столе в программе слайсере			
	Настройка режима печати с учётом типа пластика в программе слайсере			
	Перевод STL-файла в G-код			
	Сохранение G-код на SD карте			
	Выполнение основных операций с 3D-принтером (включение выключение принтера, пауза при печати)			
	Качество печати 3D моделей разработанных деталей			
	Соблюдение техники безопасности при работе с 3d принтером			

Постобработка деталей	Выполнение качественной постобработки изготовленных деталей			
	Соблюдение техники безопасности при сборке модели			
Сборка движущего механизма	Сборка выполнена без люфта и заклинивания			
	Сборка модели в соответствии с электронной моделью сборки			
Тестирование механизма	Машинку не заклинивает при движении			
	Корпус собран надежно, элементы возможно заменить при необходимости			
Итого:			<b>100</b>	<b>баллов</b>

#### Перевод баллов

Баллы	Уровень	Сертификат	Отметка
85-90 (85-100% выполнения)	4 уровень	Базовый	5
70-84 (70-84% выполнения)	3 уровень	Начальный	4
60-69 (60-69% выполнения)	2 уровень	-	3
50-59 (50-59% выполнения)	1 уровень	-	3
меньше 50 баллов	0 уровень	-	2