

**Управление образования города Калуги**  
**Муниципальное бюджетное образовательное учреждение**  
**«Средняя общеобразовательная школа № 5» города Калуги**

Принята на заседании  
педагогического совета  
От «17» июня 2024 г.  
Протокол №13

УТВЕРЖДАЮ  
Директор МБОУ «Средняя  
общеобразовательная школа №5» г. Калуги  
Приказ 146-у от 20.06.2024г.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа**  
**технической направленности**

**ОСНОВЫ ХАЙТЕК**

*Возраст учащихся:* 12-17 лет

*Срок реализации:* 1 год

*Уровень сложности:* базовый

Автор-составитель программы:  
Парамонов Андрей Сергеевич,  
педагог дополнительного  
образования

г. Калуга, 2024

## ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ

<b>Полное название программы</b>	«Основы Хайтек»
<b>Автор-составитель программы, должность</b>	Парамонов Андрей Сергеевич, педагог ДО
<b>Адрес реализации программы</b>	Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №5» города Калуги Адрес: Калуга, ул. Дзержинского д.49 Тел. 57-72-46
<b>Вид программы</b>	– по степени авторства <i>модифицированная</i> – по уровню освоения – <i>базовый</i>
<b>Направленность</b>	<i>Техническая</i>
<b>Срок реализации программы</b>	<u>1 год, 36 часов</u>
<b>Возраст детей</b>	От 12 до 17 лет
<b>Форма реализации программы</b>	<i>групповая</i>
<b>Форма организации образовательной деятельности</b>	<i>студия</i>
<b>Название объединения</b>	«Основы Хайтек»
<b>Педагоги, реализующие программу</b>	Парамонов Андрей Сергеевич

### 1.1. Пояснительная записка

Данная программа является дополнительной общеобразовательной общеразвивающей **технической направленности**, очной формы обучения, для **обучающихся 12 – 17 лет**, сроком реализации 1 год, **базового уровня** освоения содержания.

**Актуальность и педагогическая целесообразность программы «Основы хайтек»** заключается в выполнении социального заказа общества в системе дополнительного образования, который определяется национальными целями и стратегическими задачами развития Российской Федерации, концепциями социально-экономического развития России и Калужской области, создания и функционирования. Модернизация инженерного образования и качества подготовки технических специалистов является одной из значимых проблем, решению которой уделяется особое внимание представителями промышленности, предпринимательства, системы образования на разных её уровнях. Развитие технического творчества подрастающего поколения становится одним из важных факторов в профессиональном самоопределении, формировании интереса к освоению современных технологий и достижений инженерии.

**Отличительные особенности заключаются в том, что** данная программа направлена на становление проектной деятельности обучающихся в области современных инженерных технологий. В ходе практических занятий по программе обучающиеся получают навыки работы на высокотехнологичном оборудовании, познакомятся с основами теории решения изобретательских задач, инженерии, выполнят работы с электронными компонентами, поймут особенности и возможности высокотехнологичного оборудования и способы его практического применения, а также определяют наиболее интересные направления для дальнейшего практического изучения.

Организация педагогического процесса предполагает создание для обучающихся комфортной среды, в которой они раскроют свои творческие способности. Этому способствуют комплекс методов, форм и средств образовательного процесса. Реализация метода кейсов позволит сделать поставленную задачу более наглядной и мотивирует использовать получаемые знания в реальной жизни. Благодаря междисциплинарности проектной деятельности, обучающиеся будут получать навыки работы в команде, распределении ролей при выполнении заданий, требующих знаний и умений в различных областях науки и техники.

Основы изобретательства и инженерии, с которыми познакомятся обучающиеся в рамках программы, должны сформировать начальные знания и навыки для различных разработок и воплощения своих идей и проектов жизнь с возможностью последующей их коммерциализации. Освоение инженерных технологий подразумевает, что обучающиеся получают ряд базовых компетенций, владение которыми критически необходимо для развития изобретательства, инженерии и молодёжного технологического предпринимательства.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы хайтек» - модифицированная.** Программа составлена на основе Хайтек-тулкита (методические материалы направления Хайтек для использования наставниками сети детских технопарков «Кванториум» в ходе первого года обучения детей, автор - Тимирбаев Д.Ф.), рекомендованного федеральным оператором сети детских технопарков «Кванториум».

#### **Адресат программы**

Обучающиеся образовательных организаций Калужской области в возрасте 12 - 17 лет (5- 11 классы).

**Объем программы и режим занятий - 36 академических часов.**

Занятия проводятся - 1 раз в неделю.

**Уровень освоения содержания – базовый.**

**Форма обучения – очная.**

#### **Формы организации образовательного процесса**

В основе образовательного процесса лежит проектный метод, инструментальную базу которого составляет решение кейсов. В ходе выполнения кейса изучаются избранные вопросы отдельных тем, имеющих актуальное прикладное или теоретическое значение. У обучающихся формируются навыки самостоятельного поиска и анализа информации, постановки, проведения, обработки и анализа результатов проекта. Обучающиеся получают опыт самостоятельных экспериментальных, теоретических и практических изысканий.

В связи с этим преобладают групповые формы обучения, могут быть реализованы и индивидуальные, и фронтальные формы обучения.

## **Виды занятий**

Определяются целями и содержанием деятельности соответствующего этапа выполнения проекта и могут предусматривать проблемные лекции, мини-лекции, лекционно-практические занятия, эвристические беседы, круглые столы, дискуссии, деловые и ролевые игры, презентации, выполнение самостоятельной работы, экскурсии, конкурсы, выставки и другие виды учебных занятий и учебных работ.

## **1.2. Цель и задачи программы**

**Цель программы:** формирование первичных компетенций по работе с высокотехнологичным оборудованием, знаний основ изобретательства и инженерии, базовых умений и навыков их применения в практической работе и в проектной деятельности.

### **Задачи:**

#### **Образовательные**

- познакомить с основами теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и инженерии;
- научить работе в системе автоматизированного проектирования (САПР) и созданию 2D и 3D моделей;
- научить принципам работы на лазерном оборудовании;
- научить практической работе на аддитивном оборудовании;
- научить принципам работы на механизированном оборудовании (в том числе станках с ЧПУ);
- научить практической работе с ручным инструментом;
- научить практической работе с электронными компонентами.

#### **Развивающие**

- развить навыки, необходимые для проектной деятельности;
- развить креативное и проектное мышление;
- развить навыки эффективной презентации.

