

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ БЮДЖЕТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ»

РЕКОМЕНДОВАНО
Педагогическим советом
«РЦДОД»
Протокол № 1
от «29» августа 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГБОДОРМ «РЦДОД» ГБОДОРМ
_____ Уткина О.А.

ГБОУ ДОРМ "РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ", Врио
директора Ашаева Ольга Валерьевна
29.08.2025 15:11 (MSK), Простая подпись

Дополнительная общеобразовательная
(общеразвивающая) программа
«ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ХАЙТЕК»

Направленность: техническая
Уровень программы: базовый
Возраст обучающихся: 12-18 лет
Срок реализации программы: 2 года (288 часов)
Форма обучения: очная
Язык обучения: русский

Автор-составитель:
Цыганков Олег Викторович,
педагог дополнительного образования

Саранск, 2025

Структура программы

1. Пояснительная записка программы	3
2. Цели и задачи программы	7
3. Учебный план программы	10
4. Содержание учебного плана программы	10
5. Календарный учебный график программы	31
6. Календарный план воспитательной работы	35
7. Планирование результата освоения образовательной программы	36
8. Оценочные материалы программы	42
9. Формы обучения, методы, приемы и педагогические технологии	43
10. Методическое обеспечение программы	48
11. Материально - техническое оснащение программы	49
12. Список используемой литературы	51
Приложение 1. Диагностический материал к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе	56

1. Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная программа **«Основы технологий Хайтек»** способствует приобщению учащихся к новейшим техническим, конструкторским достижениям, информационным технологиям, изобретательству и инженерно-техническому развитию обучающихся посредством творческой и проектной деятельности.

Программа ориентирована на развитие технических и творческих способностей, умений и мышления у обучающихся, организацию научно-исследовательской деятельности, профессионального самоопределения учащихся.

Нормативные основания для создания дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы:

- Федеральный закон «Об образовании Российской Федерации» от 29. 12. 2012 г. № 273-ФЗ (с изменениями и дополнениями);
- Концепция развития дополнительного образования, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 30 мая 2023 г. № 871 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (внесены изменения в Концепцию развития дополнительного образования);
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27. 07 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным образовательным программам»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03. 09 2019 г. № 467 «Об утверждении Целевой модели развития системы дополнительного образования детей»;
- Приказ Министерства образования республики Мордовия от 26. 06 2023 г. № 795-ОД «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования

дополнительного образования детей в республике Мордовия» (с изменениями от 27.07.2023 г.);

- СанПин 2.4.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

- Устав ГБОДОРМ «РЦДОД»;

- Локальный акт ГБОДОРМ «РЦДОД» «Положение о разработке, порядке утверждения, реализации и корректировки общеобразовательных программ».

Направленность программы – техническая.

Актуальность данной программы ориентирована на выполнение социального заказа общества к системе дополнительного образования детей, который определяется национальными целями и стратегическими задачами развития Российской Федерации, концепциями социально-экономического развития России и республики Мордовия, создания и функционирования детских технопарков. 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 их профессиональном самоопределении, формирования интереса к освоению современных технологий и достижений инженерии.

Особая роль в достижении этих целей отводится детским технопаркам «Кванториум». Включение в инфраструктуру этих технопарков высокотехнологичного хайтек-цеха оснащенного современным оборудованием от станков механо- и термообработки до специализированного программного обеспечения, позволяет создать уникальную среду для ускоренного технического развития детей, формирования изобретательского и рационализаторского мышления.

Новизна программы состоит в том, что она предоставляет возможность организовать образовательный процесс на основе установленных федеральным оператором требований, сохраняя основные подходы и технологии в организации образовательного процесса. В тоже время она позволяет самостоятельно наполнять программу содержанием в зависимости от имеющихся в регионе возможностей и тенденций его развития.

Педагогическая целесообразность программы. Данная программа является педагогически целесообразной в виду того, что систематизируются и значительно расширяются теоретические и практические знания по работе с высокотехнологичным оборудованием.

Отличительные особенности программы. Данная программа направлена на становление проектной деятельности учащихся в области современных инженерных технологий. В ходе практических занятий по программе дети получают навыки работы на высокотехнологичном оборудовании, познакомятся с основами теории решения изобретательских задач, инженерии, выполняют 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.

Процесс обучения и воспитания основывается на личностно-ориентированном принципе обучения детей с учетом их возрастных особенностей. Организация педагогического процесса предполагает создание для обучающихся такой среды, в которой они полнее раскрывают свои творческие способности и чувствуют себя комфортно и свободно. 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.

По итогам освоения дополнительной общеразвивающей программы должны сформироваться навыки для дальнейшей работы в Хайтек и других квантумах. Основы изобретательства и инженерии, с которыми познакомятся ученики в рамках программы, должны сформировать начальные знания и навыки для различных разработок и воплощения своих идей и проектов жизни 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.

Возраст детей, участников программы и их психологические особенности.

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «**Основы технологий Хайтек**» ориентирована на работу с обучающимися образовательных организаций г. Рузаевка республики Мордовия в возрасте 12 – 18 лет (6–11 классы). Программа предусматривает возможность обучения в одной группе детей разных возрастов с различным уровнем подготовленности к занятиям техническим творчеством.

Программа предполагает освоение видов деятельности в соответствии с психологическими особенностями возраста адресата программы.

Объём и сроки освоения программы.

Срок реализации программы – 2 года

Продолжительность реализации всей программы 288 часов.

Отдельных частей программы:

Модуль первого года обучения 144 часов в год;

Модуль второго года обучения 144 часов в год.

Формы и режим занятий

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 учащихся формируются навыки самостоятельного поиска и анализа информации, постановки, проведения, обработки и анализа результатов проекта. Учащиеся 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.

Занятия проводятся – 2 раза в неделю по 2 академических часа с десятиминутным перерывом, что определяется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.4.4.3648-20 (продолжительность учебного часа 45 минут).

В случае возникновения форс мажорных обстоятельств программа может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

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 проектах.

Модуль первого года обучения - формирование устойчивых знаний и практических навыков по работе с высокотехнологичным оборудованием Хайтек-квантума, компетенций изобретательства и инженерии, их применение в практических работах и в проектах

Модуль второго года обучения – развитие у обучающихся навыков практического решения актуальных инженерно-технических задач и работы с высокотехнологичным оборудованием и специализированным программным обеспечением через работу над реальными проектами.

Задачи программы:

Обучающие

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

Развивающие

- развивать навыки, необходимые для проектной деятельности;
- развивать разные типы мышления;
- формировать ключевые компетенции 21 века (4К): креативность, критическое мышление, коммуникация и кооперация.

Воспитательные:

- побуждать и стимулировать мотивацию обучающихся к трудовой деятельности за счет привлекательных и значимых для детей объектов труда – игрушек-сувениров, и других изготавливаемых изделий;
- воспитать осознанное отношение к результатам труда;
- формировать чувство прекрасного, толерантность, санитарно-гигиеническую культуру, правила безопасного труда;

Модуль первого года обучения

- познакомить с технологиями обработки различных материалов на лазерном, аддитивном оборудовании, станках с числовым программным управлением;
- познакомить с основами теории решения изобретательских задач и инженерии, их практическим применением в проектной деятельности;
- формировать навыки проектирования в САПР и создания 2D, 3D моделей;
- формировать навыки работы с электронными компонентами;
- развивать техническое мышление, конструкторские и технологические способности, soft-компетенции для проектной и командной работы;
- развивать умения визуального представления информации и собственных проектов;
- развивать умения планировать свои действия с учётом фактора времени, в обстановке с элементами конкуренции;
- развивать пространственное мышление, воображение;
- воспитывать инициативу и самостоятельность в достижении поставленной цели.

Модуль второго года обучения

- показать разнообразие современного оборудования Хайтек-квантума и возможности его практического применения при разработке и реализации проектов;
- формировать опыт работы с высокотехнологичным оборудованием, различными инструментами и материалами при выполнении практических работ, как
необходимого условия успешной социализации личности в современных социально-экономических условиях;
- научить подбирать оборудование и находить нужную информацию в различных информационных источниках при работе над кейсами и проектами;
- формировать систему специфических умений и навыков проектирования

(формулирование проблемы и постановка задач, целеполагание и планирование деятельности, подготовка и реализация проекта, самоанализ и рефлексия,

презентация в различных формах);

- стимулировать интерес школьников к инженерным и техническим специальностям, к сфере инноваций и высоких технологий;

- развивать способности к самостоятельной работе, проектной, изобретательской деятельности;

- воспитывать терпение, настойчивость, самостоятельность, уверенность в своих силах, уважение к труду и мастерству, стремление доводить начатое дело до конца;

- воспитывать навыки бережного и рационального использования высокотехнологичного оборудования и расходных материалов.

3. Учебный план

№ п/п	Название курса, модуля, раздела	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
1.	Модуль первого года обучения	38	106	144
2.	Модуль второго года обучения	21	123	144
ИТОГО		59	229	288

4. Содержание учебного плана программы

Модуль первого года обучения

Раздел 1. «Основы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Основы 2D-моделирования, векторной графики и лазерной резки» - 28 часов.

