



**ВОСТОЧНО-СИБИРСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА – ФИЛИАЛ
ОАО «РЖД»
ДЕТСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА
КВАНТОРИУМ РЖД**

Принята на заседании

Методического совета ДЖД

от «30» сентября 2022 г.
протокол № 1

УТВЕРЖДАЮ:

Начальник детской железной дороги

ВСЖД – филиала ОАО «РЖД»

И.Н. Иванов

«30» сентября 2022 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ
ПРОГРАММА
«Хайтек. Вводный модуль»**

Возраст обучающихся: 12 – 17 лет
Объем: 104 часа

Авторы-составители:

преподаватель детского технопарка
«Кванториум РЖД»

Мырнин Дмитрий Николаевич,
методист детского технопарка

«Кванториум РЖД»

Гениевская Марина Владимировна

Иркутск 2022



СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
1.1 Нормативно-правовые основания разработки программы	3
1.2 Направленность программы	3
1.3 Актуальность, новизна и педагогическая целесообразность программы	4
1.4 Цель и задачи программы	4
1.5 Отличительная особенность программы	5
1.6 Категория обучающихся	6
1.7 Сроки и условия реализации программы	6
1.8 Ожидаемые результаты и способы их проверки	7
2 УЧЕБНЫЙ ПЛАН	8
3 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	9
4 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	11
5 МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ	12
6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ	13
6.1. Кадровое обеспечение программы	13
6.2. Материально-техническое обеспечение программы	13
7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	14
8. ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ	17

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Нормативно-правовые основания разработки программы

Дополнительная общеразвивающая программа «Хайтек. Вводный модуль» (далее – Программа) разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

– Федеральным законом от 29.12.2012 № 273 «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

– Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 "Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи"

– Распоряжением Правительства Российской Федерации от 4.09 2014 №1726-р 2014 «Концепция развития дополнительного образования»

– Письмом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.12.2006 № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей»;

– Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 N 1642 (ред. от 07.10.2021) "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие образования"

– Уставом открытого акционерного общества «Российские железные дороги»;

– Концепция развития профориентационной деятельности ОАО «РЖД» до 2025 года, утвержденная правлением ОАО «РЖД» (протокол от 11 февраля 2019 г. № 9).

1.2. Направленность и уровень освоения программы

Программа имеет **техническую направленность** и ориентирована на развитие интереса детей к инженерно-техническим и информационным технологиям.

Уровень освоения – *стартовый*, предполагает использование и реализацию общедоступных и универсальных форм организации материала, минимальную сложность предлагаемого для освоения содержания программы.

1.3. Актуальность, новизна и педагогическая целесообразность программы

Актуальность программы обусловлена стремительными темпами развития современного общества и технологическим прогрессом. Для того, чтобы быть востребованным на рынке труда необходимо развивать не только технические навыки, но еще и универсальные компетенции, которые позволят быть успешным в любой сфере. Высокотехнологичное оборудование, которое используется на занятиях, даст возможность получить представление о хайтек инновациях и перспективах карьерного движения.

Новизна программы состоит в том, что на занятиях обучающиеся знакомятся с высокотехнологичным учебным оборудованием, прорабатывая реальные кейсы при помощи теории решения изобретательских задач, знакомятся с основами проектной деятельности. Основными принципами построения материала являются доступность информации и интерактивность ее подачи. Резка и гравировка различных материалов с помощью лазерного станка, фрезеровка деталей, 3D моделирование и изготовление этих моделей на 3D принтере – это все учащийся освоит в рамках освоения данной программы.

Педагогическая целесообразность программы:

Образовательная программа составлена таким образом, что педагог не просто даёт знания подрастающему поколению, а становится их наставником при реализации инженерно-технических проектов. При этом основными педагогическими инструментами становятся проектная деятельность и кейс-технологии. Проектная деятельность способствует развитию у детей творческих и инженерных навыков, умению создавать авторские проекты. Используемые кейс-технологии направлены на формирование критического мышления и коммуникабельности.