#### **Воспитательные**

- повысить уровень мотивации обучающихся к изобретательству;
- содействовать профессиональному самоопределению обучающихся;
- содействовать эстетическому воспитанию обучающихся;
- воспитать усидчивость, умение преодолевать трудности, аккуратность при выполнении заданий;
- воспитать экологическое мышление;
- сформировать навыки работы в команде.

## **1.3. Содержание программы**

### Учебно-тематический план

№ п/п	Название раздела (кейса), темы	Количество часов			Форма аттестации/контроля
		Теория	Практика	Всего	
<b>1.</b>	<b>Основы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Основы 2D моделирования, векторной графики и лазерной резки.</b>	<b>2,5</b>	<b>6,5</b>	<b>9</b>	
1.1	Введение в тематику ТРИЗ. Постановка проблемной ситуации.	0,5	0,5	1	Опрос обучающихся по теме, различные задания на применение ТРИЗ
1.2	Лазерные технологии.	1	1	2	Опрос обучающихся по теме
1.3	Основы 2D-моделирования, векторной графики. Проектирование и изготовление изделия на лазерном станке.	1	2	3	Работа в CorelDraw и Компас 3D, печать изделий на лазерном станке
1.4	Сборка конструкции изделия. Тестовые испытания и модификация разработки.		2	2	Полное создание изделия, его сборки и подгонки
1.5	Основы проектного документирования. Подготовка презентации.		1	1	Создание презентации на проект
<b>2.</b>	<b>Основы 3D-моделирования и 3D - печати</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	
2.1.	Основы трёхмерного представления объектов и 3D-моделирования	1	1	2	Чтение чертежей, представление их в 3х мерном виде
2.2.	Основы эскизного проектирования.	1	2	3	Построение чертежей
2.3.	Практикум по 3D-моделированию.		8	8	Построение 3D моделей проектов
2.4.	3D-печать.	1	4	5	Печать моделей и защита проекта

<b>3.</b>	<b>Основы технологии пайки</b>		<b>7</b>	<b>7</b>	
3.1.	Освоение инструментария для пайки.		1	1	Практика по пайке
3.2.	Проектирование изделия.		2	2	Проектирование электронного устройства
3.3.	Изготовление изделия методом пайки.		2	2	Изготовление изделия
3.4.	Тестовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации.		2	2	Испытание изделий, исправление ошибок и создание презентации продукта
<b>4</b>	<b>Итоговая аттестация</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Защита учебно-инженерного проекта (на выбор)</b>
	<b>Итого</b>	<b>5,5</b>	<b>30,5</b>	<b>36</b>	

#### 1.4. Содержание учебного плана

**1. Основы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Основы 2D моделирования, векторной графики и лазерной резки.**

##### **1.1. Введение в тематику ТРИЗ. Постановка проблемной ситуации.**

**Теория.** Понятие проектных ограничений. Основы теории решения изобретательских задач (мозговой штурм, метод фокальных объектов), других методов ТРИЗ и методов поиска технических решений, изобретательской разминки. Понятие продуктивного мышления, инженерных ограничений.

**Практика.** Кейс 1 «Капсула жизни» (Анализ проблемной ситуации, представленной в виде физико-инженерного ограничения, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата).

##### **1.2. Лазерные технологии.**

**Теория.** Знакомство с лазерным гравером. Техника безопасности.

**Практика.** Кейс 1 «Капсула жизни» (Выявление технологических ограничений оборудования для получения более результативного итога. Подготовка заготовки).

**1.3. Основы 2D-моделирования, векторной графики. Проектирование и изготовление изделия на лазерном станке.**

**Теория.** Основы 2D-моделирования, векторной графики.

**Практика.** Кейс 1 «Капсула жизни» (Изготовление разработанных элементов изделия из листового материала на лазерном станке).

**1.4. Сборка конструкции изделия. Тестовые испытания и модификация разработки.**

**Практика.** Кейс 1 «Капсула жизни» (Осуществление сборки разработанного изделия из изготовленных элементов. Проведение подготовки и осуществления испытаний по падению на поверхность, спуску по наклонной поверхности и воздействию на изделие массой).

### **1.5. Основы проектного документирования. Подготовка презентации.**

**Практика.** Кейс 1 «Капсула жизни» (Проведение тестовых испытаний. Основы ораторского искусства. Опыт публичных выступлений. Основы работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций).

## **2. Основы 3D - моделирования и 3D - печати**

### **2.1. Основы трёхмерного представления объектов и 3D-моделирования**

**Теория.** Трёхмерное представление объектов. Система координат. Плоскость и прямая в пространстве. Объёмные графические примитивы. 3D-модели в виртуальном мире, создание трёхмерных объектов. Основы САПР, среды 3D-моделирования CorelDraw и Kompas 3D, интерфейсы и панели инструментов.

**Практика.** Кейс 2 «Колесо - изготовление шины» (Изучение среды 3D-моделирования, поэтапное создание простых моделей для изучения возможностей САПР (CorelDraw и Kompas 3D)).

### **2.2. Основы эскизного проектирования («от руки»)**

**Теория.** Эскизное проектирование и эскизный проект. Этапы эскизного проектирования. Проектные ограничения при конструировании изделия.

**Практика.** Кейс 2 «Колесо - изготовление шины» (Определение модели будущего изделия, дата-скаутинг. Создание эскиза будущей модели «на бумаге» (рисование от руки)).

### **2.3. Практикум по 3D-моделированию**

**Практика.** Кейс 2 «Колесо - изготовление шины» (Работа с измерительными инструментами, понятие масштаба. Проектирование модели выбранного изделия в CorelDraw и Kompas 3D, разработка и создание 3D-модели по сгенерированному ранее эскизу).

### **2.4. 3D-печать**

**Теория.** Процесс 3D-печати, классификация 3D-принтеров. Особенности и инженерные ограничения аддитивных технологий. Процесс подготовки 3D-моделей к печати. Применение 3D-печати в повседневной жизни.

**Практика.** Кейс 2 «Колесо - изготовление шины» (Технологическая подготовка 3D-модели к печати с учетом технологических ограничений оборудования).

## **3. Основы технологии пайки**

### **3.1. Освоение инструментария для пайки**

**Практика.** Ознакомление с технологией пайки при работе с микросхемами, проводами и проволокой. Практикум по пайке микросхем, проводов и проволоки.

### **3.2. Проектирование изделия**

**Практика.** Разработка оригинального изделия, создание его эскиза, чертежа.

### **3.3. Изготовление изделия методом пайки**

**Практика.** Изготовление изделия методом пайки.

### **3.4. Тестовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации**

**Практика.** Подготовка и проведение испытаний изделия на выполнение поставленных задач. По итогам испытаний выявление недостатков конструкции, внесение поправок, исправление и модернизация разработки. Подготовка презентации созданного изделия.