Тема 1.1. Вводное занятие. Демонстрация оборудования. Техника безопасности.» - 2 часа.

Цель. Ознакомление с технологическими возможностями квантума. Получение информации по технике безопасности и правилам поведения в помещении квантума.

Содержание занятий. Лекция о развитии изобретательства и инженерии. Знакомство с основами конструкций современного оборудования и станков. Краткое изложение учебного плана, основных целей и задач обучения в квантуме Хайтек. Ознакомительная экскурсия с представлением технологических возможностей квантума и тематической выставкой результатов работы. Инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в помещении квантума.

Подведение итогов. Дети должны зафиксировать и оформить методические материалы по основным правилам поведения, требованиям техники безопасности при обучении в квантуме Хайтек.

Тема 1.2. «Основы конструирования, принципы и методики конструирования.» - 2 часа.

Цель. Введение в основы конструирования, основные принципы и методики конструирования. Основные этапы и стадии проектирования и проектно-конструкторского процесса. Ознакомление с основными характеристиками конструкции.

Содержание занятий. Ознакомится с основами конструирования. Обзор основных принципов и методик конструирования. Этапы проектирования: выявление потребности, постановка задачи, инженерный анализ, принятие решения. Методы проектирования. Стадии проектно-конструкторского процесса: аван-проект, техническое задание, техническое предложение, эскизный проект; технический проект; рабочий проект. Основные характеристики конструкции (геометрические, прочностные). Конструирование узлов и деталей из различных материалов.

Подведение итогов. Дети должны получить знание содержания этапов проектирования. Умение проводить анализ технического задания. Рассматривать примеры выдачи технического задания на проектирование

машин, механизмов. Решать практические задачи по оценке трудоемкости проекта.

Тема 1.3. «ТРИЗ понятие и основы. Постановка проблемной ситуации. Решение изобретательских задач.» - 3 часа.

Цель. Введение в основные понятия «ТРИЗ». Постановка проблемной ситуации и решение изобретательских задач.

Содержание занятий. Лекция об основных понятиях проектных ограничений, основах ТРИЗ (мозговой штурм, метод фокальных объектов) и других методов теории решения изобретательских задач и поиска технических решений. Изобретательская разминка.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь анализировать проблемную ситуацию, представленную в виде физико-инженерного ограничения, Знать методы ее решения и возможности достижения идеального конечного результата.

Тема 1.4. «САПР. 2-х мерное черчение. Фрагмент.» - 2 часа

Цель. Научится уверенно выполнять построения двумерных объектов (фрагмент чертежа) с использованием основ интерфейса, инструментария и возможностей программы Компас 3D.

Содержание занятий. Изучение методики создания фрагмента чертежа на примере создания простого артефакта. Изучить основные понятия (плоскость построения, основные примитивы на плоскости и т.п.). Освоить основы интерфейса, инструментария и возможности программы Компас 3D. Изучить особенности подготовки чертежей к работе с лазерным станком.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь создавать 2-х мерные объекты в программе Компас 3D для создания фрагментов чертежа изделия.

Тема 1.5. «Лазер и риски его использования.» - 2 часа.

Цель. Ознакомится с основами лазерных технологий. Особенности и риски применения лазера. Техника безопасности и охраны труда при работе с лазерным станком. Определение технологических ограничений лазерных технологий.

Содержание занятий. Инженерно-изобретательская разминка. Знакомство с конструкцией лазерного станка. Разбор техники безопасности, рисков и методов их предотвращения. Выявления технологических ограничений лазерного станка.

Подведение итогов. Учащиеся должны знать основы лазерных технологий и технологических ограничений при их использовании, технику безопасности, риски и методов их предотвращения при применении лазерных станков.

Тема 1.6. «Проектирование, расчет и изготовление изделия с применением лазерного станка.» - 7 часов.

Цель. Ознакомится с методикой создания векторных чертежей сборных изделий в программе CorelDraw. Изучить интерфейс и основной инструментарий программы.

Содержание занятий. Создание векторного чертежа изделия в программе CorelDraw, а также с применением импорта чертежа из программы Компас 3D. Учет технологических и инженерных ограничений оборудования. Изготовление элементов изделия на лазерном станке.

Подведение итогов. Учащиеся должны уверенно применять программу CorelDraw для создания векторных чертежей сборных изделий.

Тема 1.7. «Лазер против материала.» - 2 часа.

Цель. Изучение основ материаловедения и способов воздействия лазерного излучения на различные материалы.

Содержание занятий. Проводим эксперимент по воздействию лазерного излучения на различный материал. Смотрим примеры работ. Выявляем отличия процесса гравировки от процесса резки. Обсуждаем, каковы настройки оборудования для данного конкретного материала.

Подведение итогов. Учащиеся должны узнать основы материаловедения и воздействия лазерного излучения на различные материалы и на основе проведенных экспериментов создать таблицы наилучших параметров настройки оборудования.

Тема 1.8. «Сборка конструкции изделия» - 3 часа.

Цель. Изучение особенности сборки элементов, вырезанных на лазерном станке.

Содержание занятий. Сборка разработанного изделия из изготовленных элементов.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь получать артефакты путем сборки из деталей,изготовленных с помощью лазерного станка.

Тема 1.9. «Тестовые испытания и модификация разработки» - 3 часа.

Цель. Научится готовить и проводить испытаний изделия на выполнение поставленных задач.

Содержание занятий. Подготовка и проведение испытаний изделия на выполнение поставленных задач. Выявление недостатков конструкции, внесение поправок, исправление и модернизация разработки.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь получать конечное изделия (артефакт) нужного качества в процессе исправление и модернизации.

Тема 1.10. «Основы проектного документирования. Подготовка презентации» - 4 часа.

Цель. Изучение основ методики организации и ведения проектной документации и презентация ее как форма представления информации о чем-либо.

Содержание занятий. Оформление документации к проекту, подготовка презентации к выполненному проекту. Использование технических средств в презентации. Виды презентаций. Цели проведения презентаций.

Подведение итогов. Представление презентации, защита проекта, рефлексия.

Раздел 2. «Основы 3D - моделирования и 3D - печати» - 27 часов.

Тема 2.1. «3D-модель, технологии 3D-печати.» - 2 часа.

Цель. Изучение технологии создания 3D объектов используя аддитивные технологии (3D-печать). Материалы, используемые при этом.

Содержание занятий. Изучаем каким образом создаются 3D объекты используя 3D-печать. Какие материалы необходимо использовать для печати и

обосновываем почему. Обсуждаем, каковы настройки оборудования и программ для каждого конкретного материала. Рассматриваем объекты созданные при помощи 3D-печати из разных материалов. Проводим эксперимент по созданию объектов с различной плотностью заполнения.

Подведение итогов. Учащиеся должны получить представление об аддитивных технологиях, основных настройках оборудования и материалах, используемых при 3D-печати. На основе проведенных экспериментов обобщить информацию в виде таблицы, с указанием наилучших параметров (настроек) для различных материалов при 3D-печати

Тема 2.2. «3D-принтер и риски его использования.» - 2 часа.

Цель. Определение рисков использования разных видов 3D-принтеров. , каких видов они бывают. Выявляем с помощью дата-скаутинга риски использования конкретной модели 3D-принтера.

Содержание занятий. Создание материала по рискам использования 3D-принтера. Совместная коллективная работа по обобщению информации и созданию собственной системы безопасного использования принтеров.

Подведение итогов. Учащиеся должны уверенно знать и применять знание техники безопасности, риски и методы их предотвращения при применении 3D-принтера.

Тема 2.3. «Твердотельное 3D моделирование в Компас 3D. Основные операции создания 3D моделей» - 2 часа.

Цель. Научится выполнять построения 3D объектов (деталей) с использованием программы Компас 3D.

Содержание занятий. Изучение трехмерное представление объектов. Система координат. Плоскость и прямая в пространстве. Интерфейс программы Компас 3D, основные приемы работы и особенности использования вспомогательной геометрии при выполнении 3D объектов. Основные операции построения твердого тела: «Выдавливание», «Вырезание» и «Вращение».

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь поэтапно создавать 3D модели от эскиза до конечного результата с использованием основных операций построения.

Тема 2.4. «Твердотельное 3D моделирование в Компас 3D. Фаски, скругления и ребра. Массивы.» - 2 часа.

Цель. Изучить расширенные инструменты построения 3D моделей в Компас 3D для построения и модификации 3D объектов.

Содержание занятий. Изучение более полного комплекса инструментов для построения и модификации 3D объектов — фаски, скругления и ребра. Применение операций преобразования 3D тел — булевы операции и массивы.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь создавать 3D моделей в Компас 3D с использованием расширенного использования инструментов для построения и модификации деталей.

Тема 2.5. «Твердотельное 3D моделирование в Компас 3D. Сборка. Создание компонента в контексте сборки.» - 3 часа.

Цель. Изучение методов и способов создания сборок в Компас 3D. Создание компонента в контексте сборки.

Содержание занятий. Создание объектов «Сборка» как сопряжение в пространстве 2-х и более деталей. Применение вариантов сопряжения 3D объектов в различных ситуациях. Опыт построения составных 3D объектов в методиках «Сверху вниз» и «Снизу вверх» и его применение. Приобретение навыков построения составных 3D объектов «Сверху вниз» и «Снизу вверх».