#### **4. Итоговая аттестация.**

**Практика.** Защита учебно-инженерного проекта.

### **1.5. Планируемые результаты**

Критериями и показателями эффективности освоения программы является владение обучающимися профессиональными, предметными и универсальными компетенциями, а также получение готового проекта в качестве результата.

#### **Предметные результаты:**

- знание основ и принципов теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), овладение начальными базовыми навыками инженерии;
- знание и понимание принципов проектирования в САПР, основ создания и проектирования 2D и 3D моделей;
- знание основ и овладение практическими базисными знаниями в работе на аддитивном оборудовании;
- знание основ и принципов работы на лазерном оборудовании;
- знание основ и овладение практическими базисными знаниями в работе на станках с числовым программным управлением (конструктор модульных станков, 3D-принтер);
- знание основ и овладение практическими базисными знаниями в работе с ручным инструментом;
- знание основ и овладение практическими базисным знаниям в работе с электронными компонентами;
- знание и понимание основных технологий, используемых в Хайтек, их отличие, особенности и практики применения при разработке прототипов;
- знание пользовательского интерфейса профильного ПО, базовых объектов инструментария.

#### **Метапредметные результаты:**

- умение работать в команде: работа в общем ритме, эффективное распределение задач и др.;
- умение ориентироваться в информационном пространстве, продуктивно использовать техническую литературу для поиска сложных решений;
- наличие критического мышления;
- проявление технического мышления, познавательной деятельности, творческой инициативы, самостоятельности;
- готовность и способность применения теоретических знаний по физике, информатике для решения задач в реальном мире;
- способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей.

#### **Личностные результаты:**

- способность творчески решать технические задачи;



- наличие высокого познавательного интереса обучающихся;
- умение ставить вопросы, связанные с темой проекта, выбор наиболее эффективных решений задач в зависимости от конкретных условий;

## Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий

### 2.1. Календарный учебный график

№ п/п	Дата	Тема	Количество часов	Форма занятий
1.		Введение в тематику ТРИЗ. Постановка проблемной ситуации.	1	Лекция
2.		Лазерные технологии.	1	Лекция
3.		Лазерные технологии.	1	Практикум
4.		Основы 2D-моделирования, векторной графики. Проектирование и изготовление изделия на лазерном станке.	1	Лекция
5.		Проектирование и изготовление изделия на лазерном станке.	1	Практикум
6.		Проектирование и изготовление изделия на лазерном станке.	1	Практикум
7.		Сборка конструкции изделия. Тестовые испытания и модификация разработки.	1	Практикум
8.		Тестовые испытания и модификация разработки.	1	Практикум
9.		Основы проектного документирования. Подготовка презентации.	1	Практикум
10.		Основы трёхмерного представления объектов и 3D-моделирования	1	Лекция
11.		Основы трёхмерного представления объектов и 3D-моделирования	1	Практикум
12.		Основы эскизного проектирования.	1	Лекция
13.		Основы эскизного проектирования.	1	Практикум
14.		Основы эскизного проектирования.	1	Практикум
15.		Практикум по 3D-моделированию.	1	Практикум
16.		Практикум по 3D-	1	Практикум

		моделированию.		
17.		Практикум по 3D-моделированию.	1	Практикум
18.		Практикум по 3D-моделированию.	1	Практикум
19.		Практикум по 3D-моделированию.	1	Практикум
20.		Практикум по 3D-моделированию.	1	Практикум
21.		Практикум по 3D-моделированию.	1	Практикум
22.		Практикум по 3D-моделированию.	1	Практикум
23.		3D-печать.	1	Лекция
24.		3D-печать.	1	Практикум
25.		3D-печать.	1	Практикум
26.		3D-печать.	1	Практикум
27.		3D-печать.	1	Практикум
28.		Освоение инструментария для пайки.	1	Практикум
29.		Проектирование изделия.	1	Практикум
30.		Проектирование изделия.	1	Практикум
31.		Изготовление изделия методом пайки.	1	Практикум
32.		Изготовление изделия методом пайки.	1	Практикум
33.		Тестовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации.	1	Практикум
34.		Тестовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации.	1	Практикум
35.		Итоговая аттестация	1	Защита учебно-инженерного проекта
36.		Итоговая аттестация	1	Защита учебно-инженерного проекта

## 2.2. Условия реализации программы

### Материально-технические условия реализации программы:

№ п/п	Наименование	Краткие технические характеристики	Ед. изм.	Кол-во
1	<b>Профильное оборудование</b>			
1.1	3 D-принтер учебный	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Тип принтера: FDM, FFF,</li> <li>- материал (основной): PLA,</li> <li>- количество печатающих головок: 1,</li> <li>- рабочий стол: с подогревом,</li> <li>- рабочая область (XYZ): от 180x180x180 мм,</li> <li>- максимальная скорость печати: не менее 150 мм/сек,</li> <li>- минимальная толщина слоя: не более 20 мкм,</li> <li>- закрытый корпус: наличие,</li> <li>- охлаждение зоны печати: наличие</li> </ul>	шт.	3
1.2	3 D-принтер с двумя экструдерами	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Тип принтера: FDM, FFF,</li> <li>- материал (основной): PLA,</li> <li>- количество печатающих головок: не менее 2,</li> <li>- рабочий стол: с подогревом,</li> <li>- рабочая область (XYZ): от 180x180x180 мм,</li> <li>- максимальная скорость печати: не менее 150 мм/сек,</li> <li>- минимальная толщина слоя: не более 20 мкм,</li> <li>- закрытый корпус: наличие,</li> <li>- охлаждение зоны печати: наличие</li> </ul>	шт.	1
1.3	Лазерный гравер	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Тип станка: малогабаритный,</li> <li>- размер рабочей области: не менее 600*300 мм,</li> <li>- максимальная мощность: не менее 50 Ватт,</li> <li>- доступные материалы для лазерной резки и гравировки: фанера, пластик, акрил, резина, кожа и др.</li> </ul> <p> Мощность излучателя 30Вт  Тип излучателя Отпаянный CO2 лазер  Тип охлаждения излучателя Воздушное  Производитель излучателя Synrad 48series Synrad FireStar  Срок службы излучателя 40 000 часов  Возможность перезаправки Есть  Класс безопасности Class I Laser Product  Compliant with EN60825  Class II Laser Product Compliant with CDRH  Рабочая область 458 x 305мм </p>	шт.	1