Подведение итогов. Учащиеся должны приобрести опыт создания составных объектов «Сборка». А также построения компонентов в методиках «Сверху вниз» и «Снизу вверх».

Тема 2.6. «Слайсинг» - 3 часов.

Цель. Изучение программного обеспечения (слайсеры) для создание управляющих программ для 3D печати. Настройки оборудования и программ.

Содержание занятий. Подготовка задания для печати: импорт 3D модели и выбор материала. Расположение 3D модели на рабочем столе принтера. Создание и модификация поддерживающих конструкций. Перенос программы управления на принтер..

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь уверенно применять программы слайсеры для создания 3D модели (артефакта) с использованием расширенных настроек.

Тема 2.7. «Корректировка модели для печати. Исправление сетки (STL) модели» - 2 часа.

Цель. Изучение вариантов представления 3D моделей в виде сеток (.STL). Их корректировка и исправление.

Содержание занятий. Получить представление о различных вариантах представления 3D моделей. Изучить основные параметры импорта из программ 3D моделирования в формат STL (полигональное представление 3D модели). Получить представление об основных ошибках STL моделей и вариантах их исправления. Изучить популярные программы просмотра и исправления STL моделей.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь импортировать STL модели из программ 3D моделирования с различными параметрами. Уверенно использовать программы для просмотра и исправления 3D моделей в STL формате.

Тема 2.8. «Простое поверхностное моделирование деталей в Компас 3D.» - 3 часа.

Цель. Изучение основ поверхностного моделирования в Компас 3D.

Содержание занятий. Введение в поверхностное моделирование. Основные типы поверхностей: линейчатая поверхность, поверхность по сети кривых. Основные операции с поверхностями (создание, продление, усечение и сшивка). Изучаем инструменты создания поверхностей (выдавливания, вращения, по траектории, по сечениям). Придание толщины поверхности.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь создавать простые линейчатые поверхности с использованием основных инструментов создания поверхностей (выдавливания, вращения, по траектории, по сечениям).

Тема 2.9. «Дефекты 3D печати. Настройки принтера и слайсера.» - 2 часа.

Цель. Изучение основных видов дефектов при 3D печати. Влияние настроек оборудования и программ (слайсеров) на проявление дефектов 3D печати.

Содержание занятий. Основные дефекты при 3D печати. Влияние настроек оборудования и программ (слайсеров) на проявление дефектов 3D печати (отслоение моделей, расслоение моделей, «Слоновья нога», смещение слоев, пропуск слоев, трещины и отверстия, волоски и паутина и т. п.).

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь определять и устранять причины возникновения основных дефектов при 3D печати.

Тема 2.10. «Изготовление изделия методом аддитивной технологии» - 4 часа.

Цель. Изготовление изделия методом аддитивной технологии.

Содержание занятий. Осмотр 3D принтера перед его включением. Техника безопасности при работе с 3D принтером. Контроль работы 3D принтера.. Печать изделия, контроль качества полученного изделия. Постобработка полученной модели.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь изготовить изделие методом аддитивной технологии с использованием современных 3D принтеров.

Тема 2.11. «Тестовые испытания и модификация разработки, подготовка презентации» - 2 часа.

Цель. Научится готовить и проводить испытаний изделия на выполнение поставленных задач.

Содержание занятий. Подготовка и проведение испытаний изделия на выполнение поставленных задач. Выявление недостатков конструкции,

внесение поправок, исправление и модернизация разработки. Оформление документации к проекту, подготовка презентации к выполненному проекту

Подведение итогов. Получение конечного изделия (артефакта) после исправление и модернизации. Представление презентации, защита проекта, рефлексия.

Раздел 3. «Основы технологии машиностроения. Столярные и слесарные технологии» - 22 часов.

Тема 3.1. «Введение в тематику столярных и слесарных технологий» - 6 часов.

Цель. Получить представление о современных технологиях использования столярного и слесарного инструмента и и особенностях и их применения.

Содержание занятий. Дата-скаутинг: поиск и систематизация информации о существующих технологиях использования столярного и слесарного инструмента.

Подведение итогов. Учащиеся должны знать и основы современных технологий использования столярного и слесарного инструмента.

Тема 3.2. «Изучение конструкции столярных и слесарных инструментов. Техника безопасности» - 6 часов.

Цель. Получение представления о современных столярных и слесарных инструментов. Техника безопасности при работе с механическим и электрическим обрабатывающим оборудованием с движущимися частями

Содержание занятий. Оценка рисков при работе с оборудованием. Дата-скаутинг: поиск и систематизация информации о конструкции существующих инструментов. Определение способов устойчивого удержания заготовки при обработке.

Подведение итогов. Учащиеся должны уверенно знать конструкции современных столярных и слесарных инструментов. Знать и применять правила техники безопасности. Иметь представление о рисках применения инструментов и методов их предотвращения при использовании инструментов.

Разработка перечня мероприятий по соблюдению техники безопасности при их применении.

Тема 3.3. «Выбор материала, Изготовление изделия» - 6 часов.

Цель. Получение основ материаловедения в машиностроении.

Содержание занятий. Изучение основ работы со столярно-слесарным инструментом: тисками, струбцинами, кондукторами, пилой. Способы разметки заготовки будущего изделия. Дата-скаутинг: поиск и систематизация информации о существующих материалах. Создание эскиза будущего изделия, выбор материала изготовления из предложенных.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь оценка риски при работе с оборудованием и предотвращать их возникновение. Должны уметь размечать заготовки и обрабатывать заготовки инструментом.

Тема 3.4. «Тестовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации» - 4 часа.

Цель. Научится готовить и проводить испытаний изделия на выполнение поставленных задач.

Содержание занятий. Подготовка и проведение испытаний изделия на выполнение поставленных задач. Выявление недостатков конструкции, внесение поправок, исправление и модернизация разработки. Оформление документации к проекту, подготовка презентации к выполненному проекту

Подведение итогов. Получение конечного изделия (артефакта) после исправления и модернизации. Представление презентации, защита проекта, рефлексия.

Раздел 4. «Основы работы на фрезерном станке с ЧПУ» - 27 часа.

Тема 4.1. «Основы фрезерной обработки изделий. Область применения фрезерных технологий.» - 2 часа.

Цель. Введение в фрезерные технологии. Технологических ограничения фрезерного оборудования.

Содержание занятий. Область применения фрезерных технологий. Конструкции фрезерных станков. Поиск и систематизация информации о

конструкции существующих фрезерных станков. Выявления технологических ограничений фрезерного станка.

Подведение итогов. Учащиеся должны знать основы фрезерной технологии, области ее применения и технологические ограничения.

Тема 4.2. «Проектирование модели изделия» - 6 часов.

Цель. Изучить особенности 3D-моделирования при работе с фрезерным станком с ЧПУ.

Содержание занятий. Генерация идеи изделия, разработка и создание 3D модели изделия. Изучение особенности 3D-моделирования при работе с фрезерным станком с ЧПУ.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь создавать 3D модели изделия с учетом особенности фрезерной обработки.

Тема 4.3. «Технологическая подготовка модели изделия» - 5 часов.

Цель. Изучить основы методики технологическая подготовка модели изделия для фрезерной обработки с учетом технологических ограничений.

Содержание занятий. Моделирование изготовления частей изделия методом фрезерной обработки. Использование технологической оснастки.

Подведение итогов. Учащиеся должны выполнить технологическая подготовка модели изделия для фрезерной обработки с использованием различной технологической оснастки.

Тема 4.4. «Подготовка программ для фрезерного станка с ЧПУ» - 5 часов.

Цель. Изучить программное обеспечение для работы на фрезерных станках с ЧПУ.

Содержание занятий. Особенности экспорта 3D-моделей, создание алгоритмов для работы с заготовкой. Подготовка программ для станка. Экспорт и расположение 3D-модели в заготовке. Создание управляющих программ (алгоритмов) и их сохранение.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь подготовить программу для фрезерного станка с ЧПУ.

Тема 4.5. «Изготовление изделия на фрезерном станке с ЧПУ» - 5 часов.

Цель. Изготовление деталей на фрезерном станке ЧПУ. Изучение техники безопасности и охраны труда при работе с фрезерным станком с ЧПУ

Содержание занятий. Изучение техника безопасности и охраны труда при работе с фрезерным станком с ЧПУ. Подготовка фрезерного станка с ЧПУ для изготовления изделия по имеющейся 3D-модели. Оценка рисков при работе с оборудованием. Изготовление изделия при помощи фрезерного станка с ЧПУ.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь изготовить детали на фрезерном станке ЧПУ. Уверенно знать технику безопасности, риски и методов их предотвращения при применении станков ЧПУ. Разработка перечня мероприятий по соблюдению техники безопасности при применении станков ЧПУ.

Тема 4.6. «Тестовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации» - 4 часа.

Цель. Научится готовить и проводить испытаний изделия на выполнение поставленных задач.