		<p>Максимальный размер загружаемого материала 503 x 310 x 155мм</p> <p>Габариты станка (без упаковки) 740 x 780 x 410мм</p> <p>Вес станка (без упаковки) 75кг</p> <p>Макс. скорость двигателей 1м/с</p> <p>Производительность 1137 см2/ч</p> <p>Тип привода Серводвигатель (Hansen, США)</p> <p>Перемещение по оси Z Автоматическое</p> <p>Система фокусировки</p> <p>Автоматическая/дополнительно ручной щуп в комплекте</p> <p>Аварийное выключение Есть</p> <p>Разрешение 125, 250, 300, 380, 500, 600, 750, 1000 DPI</p> <p>Освещение рабочего поля Smart light</p> <p>Интерфейс LPT, USB</p> <p>Объем буфера памяти 32 МБ (расширяемый до 64МБ модулями SIMM)</p> <p>Дисплей 4-х строчный графический дисплей отображает имя текущего файла, время выполнения, мощность, скорость, файлы, загруженные в буфер памяти, меню настройки и диагностики.</p> <p>Электропитание 220V / 0,75-3 kW / 10-15A / 50Hz, заземление обязательно</p>		
1.5	Сотовый стол для лазерного гравера	Совместимость с позицией 1.7.3	шт.	1
1.6	Специализированный ПК для станка с манипулятором типа мышь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Процессор: не менее 4 ядер,</li> <li>- производительность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark <a href="http://www.cpubenchmark.net/">http://www.cpubenchmark.net/</a>): не менее 5000 единиц,</li> <li>- тактовая частота: не ниже 1,6 ГГц,</li> <li>- объем оперативной памяти: не менее 4 Гб,</li> <li>- объем жесткого диска: не менее 500 Гб (или твердотельного накопителя: не менее 128 Гб)</li> </ul>	шт.	3
2	<b>Дополнительное оборудование</b>			
2.1	Паяльная станция	Дополнительное оборудование L40	шт.	3
2.2	Оловоотсос или оплетка	Назначение инструмента: удаление остатков припоя	шт.	3
2.3	Третья рука	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Наличие зажимов: не менее 2 штук,</li> <li>- лупа: наличие</li> </ul>	шт.	4
2.4	Набор инструмента		шт.	1
2.5	Клеевой пистолет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Диаметр клеевого стержня: не менее 11 мм,</li> <li>- питание от электросети 220 В: наличие,</li> <li>- ножка-подставка: наличие,</li> <li>- функция регулировки температуры: рекомендуется</li> </ul>	шт.	5
2.6	Плоскогубцы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ручной многофункциональный инструмент для зажима и захвата деталей разной формы,</li> <li>- режущая кромка для перерезания материала: наличие</li> </ul>	шт.	5
2.7	Бокорезы	Ручной режущий инструмент для перерезания материала, -материал-металл, -материал ручек-резина/пластик/комбинированные	шт.	4

2.8	Набор пинцетов	Обеспечение захвата и удержания мелких предметов: материал: металл; количество: не менее 4 штук	шт.	1
2.9	Коврик для пайки	Термостойкий коврик для пайки и защиты стола от высокой температуры паяльника, припоя, флюса	шт.	4
2.10	Шуруповерт	- Число аккумуляторов в комплекте: не менее 2, - реверс: наличие, - наличие двух скоростей Кейс/чемодан: в наличии	шт.	1
2.11	Универсальный набор отверток	- Для монтажа и демонтажа крепежных соединений, - отвертки шлицевые и крестовые: наличие, - держатель для бит: наличие, - количество — не менее 40 шт. - набор бит: наличие	шт.	1
3	<b>Расходные материалы</b>			
3.1	Пластик для 3Д-принтера	Толщина пластиковой нити: соответствие 3д-принтеру (пп.7.1-7.2) Материал: PLA Вес катушки: не менее 750 гр. Черный: не менее 10 шт; красный: не менее 10 шт; белый: не менее 10 шт; оранжевый: не менее 10 шт; бирюзовый: не менее 10 шт.	комплект	1
3.2	Абразивная губка	Назначение: для зачистки поверхностей и/или их шлифования; Зернистость: P180; Размер, мм: не менее 100x68.5x27	шт.	10
3.3	Алюминиевый уголок	Тип: Г-образный алюминиевый профиль; Размер: 10x10 мм; Толщина: не более 2 мм	м	10
3.30	Изолента	Назначение: клейкая лента для электромонтажных и ремонтных работ; Длина: не менее 20 м; Синяя: не менее 10 шт, желто-зеленая: не менее 10 шт, белая: не менее 10 шт, красная: не менее 10 шт.	комплект	1
3.31	Супер-клей	Для соединения (склеивания) различных материалов. Вес: не менее 5 гр.	шт.	50
3.32	Клей универсальный типа Момент	Для соединения (склеивания) различных материалов	шт.	15
3.33	Коврик универсальный в рулоне 50*150см	Для защиты поверхностей от повреждений	шт.	5
3.34	Мини-кусачки	Режущий инструмент для перерезания материала; Материал: металл; диагональ: 130 мм; Материал ручек: пластик/резина/комбинированные	шт.	10
3.35	Монтажный провод	Набор проводов для электрики, электроники, приборов и т.д. Изоляция из ПВХ: наличие; Жила многопроволочная медная: наличие; Длина: 30 м	шт.	5
3.36	Набор карандашей плотника	Деревянные карандаши. Количество: не менее 10 штук	набор	5
3.37	Набор кистей для водных красок	Количество кистей в наборе: не менее 3 штук	набор	10
6	<b>Презентационное оборудование</b>			

6.1	Проектор портативный	Тип: портативный широкоформатный, Разрешение: не менее 1920x1080 (Full HD)	шт.	1
6.2	Экран	- Тип экрана: стационарный	шт.	1

### 2.3. Формы аттестации/контроля

**Входной контроль.** Имеет диагностические задачи и осуществляется в начале обучения с целью определения начального уровня подготовки обучающихся, имеющихся знаний, умений и навыков, связанных с предстоящей деятельностью. Исходя из анализа результатов диагностики, осуществляется дифференцированный подход к обучающимся.

**Промежуточный контроль** направлен на определение уровня освоения содержания разделов данной программы и проводится в форме защиты обучающимися учебно-инженерного проекта.

**Итоговый контроль/аттестация** состоит в проведении контрольных показательных испытаний и в публичной демонстрации результатов проектной деятельности перед экспертной комиссией с ответами на вопросы по содержанию проекта, методам решения и полученным инженерно-техническим и изобретательским результатам.