Содержание занятий. Подготовка и проведение испытаний изделия на выполнение поставленных задач. Выявление недостатков конструкции, внесение поправок, исправление и модернизация разработки. Оформление документации к проекту, подготовка презентации к выполненному проекту

Подведение итогов. Учащиеся должны иметь представление как получить конечное изделие (артефакт) после исправления и модернизации. Представление презентации, защита проекта, рефлексия.

Раздел 5. «Основы технологии пайки и работы с электронными компонентами» - 18 часов.

Тема 5.1. «Введение в тематику. Основы пайки. Риски работы при пайке простых объектов и электронных компонентов.» - 2 часа.

Цель. Введение в тематику. Основы выполнения работ при помощи пайки.

Содержание занятий. Пайка. Виды пайки. Оборудование, инструменты и приспособления. Техника безопасности при работе с паяльным оборудованием. Поиск и систематизация информации о способах и особенностях пайки разных материалов. Оценка рисков при работе с оборудованием. Технология пайки электронных компонентов. Изучение технологии изготовления изделий из проволоки с помощью паяльного оборудования различных по форме объектов (колечки, куб и т. д.).

Подведение итогов. Учащиеся должны знать основы выполнения работ при помощи пайки. технику безопасности, риски и методы их предотвращения при применении пайки. Разработка перечня мероприятий по соблюдению техники безопасности при пайке простых объектов и электронных компонентов.

Тема 5.2. «Освоение инструментария для пайки. Распайка и пайка электронной сборки» - 4 часа.

Цель. Освоение инструментария для пайки. Распайка и пайка электронной сборки.

Содержание занятий. Ознакомление с технологией пайки при работе с микросхемами, проводами и проволокой. Области применения технологии пайки.

Подведение итогов. Практикум по пайке микросхем, проводов и проволоки.

Тема 5.3. «Проектирование изделия с использованием метода пайки» - 4 часа.

Цель. Научится проектировать изделия с использованием метода пайки.

Содержание занятий. Знакомство с требованиями к изделию и заготовкам для производства изделий с применением пайки.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь разработать проект оригинального изделия, создать его эскиз, чертеж для его производства с применением пайки.

Тема 5.4. «Изготовление изделия методом пайки» - 5 часов.

Цель. Изготовление изделия методом пайки.

Содержание занятий. Практикум по изготовлению изделий с применением пайки.

Подведение итогов. Изготовление изделия методом пайки

Тема 5.5. «Тестовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации» - 3 часа.

Цель. Научится готовить и проводить испытаний изделия на выполнение поставленных задач.

Содержание занятий. Подготовка и проведение испытаний изделия на выполнение поставленных задач. Выявление недостатков конструкции, внесение поправок, исправление и модернизация разработки. Оформление документации к проекту, подготовка презентации к выполненному проекту

Подведение итогов. Получение конечного изделия (артефакта) после исправления и модернизации. Представление презентации, защита проекта, рефлексия.

Тема 6. «Инженерно-творческий кейс. Защита проекта его презентация» - 16 часов.

Цель. Научится выполнять полную работу над проектом оригинально изделия с публичным выступлением и защитой выполненного проекта.

Содержание занятий. Изучение основ ораторского искусства. Публичные выступления о выполненном проекте с использованием электронной презентации. Рефлексия.

Подведение итогов. Защита полученного результата

Модуль второго года обучения

Раздел 1. «Введение в проектную деятельность. Техника безопасности.» - 2 часа.

Тема 1.1. «Техника безопасности на занятиях. Введение в проектную деятельность. Основные этапы проектной деятельности» - 2 часа.

Цель. Получение информации по технике безопасности и правилам поведения в помещении квантума. Ознакомится с основами методики проектной деятельности. Изучить основные этапы проектной деятельности.

Содержание занятий. Лекция о логике организации, основных принципах, участниках и этапах выполнения проектной деятельности. Инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в помещении квантума.

Подведение итогов. Дети должны зафиксировать и оформить методические материалы по основным правилам поведения, требованиям техники безопасности при обучении в квантуме Хайтек. А также должны уверенно знать логику организации, основных принципах, участниках и этапах выполнения проектной деятельности.

Раздел 2. «Проблематизация» - 8 часов.

Тема 2.1. «Проблемная область. Субъект, целевая аудитория. Потенциальная сложность реализации проекта.» - 2 часа.

Цель. Получение представления о понятиях: проблемная область; субъект, целевая аудитория; актуальность и потенциальная сложность реализации проекта.

Содержание занятий. Получить представление о проблемных областях; субъектах и целевой аудитории при проведении проектных действий. Приобрести навыки по оценке актуальности и потенциальной сложности реализации проекта.

Подведение итогов. Учащиеся должны получить представление о проблемных областях; субъектах и целевой аудитории при проведении проектных действий, а также приобрести опыт по оценке актуальности и потенциальной сложности реализации проекта.

Тема 2.2. «Соответствие компетенциям разработчика. Ресурсозатратность. Интерес для разработки. Примеры применения.» - 2 часа.

Цель. Получение представления о понятиях: соответствие компетенциям разработчика; ресурсозатратность и важности интереса для разработки проекта.

Содержание занятий. Лекция об понятиях соответствия компетенциям разработчика; ресурсозатратность и важности интереса разработчика при работе над проектом.

Подведение итогов. Учащиеся должны получить представление о соответствии компетенциям разработчика; ресурсозатратность и важности интереса разработчика при работе над проектом.

Тема 2.3. «Ранжирование проблем и выбор наиболее приемлемой.» - 4 часа.

Цель. Ознакомится с основами методики ранжирование проблем и выбор наиболее приемлемой из них.

Содержание занятий. Изучение методик ранжирование проблем и выбор наиболее приемлемой из них.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь проводить ранжирование проблем методом интегрального показателя проблемных критериев.

Раздел 3. «Целеполагание» - 10 часов.

Тема 3.1. «Постановка цели. (разделение целей по объемам и срокам). Фиксация цели.» - 2 часа.

Цель. Научится уверенно выполнять постановки цели. Разделять цели по объемам и срокам.

Содержание занятий. Изучение методики постановки цели, разделению цели по объемам и срокам.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь правильно выполнять постановку цели и разделять цели по объемам и срокам.

Тема 3.2. «SMART в целеполагании.» - 4 часа.

Цель. Ознакомится с основами методики SMART (Конкретность (S), Измеримость (M), Критерии достижимости (A), Соответствие на данный момент времени (R), Время (T)).

Содержание занятий. Изучение методики SMART (Конкретность (S), Измеримость (M), Критерии достижимости (A), Соответствие на данный момент времени (R), Время (T)).

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь использовать методику SMART для определения целей и постановки задач в проектном управлении.

Тема 3.3. «OKR в целеполагании. и пр. методы целеполагания.» - 4 часа.

Цель. Ознакомится с основами методики OKR (метод целей и ключевых результатов).

Содержание занятий. Изучение методики OKR (метод целей и ключевых результатов).

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь использовать методику методики OKR для обеспечения эффективного контроля над реализацией поставленных задач при проектном управлении.

Раздел 4. «Поиск решения.» - 20 часов.

Тема 4.1. «Виды поиска. Информационный и эвристический.» - 2 часа.

Цель. Изучение технологии поиска вариантов и выбору проектных решений.

Содержание занятий. Изучение методов и видов поиска как важного направления проектной деятельности.

Подведение итогов. Учащиеся должны получить представление о технологии поиска вариантов и выбору проектных решений.

Тема 4.2. «Информационный поиск.» - 4 часа.

Цель. Изучить информационный поиск как один из видов поиска проектных решений.

Содержание занятий. Изучение информационного поиска как метод по изучению и анализу известных решений.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь проводить информационный поиск как один из видов поиска проектных решений.

Тема 4.3. «Эвристический поиск. Ненаправленный - мозговой штурм, аналогия, инверсия, синектика и др.» - 6 часа.

Цель. Изучение методов и способов ненаправленного эвристического поиска - мозговой штурм, аналогия, инверсия, синектика и др. как метода направленного на выработку не очевидных решений.

Содержание занятий. Получить представление о разных способах эвристического поиска - мозговой штурм, аналогия, инверсия, синектика и др.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь использовать разные способы ненаправленного эвристического поиска.

Тема 4.4. «Эвристический поиск. Направленный - ТРИЗ, Морфологический анализ, Матрица открытий и др.» - 8 часа.

Цель. Изучение методов и способов направленного эвристического поиска с использованием методик ТРИЗ, морфологического анализа, матрица открытий и др.

Содержание занятий. Получить представление о разных способах направленного эвристического поиска: ТРИЗ, морфологического анализа, матрица открытий и др.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь использовать разные способы направленного эвристического поиска.

Тема 5. «Реализация замысла» - 88 часа.

Тема 5.1. «Оснащение оборудованием и материалами и планирование технологических операций.» - 2 часа.

Цель. Изучить основы методики технологической подготовки производства: оснащение оборудованием и материалами, планирование технологических операций.

Содержание занятий. Изучение основ методики технологической подготовки производства: оснащение оборудованием и материалами, планирование технологических операций.