Итоги освоения дополнительной общеразвивающей программы подводятся путем анализа результатов промежуточного, итогового контроля, данных мониторинга о посещаемости занятий, активности участия в конкурсных мероприятиях и других мероприятиях, направленных на развитие общекультурных компетенций, дисциплинированности (соблюдение техники безопасности). При подведении итогов ставится цель выявить уровень усвоения обучающимися программного материала, соответствие прогнозируемым результатам дополнительной общеразвивающей программы, определить обучающихся, которым может быть рекомендовано освоение углубленного модуля программы.

### 2.4. Методические материалы

Освоение содержания каждого раздела программы обучающимися осуществляется в ходе решения кейсов.

В первом разделе «Основы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Основы 2D-моделирования, векторной графики и лазерной резки» обучающиеся знакомятся с основами инженерии, теории решения изобретательских задач, получают знания о лазерных технологиях и решают проектную задачу — изготовление в условиях ограниченных ресурсов (материалов, времени и используемых технологий) капсулы безопасности, способной выполнять ряд тестовых заданий.

Задачей второго раздела «Основы 3D - моделирования и 3D - печати» является разработка и изготовление 3D-модели одного из изделий: шина для колеса, мост, планер, фигуры для настольной игры, и др.

Изготовление проволоочной головоломки или конструкции «робот из радиокомпонентов» осуществляется в четвертом разделе, посвященном технологиям пайки.

Кейс представляет собой инженерную разработку устройства для решения практико-ориентированной задачи (актуальной проблемной ситуации). В связи с этим сценарий кейса включает в себя:

- Введение в проблему:

Знакомство с проблемой происходит посредством проведения беседы с группой обучающихся: приведение конкретных жизненных примеров, в которых проблемная ситуация раскрывается; приведение неоспоримых фактов того, что решение проблемной ситуации не может быть отложено на неопределённый срок.

- Погружение в проблему:

Погружение в проблему происходит через групповое обсуждение; анализ материалов, выявление существующих готовых технических решений для данной или похожих проблемных ситуаций; выявление достоинств и недостатков найденных решений.

- Поиск технического решения:

В зависимости от возрастного состава участников группы и уровня их подготовки рекомендуется использовать: мозговой штурм; методы теории решения изобретательских задач и методы поиска технических решений; метод изобретательской разминки, понятие продуктивного мышления; метод инженерных ограничений.

- Техническое задание:

Составление минимального технического задания на разработку технического решения с указанием продолжительности выполнения каждого этапа технического задания.

- Создание изделия:

Непосредственно выполнение этапов технического задания и создание изделия.

- Тестовые испытания:

Проведение тестовых испытаний для подтверждения решений, поиск и устранение недочетов в работе.

- Доработка изделия:

Итоговая доработка изделия, завершение разработки прототипа.

- Презентация:

Подготовка выступления и представление итогов работы над кейсом в виде презентации с демонстрацией работы прототипа.

- Рефлексия:

В завершение проводится подведение итогов и групповая рефлексия. Вопросы рефлексии должны быть направлены на понимание, как был достигнут результат, что не получилось, что можно улучшить, насколько эффективно работала команда.

## 2.5. Список литературы

1. Тимирбаев Денис Фаридович. «Хайтек-туллит» - М.: Фонд новых форм развития образования, 2017-128 с.

2. Базовая серия «Методический инструментальный тьютора».

### **Изобретательство и инженерия**

3. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 2021.

4. Иванов Г. И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать: Кн. Для учащихся ст. Классов. — М.: Просвещение, 2020.

5. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений: Пер. с англ.- М.: Мир, 2019. John R.

6. Dixon. Design Engineering: Inventiveness, Analysis and Decision Making. McGraw-Hill Book Company. New York. St. Louis. San Francisco. Toronto. London. Sydney. 1966.

7. Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизн. стратегия творч. личности. — Мн: Белорусь, 2017.

8. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 2020.

9. Негодаев И. А. Философия техники: учебн. пособие. — Ростов-на-Дону: Центр ДГТУ, 2019.

### **3D моделирование и САПР.**

10. В.Н. Виноградов, А.Д. Ботвинников, И.С. Вишнепольский — «Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений», г. Москва, «Астрель», 2009.

И.А. Ройтман, Я.В. Владимиров — «Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений», г. Смоленск, 2000.

11. Герасимов А. А. Самоучитель КОМПАС-3D V9. Трехмерное проектирование — Страниц: 400;

Прахов А.А. Самоучитель Blender 2.7.- СПб.: БХВ-Петербург, 2016.- 400 с.

12. Компьютерный инжиниринг : учеб, пособие / А. И. Боровков [и др.]. — СПб. : Изд-во Политехи, ун-та, 2012. — 93 с.

13. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 192 с.

### **Аддитивные технологии**

14. Уик, Ч. Обработка металлов без снятия стружки /Ч.Уик.-М.: Изд-во «Мир», 1965.-549 с

15. WohlersT., Wohlers report 2014: Additivemanufacturingand 3D-printingstateoftheindustry: Annualworldwideprogressreport, Wohlers Associates, 2014

16. Printing for Science, Education and Sustainable Development Э. Кэнесс, К. Фонда, М. Дзеннаро, CC Attribution-NonCommercial-ShareAlike, 2013.

### **Лазерные технологии**

17. С. А. Астапчик, В. С. Голубев, А. Г. Маклаков. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке. — Белорусская наука.



18. Colin E. Webb, Julian D.C. Jones. Handbook Of Laser Technology And Applications (Справочник по лазерным технологиям и их применению) book 1 .-2 — IOP.

19. Steen Wiliam M. Laser Material Processing. — 2nd edition. — Great Britain: Springer-Verlag.

20. Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии - СПб: СПбГУ ИТМО, 2009- 143 с

21. Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. - М.: Физматлит, 2008.

#### **Пайка и работа с электронными компонентами**

22. Максимихин М. А. Пайка металлов в приборостроении. Л.: Центральное бюро технической информации, 2021

23. Петрунин И. Е. Физико-химические процессы при пайке. М., «Высшая школа», 1972;

**Дистанционные и очные курсы, МООС, видеоуроки-уроки, вебинары, онлайн-мастерские, онлайн-квесты и т.д.**

#### **Моделирование**

24. <https://youtu.be/dkwNj8Wa3YU> - Три основных урока по Компасу

25. <https://youtu.be/KbSuLrbEsI> - VR rendering with Blender

26. <https://youtu.be/241IDY5p3W> - VR viewing with VRAIS.