Подведение итогов. Учащиеся должны знать методику технологической подготовки производства: оснащение оборудованием и материалами. Уметь планировать технологические операции для изготовления деталей и сборки узлов и конечного изделия.

Тема 5.2. «Выполнение технологических операций.» - 64 часа.

Цель. Изготовление деталей с использованием изученных технологических операций с учетом оснащения оборудованием и материалами. По заранее спланированным технологическим операциям для изготовления деталей и сборки узлов и конечного изделия.

Содержание занятий. Осмотр оборудования перед его включением. Техника безопасности при работе с определенным оборудованием. Контроль работы оборудования. Изготовление детали, узла, изделия. Контроль качества полученного детали, изделия. Постобработка полученной детали.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь изготовить детали по заранее спланированным технологическим операциям для изготовления деталей и сборки узлов и конечного изделия.

Тема 5.3. «Контроль качества. Испытания. Рефлексия и внесение изменений.» - 22 часа.

Цель. Научится контролировать качество готового изделия; готовить и проводить испытания полученного изделия для определения работоспособности изделия; проводить рефлексия и по результатам вносить изменения в конструкцию и технологию изготовления изделий.

Содержание занятий. Подготовка и проведение испытаний изделия для определения работоспособности. Выявление недостатков конструкции, внесение поправок, исправление и модернизация разработки.

Подведение итогов. Получение конечного изделия (артефакта) после исправления и модернизации удовлетворяющего техническому заданию.

Тема 6. «Финализация проекта» - 16 часа.

Тема 6.1. «Документирование и представление результатов.» - 4 часа.

Цель. Научится выполнять финальное документирование проекта оригинального изделия с публичным выступлением и защитой выполненного проекта.

Содержание занятий. Выполнение финального документирования проекта. Оформление проекта на этапе его закрытия.

Подведение итогов. Получение финальных документов проекта. Оформление проекта на этапе его закрытия.

Тема 6.2. «Презентация (защита проекта).» - 8 часа.

Цель. Научится грамотно защищать выполненный проект с выполнением публичным выступлением.

Содержание занятий. Изучение основ ораторского искусства. Публичные выступления о выполненном проекте с использованием электронной презентации.

Подведение итогов. Публичным выступлением и защита выполненного проекта.

Тема 6.3. «Самооценка и рефлексия результатов.» - 4 часа.

Цель. Научится выполнять процедуру самооценки и рефлексии результатов выполнения проекта, и его защиты.

Содержание занятий. Получить представление о выполнении процедуры самооценки и рефлексии результатов выполнения проекта, и его защиты.

Подведение итогов. Учащиеся должны уметь выполнять рефлексии по результатам выполнения проекта, и его защиты.

5. Календарный учебный график программы

Годовой календарный учебный график по каждому модулю учитывает в полном объеме возрастные психофизические особенности обучающихся и отвечает требованиям охраны их жизни и здоровья.

- количество учебных недель – 36;
- количество учебных дней – 252;
- дата начала и окончания учебного периода – 01.09.2023 г. по 31.05.2024 г.

Модуль первого года обучения

№	Дата проведения занятия	Форма проведения занятия	Количество часов	Тема занятия	Форма контроля
Раздел 1. «Основы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Основы 2D-моделирования, векторной графики и лазерной резки»					
1.1			2	Вводное занятие. Демонстрация оборудования. Техника безопасности.	Собеседование, наблюдение
1.2			2	Основы конструирования, принципы и методики конструирования.	Собеседование, наблюдение
1.3			4	ТРИЗ понятие и основы. Постановка проблемной ситуации. Решение изобретательских задач.	Собеседование, решение изобретательских задач
1.4			2	САПР. 2-х мерное черчение. Фрагмент.	Собеседование, наблюдение
1.5			2	Лазер и риски его использования.	Собеседование, наблюдение
1.6			8	Проектирование, расчет и изготовление изделия с применением лазерного станка.	Готовое изделие
1.7			2	Лазер против материала.	Собеседование, наблюдение
1.8			2	Сборка конструкции изделия	Готовое изделие, кейс
1.9			2	Тестовые испытания и модификация разработки	Готовое изделие,
1.10			4	Основы проектного документирования. Подготовка презентации.	Презентация, публичные выступления
Раздел 2. «Основы 3D - моделирования и 3D - печати»					
2.1			2	3D-модель, технологии 3D-печати.	Собеседование, наблюдение
2.2			2	3D-принтер и риски его использования.	Собеседование, наблюдение

2.3			2	Твердотельное 3D моделирование в Компас 3D. Основные операции создания 3D моделей.	Собеседование, наблюдение
2.4			2	Твердотельное 3D моделирование в Компас 3D. Фаски, скругления и ребра. Массивы.	Собеседование, наблюдение
2.5			4	Твердотельное 3D моделирование в Компас 3D. Сборка. Создание компонента в контексте сборки.	Собеседование, наблюдение
2.6			4	Слайсинг	Собеседование, наблюдение
2.7			2	Корректировка модели для печати. Исправление сетки (STL) модели	Собеседование, наблюдение
2.8			4	Простое поверхностное моделирование деталей в Компас 3D.	Собеседование, наблюдение
2.9			2	Дефекты 3D печати. Настройки принтера и слайсера.	Собеседование, наблюдение
2.10			4	Изготовление изделия методом аддитивной технологии	Готовое изделие
2.11			2	Текстовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации.	Готовое изделие
Раздел 3. «Основы технологии машиностроения. Столярные и слесарные технологии»					
3.1			6	Введение в тематику столярных и слесарных технологий	Собеседование, наблюдение
3.2			6	Изучение конструкции столярных и слесарных инструментов. Техника безопасности	Собеседование, наблюдение
3.3			6	Выбор материала. Изготовление изделия	Готовое изделие
3.4			4	Текстовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации	Готовое изделие
Раздел 4. «Основы работы на фрезерном станке с ЧПУ»					
4.1			2	Основы фрезерной обработки изделий. Область применения фрезерных технологий.	Собеседование, наблюдение
4.2			6	Проектирование модели изделия с учетом применения фрезерного станка с ЧПУ.	Собеседование, наблюдение
4.3			5	Технологическая подготовка изделия	Собеседование, наблюдение
4.4			5	Подготовка программ для фрезерного станка с ЧПУ	Собеседование, наблюдение
4.5			5	Изготовление изделия на фрезерном станке с ЧПУ	Готовое изделие
4.6			4	Текстовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации.	Готовое изделие
Раздел 5. «Основы технологии пайки и работы с электронными компонентами»					
5.1			2	Введение в тематику Основы пайки. Риски работы при пайке простых объектов и электронных компонентов.	Собеседование, наблюдение

5.2			4	Освоение инструментария для пайки. Распайка и пайка электронной сборки	Собеседование, наблюдение
5.3			6	Проектирование изделия с использованием метода пайки	Собеседование, наблюдение
5.4			4	Изготовление изделия методом пайки	Готовое изделие
5.5			2	Текстовые испытания, модификация разработки, подготовка презентации.	Готовое изделие
Раздел 6. Инженерно-творческий кейс					
6			16	Работа над кейсом. Защита полученного результата	Кейс, проект, презентация, публичное выступление

Модуль второго года обучения

№	Дата проведения занятия	Форма проведения занятия	Количество часов	Тема занятия	Форма контроля
1.	Раздел 1. Техника безопасности. Введение в проектную деятельность				
1.1			2	Техника безопасности на занятиях. Введение в проектную деятельность. Основные этапы проектной деятельности.	Собеседование, наблюдение
2	Раздел 2. Проблематизация.				
2.1			2	Проблемная область. Субъект, целевая аудитория. Потенциальная сложность реализации проекта. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
2.2			2	Соответствие компетенциям разработчика. Ресурсозатратность. Интерес для разработки. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
2.3			4	Ранжирование проблем и выбор наиболее приемлемой. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
3.	Раздел 3. Целеполагание				
3.1			2	Постановка цели. (разделение целей по объемам и срокам). Фиксация цели. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
3.2			4	SMART в целеполагании. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
3.3			4	OKR и пр. методы в целеполагании. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
4.	Раздел 4. Поиск решения.				
4.1			2	Виды поиска. Информационный и Эвристический.	Собеседование, практическая работа
4.2			4	Информационный поиск. Примеры	Собеседование,

				применения.	практическая работа
4.3			6	Эвристический. Ненаправленный - мозговой штурм, аналогия, инверсия, синектика и др. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
4.4			8	Эвристический. Направленный - ТРИЗ, Морфологический анализ, Матрица открытий и др. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
5.	Раздел 5. Реализация замысла				
5.1			2	Оснащение оборудованием и материалами и планирование технологических операций. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
5.2			64	Выполнение технологических операций.	Готовое изделие
5.3			22	Контроль качества Испытания. Рефлексия и внесение изменений.	Готовое изделие
6.	Раздел 6. Финализация проекта				
6.1			4	Документирование и представление результатов. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа
6.2			8	Презентация (защита проекта). Примеры применения.	Кейс, проект, презентация, публичное выступление
6.3			4	Самооценка и рефлексия результатов. Примеры применения.	Собеседование, практическая работа

6. Календарный план воспитательной работы

№	Наименование мероприятия (форма)	Срок проведения	Практический результат и информационный продукт, иллюстрирующий успешное достижение цели события
1	Информационный час	12 сентября	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
2	Организационное родительское собрание	сентябрь	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
3	Выставка творческих работ	19 октября	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
4	Всероссийский Урок безопасности школьников в сети Интернет	31 октября	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
5	Информационный час	24 ноября	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.