27. <https://www.youtube.com/watch?v=SMhGEu9LmYw> - Одно из многочисленных видео по бесплатному ПО Blender

#### **Лазерные технологии**

28. <https://ru.coursera.org/learn/vvedenie-v-lasernie-tehnologii/lecture/CD08P/vviedeniie-v-laziemyie-tiekhnologhii> - Введение в лазерные технологии

29. <https://www.youtube.com/watch?v=ulKi'iq-Eds8> - Лазерные технологии в промышленности

#### **Аддитивные технологии**

30. <https://habrahabr.ru/post/196182/> - Короткая и занимательная статья с хабрахабр о том, как нужно подготавливать модель.

31. <https://solidoodletips.wordpress.com/2012/12/07/slicershootout-pt-4/> - Здесь можно посмотреть сравнение работы разных слайсеров.

32. <https://www.youtube.com/watch?v=jTd3JGenCco> — Аддитивные технологии

33. <https://www.youtube.com/watch?v=vAHJDhv3170> - Промышленные 3D принтеры. Лазеры в аддитивных технологиях.

34. <https://www.youtube.com/watch?v=zB202Z0afZA-> Печать ФДМ принтера

35. <https://www.youtube.com/watch?v=7vHi21m6FuaAWI> - Как создать эффект лакированной поверхности

36. <https://www.youtube.com/watch?v=gOTGL6Cb2KY> - Как сделать поверхность привлекательной

<https://www.youtube.com/watch?v=yAENmlubXqA> - Работа с 3D ручкой

#### **Станки с ЧПУ**

37. <https://www.youtube.com/watch?v=B8a9N2Vjv4I> - Как делают пресс формы .

- 38. <https://www.youtube.com/watch?v=paaQKRuNplA> — Кошмары ЧПУ
- 39. <https://www.youtube.com/watch?v=PSelbZuGEok> - Работа современного станка с ЧПУ

#### **Пайка**

- 40. <http://elektrik.Mo/main/master/90-pajka-prostye-sovety.html> - Пайка: очень простые советы. Пайка, флюсы, припой и о том, как работать паяльником? Какой паяльник использовать, какие бывают флюсы и припой? И, немного о том, что такое паяльная станция...

#### **Web-ресурсы: тематические сайты репозиторий 3D моделей**

- 41. <https://3ddd.ru> - Репозиторий 3D моделей
- 42. <https://www.turbosquid.com> - Репозиторий 3D моделей
- 43. <https://free3d.com> - Репозиторий 3D моделей
- 44. <http://www.3dmodels.ru> - Репозиторий 3D моделей
- <https://www.archive3d.net> - Репозиторий 3D моделей

### Варианты кейсов, разработанных для освоения программы

#### Раздел 1. «Основы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Основы 2D-моделирования, векторной графики и лазерной резки».

##### Кейс 1 «Капсула жизни»

###### Описание проблемной ситуации

Система десантирования экипажа внутри боевой машины десанта на реактивно-парашютной тяге «Реактавр» получила свое название от слов «реактивный Кентавр». «Кентавром» именовалась система снижения посредством парашютно-десантной платформы. Экипаж внутри боевой машины во время десантирования находился в специальных космических креслах. Эксперимент проводили на парашютодроме Тульского учебного центра 106-й гвардейской воздушно-десантной дивизии.

Никто и никогда прежде не выбрасывал с самолета боевую технику вместе с личным составом внутри. На тот момент техника ВДВ доставлялась на землю двумя способами: посредством парашютно-десантных платформ и парашютно-реактивных систем. Последние при приземлении за доли секунды гасили скорость снижения тяжелых грузов и автоматически освобождали их от подвесных строп. Личный состав же опускался на парашютах отдельно.

Но для того, чтобы занять свои места в боевых машинах, в реальном бою экипажам иногда требуются минуты, которых враг может и не предоставить. Как выиграть время? Вывод прост: личный состав надо десантировать в самой технике!

Началась разработка парашютно-реактивной системы. Работа, продолжавшаяся не один год, увенчалась успехом - такая система была создана!

Так техника, в которой, при десантировании, было запрещено находиться из-за огромных перегрузок, несовместимых с жизнью, превратилась в «капсулы жизни» сохраняющие наших гвардейцев-десантников.

###### Задача

Предлагается самостоятельно спроектировать прототип исследовательского модуля для выполнения разведывательных задач на неизведанных территориях, который содержит «капсулу жизни». В качестве входных данных для проектирования предлагаются:

- максимально возможная сохранность «капсулы жизни» при выполнении всех тестовых заданий;
- геометрические размеры (длина-ширина-высота) объекта «капсула жизни» не более 55-55-60 мм;
- использование не более 4 листов (600-300мм) фанеры 4мм;
- способность проектируемого модуля выдерживать падение на твердую поверхность с высоты не менее 0,5 м;
- спуск по наклонной поверхности трамплинного блока;
- механическое воздействие не менее 10 кг.

По завершении проектирования обучающимся необходимо изготовить прототип изделия, используя лазерный гравер для изготовления всех элементов и деталей разработанного модуля. Сборка разработанного изделия осуществляется на

рабочем столе. Пазы в элементах изделия должны быть выполнены с помощью лазерной резки, обработка (изготовление) пазов другими способами (лобзик, напильник и т.п.) не допускается. Не допускается использование для соединения элементов изделия клея.

**Категория кейса:** вводный.

**Место кейса в структуре модуля:** базовый, мотивационный кейс.

### Перечень и содержание занятий:

Занятие 1		Занятие 2, Занятие 3		Занятие 4	
<b>Цель:</b> произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения		<b>Цель:</b> проектирование модели изделия и изготовление изделия на лазерном станке		<b>Цель:</b> сборка конструкции	
<b>Что делаем:</b> Представление проблемной ситуации в виде физико-инженерного ограничения. Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата.	<b>Компетенции:</b> Умение генерировать идеи указанными методами, слушать и слышать собеседника, аргументированно отстаивать свою точку зрения, искать информацию в свободных источниках и структурировать ее. Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.	<b>Что делаем:</b> Разработка и создание 2D-модели изделия, выявление технологических ограничений для получения более результативного итога. Подготовка заготовки, резка заготовки лазером.	<b>Компетенции:</b> 2D-моделирование лазерных технологий	<b>Что делаем:</b> осуществляем сборку разработанного изделия из изготовленных элементов	<b>Компетенции:</b> ручная сборка изделий
Занятие 5		Занятие 6			
<b>Цель:</b> Тестовые испытания и модификация разработки		<b>Цель:</b> подготовка к публичной демонстрации и защите результатов кейса, проведение показательных контрольных испытаний			
<b>Что делаем:</b> Проводим подготовку и осуществление испытаний, по итогам испытаний проводим доработку модели	<b>Компетенции:</b> Проведение тестовых испытаний, лазерные технологии, 2D-моделирование	<b>Что делаем:</b> Проведение контрольных показательных испытаний Подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Создание презентации. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.	<b>Компетенции:</b> Проведение тестовых испытаний. Основы ораторского искусства. Опыт публичных выступлений. Основы работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций.		