			VK.
6	Выставка творческих работ	26 ноября	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
7	Всероссийская акция «Час кода» Урок цифры	7 декабря	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
8	Мастер-класс Особенности программирования микроконтроллеров в интернете вещей	21 декабря	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
9	Всемирный день детских изобретений	19 января	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
10	Информационный час	23 января	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
11	День Российской науки и день рождение «Кванториум»	20 февраля	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
12	Всемирный День робототехники	6 февраля	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
13	Мастерская подарков	5 марта	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
14	Информационный час	28 марта	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
15	Всемирный День космонавтики выставка работ	12 апреля	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
16	Информационный час	2 апреля	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
17	Выставка творческих работ	28 мая	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
18	Итоговое родительское собрание	май	Фото- и видеоматериалы с мероприятия. Пост сообществе в VK.
19	Освещение наиболее важных и интересных моментов жизни организации на сайте и в социальных сетях	в течении года	

20	Участие в других мероприятиях по мере поступления информации.	в течении года	
21	Индивидуальные консультации (беседы) по запросу родителей;	в течении года	

7. Планируемые результаты освоения программы

Модуль 1 года обучения.

Предметные и предпрофессиональные результаты (hard компетенции)

В результате освоения программы учащиеся

Будут знать:

- основы и принципы теории решения изобретательских задач;
- принципы проектирования в системе автоматизированного проектирования (САПР), основы создания и проектирования 2D и 3D моделей;
- правила подготовки задания для печати, выбора материала, контроля полученного результата;
- основы материаловедения;
- основы и правила работы на лазерном оборудовании;
- основы и правила работы на аддитивном оборудовании;
- основы и правила работы с электронными компонентами;
- основные технологии, используемые в Хайтеке, их отличие, особенности и практики применения при разработке прототипов;
- пользовательский интерфейс профильного ПО, базовый инструментарий;

уметь:

- организовывать рабочее место;
- технологически правильно обращаться с оборудованием Хайтек квантума и инструментами при выполнении практико-ориентированных работ;
- соблюдать технику безопасности при выполнении практико-ориентированных заданий;
- работать в современном инженерном программном обеспечении;
- подготавливать задания для печати, правильно выбирать материалы;

- выполнять простейшие практические работы на лазерном оборудовании;
- выполнять простейшие практические работы на аддитивном оборудовании;
- выполнять простейшие практические работы на 3D-принтере и плоттере;
- выполнять простейшие практические работы с использованием векторной и растровой графики.

Личностные и метапредметные результаты (soft компетенции)

Личностные

- формирование технического мышления;
- способность применять теоретические знания на практике;
- способность творчески решать технические задачи;
- наличие познавательного интереса;
- проявление творческой инициативы, самостоятельности;
- способность творчески решать технические задачи;
- самомотивация.

Метапредметные

регулятивные универсальные учебные действия:

- умение формулировать вопросы, связанные с темой проекта, практической работы, ответы на которые требуются для создания продукта или исследовательской деятельности;
- умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умение планировать свои действия с учётом фактора времени, в обстановке с элементами конкуренции, соотносить свои действия с планируемыми результатами, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- умение эффективно использовать имеющиеся ресурсы;
- способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей;

познавательные универсальные учебные действия:

- умение ориентироваться в информационном пространстве, находить, анализировать, структурировать и использовать релевантную информацию;
- продуктивное использование технической литературы для поиска решений;
- умение визуально представлять информацию и собственные проекты;
- изложение мысли в четкой логической последовательности, отстаивание своей точки зрения, анализ ситуации;

- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;

коммуникативные универсальные учебные действия:

- умение работать в команде (работа в общем ритме, эффективное распределение задач, работа в условиях ограничений, стрессоустойчивость и др.);
- умение слушать и слышать собеседника, аргументированно отстаивать свою точку зрения;
- навыки публичного выступления и презентации результатов.

Модуль 2 года обучения.

Предметные и предпрофессиональные результаты (hard компетенции)

В результате освоения программы учащиеся будут **знать**:

- технику безопасности при нахождении в Кванториуме, работе со специальным оборудованием Хайтек-квантума;
- принципы и правила работы на высокотехнологичном оборудовании Хайтек-квантума при выполнении проектов и практико-ориентированных заданий;
- основные технологии, используемые в Хайтеке, их отличие, особенности и практики применения при разработке прототипов;
- пользовательский интерфейс профильного ПО, базовый инструментарий;
- основы инженерии;
- виды инженерных и исследовательских задач;
- изобретательские приёмы, их использование в различных областях жизни и деятельности, для решения конкретных ситуаций (кейсов) и в проектной деятельности;

- основы проектной деятельности, условия и подходы к управлению проектами, этапы разработки проектов, правила презентации и продвижения проектного продукта;

- правила подготовки презентации;

Будут уметь:

- организовывать рабочее место;

- технологически правильно обращаться с оборудованием, инструментами, расходными материалами Хайтек-квантума при выполнении практико-ориентированных работ; соблюдать технику безопасности;

- решать учебно-практические задачи на высокотехнологичном оборудовании (лазерные и аддитивные технологии, 3D-принтеры, станки с числовым программным управлением, паяльное оборудование и др.);

- выполнять работы с электронными компонентами;

- четко излагать свои мысли и отстаивать свою точку зрения по вопросам, связанным с использованием передовых технологий при проектировании и конструировании технических объектов;

- выполнять самостоятельную работу в рамках своей ответственности при работе над проектом или решением кейса по коллективно намеченному плану и этапам;

- выполнять индивидуальную творческую работу, используя полученные знания и навыки, выбирать оптимальную технологию;

- использовать приёмы направленного мышления и элементы ТРИЗ (теории решения изобретательских задач) при решении практических, технических, проектных задач;

- представлять и защищать свою творческую работу или проект;

- рефлексировать (видеть проблему; анализировать сделанное – почему получилось, почему не получилось, видеть трудности, ошибки);

- осуществлять творческий подход к решению различных задач, генерировать идеи различными методами.

Личностные и метапредметные результаты (soft компетенции)

Личностные

- умение ориентироваться в своей системе знаний и осознавать необходимость нового знания;
- навыки проектного мышления; разработки и реализации проектов, их публичной демонстрации;
- наличие познавательного интереса;
- проявление технического мышления, творческой инициативы, самостоятельности;
- способность творчески решать технические задачи;
- готовность и способность применения теоретических знаний для решения задач в реальном мире.

Метапредметные

регулятивные универсальные учебные действия:

- умение ставить вопросы, связанные с темой проекта, практической работы;
- умение принимать и сохранять учебную задачу;
- умение планировать последовательность этапов проектирования для достижения цели;
- умение определять первоочередные задачи;
- умение эффективно использовать имеющиеся ресурсы;
- умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей; познавательные универсальные учебные действия:
- умение ориентироваться в информационном пространстве, искать информацию в свободных источниках и структурировать ее;
- умение находить, анализировать и использовать релевантную информацию;
- продуктивное использование технической литературы для поиска решений;
- умение перерабатывать информацию для получения необходимого результата, в том числе и для создания нового продукта.

- изложение мысли в четкой логической последовательности, отстаивание своей точки зрения, анализ ситуации и самостоятельный выбор ответа на вопросы путем логических рассуждений;

- умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;

коммуникативные универсальные учебные действия:

- умение работать в команде (работа в общем ритме, эффективное распределение задач, работа в условиях ограничений, стрессоустойчивость и др.);

- умение слушать и слышать собеседника, аргументированно отстаивать свою точку зрения;

- навыки публичного выступления и презентации результатов.

7. Оценочные материалы программы

Аттестация обучающихся проводится согласно локальному акту «Положение об аттестации обучающихся детских творческих объединений ГБОУ ДОРМ «РЦДОД» и осуществляется в следующих формах: опрос, тестирование, творческое задание, выставка.

Анализ полученных результатов позволяет педагогу подобрать необходимые способы оказания помощи отдельным детям и разработать адекватные задания и методики обучения и воспитания.

Критерии оценки усвоения программного материала

Критерии	Уровни		
	Низкий	Средний	Высокий
Интерес	Работает только под контролем, в любой момент может бросить начатое дело	Работает с ошибками, но дело до конца доводит самостоятельно	Работает с интересом, ровно, систематически, самостоятельно
Знания и умения	До 50 % усвоения данного материала	От 50-70% усвоения материала	От 70-100% возможный (достижимый) уровень знаний и умений
Активность	Работает по алгоритму, предложенному педагогом	При выборе объекта труда советуется с педагогом	Самостоятельный выбор объекта труда
Объем труда	Выполнено до 50	Выполнено от 50	Выполнено от 70 до

	% работ	до 70 % работ	100 % работ
Творчество	Копии чужих работ	Работы с частичным изменением по сравнению с образцом	Работы творческие, оригинальные
Качество	Соответствие заданным условиям предъявления, ошибки	Соответствие заданным условиям второго предъявления	Полное соответствие готового изделия. Соответствует заданным условиям с первого предъявления

8. Формы обучения, методы, приемы, педагогические технологии

Формы занятий: инструктаж, лекция, беседа, практическое занятие, творческая работа, защита проектов, экскурсия.

Методы и приемы организации образовательного процесса:

Метод:

- фронтальная: работа педагога со всеми учащимися одновременно, лекции и практические Занятия;

- исследовательский проблемный;
- кейс;
- проектные методы;
- групповая: работа над проектами;

Приёмы:

- Словесно-наглядный,
- Частично-поисковый,
- Проблемный;
- Практический.

Педагогические технологии:

-здоровьесберегающие (направлены на максимальное укрепление здоровья обучающихся);

-лично-ориентированные (в центре внимания которых – неповторимая личность, стремящаяся к реализации своих возможностей и способная на ответственный выбор в разнообразных жизненных ситуациях);

- технология проблемного обучения;
- технология проектной деятельности;
- технология портфолио.

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

Модуль 1 года обучения.

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, разрабатывают и изготавливают на лазерном станке с ЧПУ одно из изделий: «капсула жизни», катапульта, подставка для мобильного телефона/книги, игровое поле для настольной игры (шахматы, шашки, го, реверси и др.) и т.д.

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, подставка для мобильного телефона/книги и др.

В третьем разделе «Основы технологии машиностроения. Столярные и слесарные технологии» обучающимся предлагается создать музыкальный духовой инструмент, подставку для мобильного телефона/книги или др. используя столярное, слесарное оборудование и инструменты.

В четвертом разделе «Основы работы на фрезерном станке с ЧПУ» обучающимся предлагается создать одно из изделий: диск для колеса, подставка для мобильного телефона/книги, «Лабиринт», фигуры для настольной игры, и т.д.

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

По результатам 1-5 разделов предлагается реализовать **«Инженерно-творческий кейс»** - создание робототехнического устройства или другого устройства автоматики с применением всех изученных технологий.

Любой кейс по разделам 1-6 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; 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.

Модуль 2 года обучения.

В первом разделе **«Введение в проектную деятельность. Техника безопасности.»** обучающиеся получают информации по технике безопасности и правилам поведения в помещении квантума. Знакомятся с основами методики проектной деятельности. Изучают основные этапы проектной деятельности.

Задачей второго раздела **«Проблематизация»** является получение представления о понятиях: проблемная область; субъект, целевая аудитория; актуальность и потенциальная сложность реализации проекта; соответствие компетенциям разработчика; ресурсозатратность и наличие интереса для разработки проекта. Ознакомится с основами методики ранжирования проблем и выбор наиболее приемлемой из них.

В примерах применения в игровой форме (с принятием различных ролей) подробно разбираются понятия проблемная область (формулировка, трудоемкость, формационная неопределенность); субъекты (авторы, участники, инвесторы, оппоненты, эксперты) и целевая аудитория (группа, на которую проект оказывает то

или иное воздействие). Выясняется что влияет на актуальность и потенциальную сложность реализации проекта. Насколько важной является соответствие компетенциям разработчика; ресурсозатратность и наличие интереса для разработки проекта. А также провести реальное ранжирование проблем и выбор наиболее приемлемой из них.

В третьем разделе **«Целеполагание»** обучающимся предстоит научиться выполнять постановку цели. Разделять цели по объемам и срокам. Ознакомиться с технологией SMART и OKR.

В примерах применения объединившись в группы учащимся предстоит правильно выполнять постановку цели и разделять цели по объемам и срокам. Практически научиться использовать методику SMART для определения целей и постановки задач в проектном управлении, а также методику OKR (метод целей и ключевых результатов).

В четвертом разделе **«Поиск решения»** обучающимся предлагается изучить технологии поиска вариантов и выбору проектных решений. Получить представление разных видах информационного поиска (информационный и эвристический). Причем в варианте эвристического поиска научиться использовать как ненаправленный (мозговой штурм, аналогия, инверсия, синектика и др.), так и направленные виды поиска (ТРИЗ, морфологического анализа, матрица открытий и др.).

В примерах применения объединившись в группы (с принятием различных ролей) предстоит использовать на практике разные варианты поиска с оценкой их применимости, эффективности и трудозатрат.

В пятом разделе **«Реализация замысла»** предлагается реализовать **«Инженерно-творческий кейс»** с возможно более полным циклом технологической подготовки производства: проектирование и планирование технологических операций; выбором материала с подбором необходимого оборудования для изготовления изделия; технический контроль и испытания как отдельных деталей, так и конечного изделия.

По результатам изготовления проводить рефлексию и по результатам вносить изменения в конструкцию и технологию изготовления изделий.

В примерах применения как объединившись в группы, так индивидуально предстоит изготовить детали для сборки изделия, провести контроль качества и испытания как отдельных деталей, так и конечного изделия. А также отрефлексировать результаты и при необходимости внести изменения в конструкцию и технологию изготовления изделия.

На завершающем шестом этапе **«Финализация проекта»** обучающимся предстоит правильно выполнить финальное документирование проекта на этапе его закрытия. То есть документально оформить факт того, что проект в целом завершён, формально передать результат проекта заказчику или пользователям, а также зафиксировать полученный опыт. Все вышеизложенное грамотно оформить в электронную презентацию и защитить выполненный проект публичным выступлением.

В примерах применения, как объединившись в группы, так индивидуально обучающимся предстоит документально оформить факт того, что проект в целом завершён, формально передать результат проекта заказчику или пользователям, а также зафиксировать полученный опыт. В работе необходимо использовать все промежуточные результаты, что полезно при управлении изменениями в проекте и аргументированием заказчику, что он пытается изменить то, что он уже принял. По результату оформить в электронную презентацию и защитить выполненный проект публичным выступлением.

9. Методическое обеспечение программы

Учебные и методические пособия: научная, специальная, методическая литература (см. список литературы).

Дидактические материалы:

- чертежи моделей кораблей, самолетов, автомобилей;

- образцы изделий, альбомы лучших работ детей.

Информационное обеспечение программы: аудио-, видео-, фото-, интернет-источники.

10. Материально-техническое обеспечение программы

Занятия проводятся в кабинете, соответствующем требованиям техники безопасности, пожарной безопасности, санитарным нормам.

Материально-технические условия реализации программы:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования
1	2
Лаборатория моделирования	Учебная аудитория для проведения теоретических и практических занятий на компьютере и 3D-печати Оборудование: - Персональные компьютеры для работы с 3D-моделями с предустановленной операционной системой и специализированным ПО – 10 шт. - Мониторы – 10 шт. - Клавиатура – 10 шт. - Мышь – 10 шт. - 3D-принтер с принадлежностями — 10 шт. - Мини-фрезер с принадлежностями – 5 шт. - Мобильный интерактивный комплект — 1 шт. - Магнитно-маркерная доска — 1 шт.
Мастерская	Цех для проведения практических занятий на станках и для работы с ручным инструментарием Оборудование: - Фрезер с принадлежностями – 1 шт. - Лазерный гравер — 1 шт. - Вытяжная система для лазерного станка фильтрующая – 1 шт. - Паяльная станция — 5 шт. - Сверлильный станок — 1 шт. - Ручные инструменты - Верстаки: столярные, слесарные, электромонтажные - Шкафы металлические для хранения инструментов Расходные материалы: Перечень расходных материалов уточняется на этапе выбора изготавливаемого изделия в ходе освоения каждого раздела программы.

11. Список используемой литературы

1. Тимирбаев Денис Фаридович. «Хайтек-тулкит» – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 –128 с. Базовая серия «Методический инструментариий тьютора»

Изобретательство и инженерия

2. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986

3. Иванов Г. И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать: Кн. Для учащихся ст. Классов. — М.: Просвещение, 1994.

4. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений: Пер. с англ.- М.: Мир, 1969. John R.

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

6. Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизн. стратегия творч. личности. — Мн: Белорусь, 1994.

7. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1969.

8. Орлов П.И. Основы конструирования Справочно-методическое пособие в 2-х кн. Машиностроение 1988 кн.1 560 с. кн. 2 544 с.

9. Негодаев И. А. Философия техники: учебн. пособие. — Ростов-на-Дону: Центр ДГТУ, 1997

3D моделирование и САПР

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

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

12. Баранова И.В. КОМПАС-3D для школьников. Черчение и компьютерная графика 2017. — 272 с.

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

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

15. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.

Аддитивные технологии

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

17. Wohlers T., Wohlers report 2014: Additivemanufacturingand 3D-printingstateoftheindustry: Annualworldwideprogressreport, Wohlers Associates, 2014

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

Лазерные технологии

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

20. Colin E. Webb, Julian D.C. Jones. Handbook Of Laser Technology And Applications (Справочникполазернымтехнологиямиихприменению) book 1.-2 — IOP.