### **Метод работы с кейсом: конструирование, метод проектов, элементы ТРИЗ. Минимально необходимый уровень входных компетенций.**

Требования к минимальному уровню входных компетенций отсутствуют, за исключением знания персонального компьютера на уровне пользователя, основных физических понятий материального мира. Предполагаемые образовательные результаты обучающихся (артефакты, решения), формируемые навыки (Soft и Hard Skills).

В результате прохождения данного образовательного модуля обучающийся должен знать следующие ключевые понятия: раскрой листового материала, листовой композитный материал, трение, упругость, давление, падение тела с наклонной поверхности, свободное падение, вращательное движение.

Прохождение данного образовательного модуля должно сформировать у обучающихся следующие компетенции:

- умение генерировать идеи указанными методами;
- умение слушать и слышать собеседника;
- умение аргументированно отстаивать свою точку зрения;
- умение искать информацию в свободных источниках и структурировать ее;
- умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи;
- навыки командной работы;
- критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы;
- основы ораторского искусства;
- проведение тестовых испытаний;
- основы работы в программах по 2D-моделированию;
- основы работы на лазерном оборудовании;
- основам создания инженерных систем с заданными свойствами;
- основам материаловедения.

### **Процедуры и формы выявления образовательного результата**

Промежуточный контроль результата проектной деятельности осуществляется по итогам выполнения групповых и индивидуальных заданий, а также по итогам самостоятельной работы обучающихся. Итоговый контроль состоит в проведении контрольных показательных испытаний и в публичной демонстрации результатов проектной деятельности перед экспертной комиссией с ответами на вопросы по содержанию проекта, методам решения и полученным инженерно-техническим и изобретательским результатам.

### **Необходимые расходные материалы и оборудование**

Для успешного выполнения кейса потребуется следующее оборудование, материалы, программное обеспечение и условия (количество единиц оборудования и материалов приведен из расчета количественного состава группы обучающихся (15 человек):

- работа над кейсом должна производиться в хорошо освещенном, просторном, проветриваемом помещении, установка лазерной резки оборудована обязательным вытяжным оборудованием;
- компьютер с монитором, клавиатурой и мышкой, на который установлено следующее программное обеспечение: программа для 2D-

моделирования и специализируемая программа для работы с лазерным оборудованием - 15 шт.;

- лазерный станок с принадлежностями -1 шт;
- минимальный ручной инструмент постобработки -5 ком.
- комплект расходных материалов для лазерных работ -5 компл.
- компьютеры должны быть с доступом в Интернет;
- презентационное оборудование (проектор с экраном/телевизор с большим экраном) с возможностью подключения к компьютеру (ноутбуку) - 1 комплект;

- флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей - 1 шт.;

- каждый стол для работы над кейсом должен позволять разместить за одним компьютером одного обучающегося и предоставлять достаточно места для работы с компонентами создаваемого устройства;

- оборудованная площадка для тестовых испытаний, согласно заданиям;

В ходе работы предлагается следующее распределение обучающихся в группе:

- обучающиеся работают все вместе в ходе обсуждения проблемной ситуации, рефлексии и подготовки к защите проекта;

- обучающиеся работают в командах (2-3 человека) в ходе проектирования, разработки и резки элементов изделия. Каждый обучающийся выбирает одну или несколько ролей в команде: лидер, проектировщик, разработчик презентации, тестировщик и т.д.

### **Педагогический сценарий (руководство для педагога)**

Кейс представляет собой инженерную разработку устройства для решения практико-ориентированной задачи (актуальной проблемной ситуации). В связи с этим сценарий кейса включает в себя:

#### **Введение в проблему**

Происходит посредством беседы с группой обучающихся (приведение конкретных жизненных примеров, в которых проблемная ситуация раскрывается; приведение неоспоримых фактов того, что решение проблемной ситуации не может быть отложено на неопределенный срок).

#### **Дата скаутинг**

Групповое обсуждение; анализ материалов в свободном доступе, выявление существующих готовых технических решений для данной или похожих проблемных ситуаций; выявление достоинств и недостатков найденных решений.

#### **Техническое решение**

Для поиска технического решения проблемной ситуации рекомендуется использовать: мозговой штурм; метод фокальных объектов; методы теории решения изобретательских задач и методы поиска технических решений; метод изобретательской разминки, понятие продуктивного мышления; метод инженерных ограничений.

#### **Техническое задание**

Составление минимального технического задания на разработку технического решения с указанием продолжительности выполнения каждого этапа технического задания.

### **Создание конструкции**

Непосредственно выполнение этапов технического задания и создание изделия.

### **Тестирование**

Проведение тестовых испытаний для подтверждения решений, поиск и устранение недочетов в работе.

### **Доработка**

Итоговая доработка изделия, завершение разработки прототипа.

### **Презентация**

Подготовка выступления и представление итогов работы над кейсом в виде презентации с демонстрацией работы прототипа.

### **Подведение итогов, групповая рефлексия.**

## **Раздел 2. «Основы 3D - моделирования и 3D - печати».**

### **Кейс 2 «Колесо - изготовление шины»**

#### **Описание проблемной ситуации**

Колесо - самое простое из инженерных решений человечества. Сцепление с землёй происходит только по подошве колёс, они выполняют роль поддерживающей системы для транспортного средства. При использовании колёс для различных транспортных средств необходимо обеспечивать необходимое сцепление их с землёй, что может быть достигнуто применением специализированного покрытия колёс. Как бы вы решили эту проблему? Возможно ли разработать улучшенные параметры для каждого типа поверхности?

**Категория кейса:** вводный

**Место кейса в структуре модуля:** базовый, мотивационный кейс

#### **Перечень и содержание занятий:**

<b>Занятие 1</b>		<b>Занятие 2, занятие 3</b>		<b>Занятие 4</b>	
<b>Цель:</b> произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения		<b>Цель:</b> проектирование модели изделия		<b>Цель:</b> технологическая подготовка модели	
<b>Что делаем:</b> Представление проблемной ситуации в виде физико-инженерного ограничения. Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального	<b>Компетенции:</b> Умение генерировать идеи указанными методами, слушать и слышать собеседника, аргументированно отстаивать свою точку зрения, искать информацию в свободных источниках и структурировать ее. Умение	<b>Что делаем:</b> Разработка и создание 3D-модели поверхности колеса для более улучшенного сцепления с поверхностью	<b>Компетенции:</b> Умение создавать 3D-модели	<b>Что делаем:</b> Выявление технологических ограничений оборудования, для получения более результативного итога	<b>Компетенции:</b> Знание основ материаловедения, аддитивных технологий

конечного результата.	комбинировать, видоизменять и улучшать идеи				
<b>Занятие 5</b>		<b>Занятие 6</b>		<b>Занятие 7</b>	
<b>Цель:</b> подготовить задание для печати		<b>Цель:</b> печать изделия		<b>Цель:</b> выполнить подготовку к публичной демонстрации и защите результатов кейса	
<b>Что делаем:</b> импорт 3D-модели и выбор материала. Расположение 3D-модели на рабочем столе принтера, создание и модификация поддержек, запуск 3D-принтера	<b>Компетенции:</b> Знание основ материаловедения, аддитивных технологий	<b>Что делаем:</b> Печать изделия. Контроль полученного результата. Постобработка изделия.	<b>Компетенции:</b> владение аддитивными технологиями	<b>Что делаем:</b> подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Создание презентации. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса	<b>Компетенции:</b> владение навыками выступления. Навыки работы в текстовом редакторе и программе для создания презентации.

### **Метод работы с кейсом: метод проектов, работа в подгруппах**

#### **Минимально необходимый уровень входных компетенций**

Требования к минимальному уровню входных компетенций отсутствуют, за исключением знания персонального компьютера на уровне пользователя, основных физических понятий материального мира.

#### **Предполагаемые образовательные результаты обучающихся (артефакты, решения), формируемые навыки (Soft и Hard Skills)**

В результате прохождения данного образовательного модуля обучающийся должен знать следующие ключевые понятия: колесо, ось, тело вращения, поверхность сопряжения двух тел, площадь поверхности, шероховатость, упругость, объем геометрической фигуры, давление.

Прохождение данного образовательного модуля должно сформировать у обучающихся следующие компетенции, которые могут быть применены в ходе реализации последующих образовательных модулей:

- умение генерировать идеи;
- умение слушать и слышать собеседника;
- умение аргументированно отстаивать свою точку зрения;
- умение искать информацию в свободных источниках и структурировать ее;
- умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи;
- навыки командной работы;
- умение грамотно письменно формулировать свои мысли;
- критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы;



- навыки публичных выступлений;
- основы работы в программах по 3D-моделированию;
- основы работы на оборудовании аддитивных технологий;
- основам слайсинга для создания поддержек и оптимизации размещения моделей на рабочих поверхностях устройств;
- основам материаловедения и особенностей различных поверхностей.

### **Процедуры и формы выявления образовательного результата**

Промежуточный контроль результата проектной деятельности осуществляется по итогам выполнения групповых и индивидуальных заданий, а также по итогам самостоятельной работы обучающихся.

Итоговый контроль состоит в публичной демонстрации результатов проектной деятельности перед экспертной комиссией с ответами на вопросы по содержанию проекта, методам решения и полученным инженерно-техническим и изобретательским результатам. Для оценивания продукта проектной деятельности необходимо разработать критерии оценивания.

### **Необходимые расходные материалы и оборудование**

Для успешного выполнения кейса потребуется оборудование, материалы, программное обеспечение и условия. Количество единиц оборудования и материалов приведено из расчета количественного состава группы обучающихся (15 человек):

- работа над кейсом должна производиться в хорошо освещенном, просторном, проветриваемом помещении;
- компьютер с монитором, клавиатурой и мышкой, на который установлено следующее программное обеспечение: программа для 3D-моделирования и специализируемая программа для работы с 3D-принтером- 15 шт.;
- 3D-принтер учебный с принадлежностями -3 шт.;
- ручной инструмент постобработки -5 комплектов;
- комплект расходных материалов для 3D-принтера с изменяемой упругостью-6 комплектов;
- компьютеры должны быть с доступом в Интернет;
- презентационное оборудование (проектор с экраном/телевизор с большим экраном) с возможностью подключения к компьютеру (ноутбуку) - 1 комплект;
- флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей - 1 шт.;
- каждый стол для работы над кейсом должен позволять разместить за одним компьютером одного обучающегося и предоставлять достаточно места для работы с компонентами создаваемого устройства.

В ходе работы предлагается следующее распределение обучающихся в группе:

- обучающиеся работают все вместе в ходе обсуждения проблемной ситуации, рефлексии и подготовки к защите проекта;
- обучающиеся работают в командах (2-3 человека) в ходе проектирования, разработки и печати изделия. Каждый обучающийся выбирает

одну или несколько ролей в команде: лидер, проектировщик, разработчик презентации, тестировщик и т.д.

### **Педагогический сценарий (руководство для педагога)**

Кейс представляет собой инженерную разработку устройства для решения практико-ориентированной задачи (актуальной проблемной ситуации). В связи с этим сценарий кейса включает в себя:

#### **Введение в проблему**

Знакомство с проблемой происходит посредством проведения беседы с группой обучающихся: приведение конкретных жизненных примеров, в которых проблемная ситуация раскрывается; приведение неоспоримых фактов того, что решение проблемной ситуации не может быть отложено на неопределенный срок.

#### **Погружение в проблему**

Погружение в проблему происходит через групповое обсуждение; анализ материалов, выявление существующих готовых технических решений для данной или похожих проблемных ситуаций; выявление достоинств и недостатков найденных решений.

#### **Поиск технического решения**

Рекомендуется использовать: мозговой штурм; метод фокальных объектов; методы теории решения изобретательских задач и методы поиска технических решений; метод изобретательской разминки, понятие продуктивного мышления; метод инженерных ограничений.

#### **Техническое задание**

Составление минимального технического задания на разработку технического решения с указанием продолжительности выполнения каждого этапа технического задания.

#### **Создание изделия**

Непосредственно выполнение этапов технического задания и создание изделия.

#### **Тестовые испытания**

Проведение тестовых испытаний для подтверждения решений, поиск и устранение недочетов в работе.

#### **Доработка изделия**

Итоговая доработка изделия, завершение разработки прототипа.

#### **Презентация**

Подготовка выступления и представление итогов работы над кейсом в виде презентации с демонстрацией работы прототипа.

#### **Рефлексия**

В завершение проводится подведение итогов и групповая рефлексия. Вопросы рефлексии должны быть направлены на понимание, как был достигнут результат, что не получилось, что можно улучшить, насколько эффективно работала команда.

#### **Итоговая аттестация.**

Защита учебно-инженерного проекта.