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

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

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

Фрезерные технологии

24. Рябов С.А. (2006) Современные фрезерные станки и их оснастка: Учебное пособие

25. Корытный Д.М. (1963) Фрезы Современные тенденции развития и основы эффективной эксплуатации обрабатывающих станков с ЧПУ Чуваков А.Б. Нижний

Новгород, НГТУ 2013

Пайка и работа с электронными компонентами

26. Максимихин М. А. Пайка металлов в приборостроении. Л.: Центральное бюро технической информации, 1959

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

Лазерные технологии

28. <https://ru.coursera.org/learn/vvedenie-v-lasernie-tehnologii/lecture/CDO8P/vviedieniie-v-laziernyie-tiekhnologhii> - Введение в лазерные технологии

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

Аддитивные технологии

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

31. <https://solidoodletips.wordpress.com/2012/12/07/slicersshootout-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=vAH_Dhv3I70 —
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=h2lm6FuaAWI> - Как создать эффект лакированной поверхности

36. <https://www.youtube.com/watch?v=g0TGL6Cb2KY> - Как сделать поверхность привлекательной

37. <https://www.youtube.com/watch?v=yAENmlubXqA> - Работа с 3Д ручкой Станки с ЧПУ

38. <https://www.youtube.com/watch?v=cPlotOSm3P8&feature=youtu.be> - Пресс формы. Фрезеровка металла. Станок с ЧПУ по металлу.

39. <https://www.youtube.com/watch?v=paaQKRuNplA> — Кошмары ЧПУ

40. <https://www.youtube.com/watch?v=PSe1bZuGEok> - Работа современного станка с ЧПУ

Пайка

41. <http://elektrik.info/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

42. <https://3ddd.ru> - Репозиторий 3D моделей

43. <https://www.turbosquid.com> - Репозиторий 3D моделей

44. <https://free3d.com> - Репозиторий 3D моделей

45. <http://www.3dmodels.ru> - Репозиторий 3D моделей

46. <https://www.archive3d.net> - Репозиторий 3D модели

**Диагностический материал к дополнительной общеобразовательной программе
«Основы технологий Хайтек»**

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 учащимся.

Промежуточный контроль направлен на определение уровня освоения содержания разделов данной программы и проводится в форме защиты учащимися 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, мероприятиях технопарка, направленных на развитие общекультурных компетенций, дисциплинированности (соблюдение техники безопасности). При подведении итогов ставится цель выявить уровень усвоения детьми программного материала, соответствие прогнозируемым результатам дополнительной общеразвивающей программы, определить обучающихся, которым может быть рекомендовано освоение углубленного модуля программы.

В приложении № 2 приводятся описания кейсов для реализации разделов программы.

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:
 - о падение на твердую поверхность с высоты не менее 0,5 м;
 - о спуск по наклонной поверхности трамплинного блока;
 - о механическое воздействие не менее 10 кг;
- перечень дополнительных требований к конструкции.

По завершении проектирования участникам 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

Количество учебных часов: кейс рассчитан на 12 ч/6 занятий (может варьироваться в зависимости от уровня подготовки, условий, и т.д.)

Перечень и содержание занятий:

Занятие 1	Занятие 2, Занятие 3	Занятие 4
Цель: Произвести постановку проблемной ситуации и	Цель: Проектирование модели изделия и изготовление	Цель: Сборка конструкции

осуществить поиск путей решения		изделия на лазерном станке			
Что делаем: Представление проблемной ситуации в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата.	Компетенции: 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.	Что делаем: Разработка и создание 2D модели изделия, выявление технологических ограничений оборудования для получения более результативного итога, Подготовка заготовки, резка заготовки лазером	Компетенции: 2D-моделирование, лазерные технологии	Что делаем: Осуществляем сборку разработанного изделия из изготовленных элементов	Компетенции: Ручная сборка изделий
Занятие 5		Занятие 6			
Цель: Тестовые испытания и модификация разработки		Цель: подготовка к публичной демонстрации и защите результатов кейса, проведение показательных контрольных испытаний			

Что делаем:	Компетенции	Что делаем:	Компетенции:
Проводим подготовку и осуществление испытаний, по итогам испытаний проводим доработку модели	Проведение тестовых испытаний, лазерные технологии, 2Д моделирование	Проведение контрольных показательных испытаний Подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Создание презентации. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.	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 учащихся (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. Все выработанные компетенции могут быть применены в ходе реализации последующих образовательных модулей:

- 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 2 Д 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 участников команды.

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 (10 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 следующие программное обеспечение: программа для 2D моделирования и специализируемая программа для работы с лазерным оборудованием – 10 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;
- распечатанная рабочая тетрадь кейса №2 – 10 шт.

В ходе работы предлагается следующее распределение участников в группе:

- участники работают все вместе в ходе обсуждения проблемной ситуации, рефлексии и подготовки к защите проекта;
- участники работают в командах (2-3 человека) в ходе проектирования, разработки и резки элементов изделия. Каждый участник выбирает одну или несколько ролей в команде: лидер, проектировщик, разработчик презентации, тестирующий и т.д.

Список рекомендуемых источников

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1969.
2. Негодаев И. А. Философия техники : учебн. пособие. — Ростов-на-Дону: Центр ДГТУ, 1997.
3. Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. – М.: Физматлит, 2008.
4. Colin E. Webb, Julian D.C. Jones. Handbook Of Laser Technology And Applications

(Справочник по лазерным технологиям и их применению) book 1.-2 — ИОР.

5. Хейфец А. Л., Логиновский А. Н., Буторина И. В., Васильева В. Н. Инженерная 3D-компьютерная графика. – М.: Юрайт, 2012. – 464 с.
6. Герасимов А. А. Самоучитель КОМПАС-3D V9. Трехмерное проектирование: 400с.
7. Баранова И.В. КОМПАС-3D для школьников. Черчение и компьютерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений/ Баранова И.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 272 с.

Педагогический сценарий (руководство для наставника)

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 в зависимости от возрастного состава участников группы и уровня их подготовки 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 №1. 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

Количество учебных часов: кейс рассчитан на 16 ч/8 занятий (может варьироваться в зависимости от уровня подготовки, условий, и т.д.)

Перечень и содержание занятий:

Занятие 1		Занятие 2		Занятие 3	
Цель: Произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения		Цель: Проектирование модели изделия		Цель: Технологическая подготовка модели	
Что делаем: Представление проблемной ситуации в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата.	Компетенции: 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	Что делаем: Разработка и создание 3D модели поверхность и колеса для более улучшенного сцепления с поверхностью	Компетенции: Умение создавать 3D модели	Что делаем: Выявление технологических ограничений оборудования для получения более результативного итога	Компетенции: Знание основ материаловедения, аддитивных технологий

	идеи.				
--	-------	--	--	--	--

Занятие 4		Занятие 5		Занятие 6	
Цель: Подготовить задание для печати		Цель: Печать изделия		Цель: Выполнить подготовку к публичной демонстрации и защите результатов кейса	
Что делаем: Импорт 3D модели и выбор материала, Расположение 3D модели на рабочем столе принтера, создание и модификация поддержек, запуск 3D принтера	Компетенции: Знание основ материаловедения, аддитивных технологий	Что делаем: Печать изделия Контроль полученного результата. Постобработка изделия	Компетенции: Владение аддитивными технологиями	Что делаем: Подготовка выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Создание презентации . Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.	Компетенции: Владение навыкам выступления. Навыки работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций.

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 учащихся (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 участников команды.

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 (10 человек):

- работа над кейсом должна производиться в хорошо освещенном, просторном, проветриваемом помещении;
- компьютер с монитором, клавиатурой и мышкой, на который установлено следующие программное обеспечение: программа для 3D моделирования и специализируемая программа для работы с 3D принтером – 10 шт.;
- 3D-принтер учебный с принадлежностями -6 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;
- распечатанная рабочая тетрадь кейса №1 – 10 шт.

В ходе работы предлагается следующее распределение участников в группе:

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

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

Список рекомендуемых источников

1. Работа автомобильной шины / под ред. В.И. Кнороза. - М.: Транспорт, 1976. - 238 с.
2. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. - М.: Машиностроение, 1990. - 352 с.
3. Кожевников С.Н. Теория механизмов и маши. - М.: Машиностроение, 1969. - 584 с.
4. Ильюшин А. А. Механика сплошной среды. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. — 287 с.
5. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твёрдого тела. — М.: Наука, 1979. — 744 с.
6. Болотин В. В. Динамическая устойчивость упругих систем. — М.: Гостехиздат, 1956. — 600 с
7. Баранова И.В. КОМПАС-3D для школьников. Черчение и компьютерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений/ Баранова И.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 272 с.
8. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Владимир Большаков, Андрей Бочков, 2012 год, 304с.
9. И.А. Ройтман, Я.В. Владимиров — «Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений», г.Смоленск, 2000.
10. Герасимов А. А. Самоучитель КОМПАС-3D V9. Трёхмерное проектирование: 400с.
11. Орлов П.И. Основы конструирования Справочно-методическое пособие в 2-х

кн. Машиностроение 1988 кн.1 560 с. кн. 2 544 с.

Педагогический сценарий (руководство для наставника)

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**

В зависимости от возрастного состава участников группы и уровня их подготовки 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.