1.4. Цель и задачи программы

Цель программы: формирование навыков и компетенций по работе с высокотехнологичным оборудованием (лазерный гравер, 3D принтер, различные станки, паяльное оборудование) в области изобретательства, инженерии и содействие применению этих компетенций в практической работе.

Задачи:

Обучающие:

- изучить основы теории решения изобретательских задач и инженерии;
- сформировать навык проектирования в САПР (система автоматизированного проектирования) и создания 2D и 3D моделей;
- сформировать навык практической работе на лазерном оборудовании;
- формирование навыка практической работы на аддитивном оборудовании;

- сформировать навык практической работы на станках с ЧПУ (фрезерные станки);
- сформировать навык практической работы с ручным инструментом;
- сформировать навык практической работы с электронными компонентами;
- подготовить учащихся к участию в профильных конкурсах и олимпиадах.

Развивающие:

- развить разные типы мышления (критическое, аналитическое, инженерное, креативное, образное, пространственное);
- сформировать учебную мотивацию и мотивацию к творческому поиску;
- развить способности осознанно ставить перед собой конкретные задачи, разбивать их на отдельные этапы и добиваться их выполнения;
- развить познавательную активность обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности;
- развить навык коммуникации, взаимодействия в группе, между квантумами.
- выявлять и развивать способности к исследовательской деятельности;
- развивать коммуникативные умения: изложение мыслей в четкой логической последовательности, отстаивание своей точки зрения, анализ ситуации и самостоятельный поиск ответов на вопросы путем логических рассуждений;
- формировать навыки публичных выступлений;
- развивать умения адекватно оценивать и представлять результаты совместной или индивидуальной деятельности в процессе создания и презентации работ.

Воспитательные:

- формировать уважительное отношение к интеллектуальному и физическому труду;
- воспитывать дисциплинированность, ответственность, самоорганизацию;
- сформировать умения работать в команде: работа в общем ритме, эффективное распределение задач и др.;
- воспитать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники.

1.5. Отличительная особенность программы

Данная программа разработана на основе методических рекомендаций по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум», Хайтек тулките. Также программа является профориентационным компонентом по

укреплению имиджа ОАО «РЖД» среди подрастающего поколения как инновационной компании.

К отличительным особенностям программы относятся реализация проектной деятельности с ориентацией на конкретный заказ и решение практических кейс-задач с помощью современного оборудования: 3D принтерами, лазерными станками и станками ЧПУ, паяльными и другими оборудованием.

1.6. Категория обучающихся

Возраст обучающихся: 12-17 лет.

Условия набора детей в коллектив: к занятиям допускаются дети без специального отбора и требований к стартовым компетенциям. Набор на программу осуществляется один раз в год (в сентябре учебного года)

1.7. Сроки и условия реализации программы

Сроки реализации программы:

Программа рассчитана на 26 недель, 104 часа.

Режим занятий: 2 занятия в неделю по 2 академических часа каждое. Продолжительность занятия составляет 1 час 30 минут, включая 10 минутный перерыв.

Формы организации учебной деятельности:

Структура программы предусматривает следующие формы:

По количеству обучающихся:

- групповая.

По особенностям коммуникативного взаимодействия:

- практикум;
- экскурсия;
- мастерская;

По дидактической цели:

- вводное занятие;
- занятие по углублению знаний;
- практическое занятие;
- занятие по систематизации и обобщению знаний;
- занятие по контролю знаний и навыков;
- комбинированное занятие.

Форма обучения – очная, очно-заочная с использованием ДОТ.

При очном формате занятия проходят в кабинете Хайтек-квантума, оборудованном согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.4. 3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи".

При дистанционном формате обучение проходит на платформе Zoom, Discord с использованием инструментов, позволяющих обеспечить интерактивный формат работы.

Методы обучения:

В основу обучения заложен проектный метод, позволяющий заниматься не только разработкой проектов, но еще и построением гипотез, моделированием ситуаций, созданием новых способов решения задач. Развитию заявленных компетенций способствуют кейсы – истории, описывающие реальную ситуацию, которая требует анализа и решения. Кроме-того, образовательный процесс предусматривает использование словесных, наглядно-иллюстративных, практических и игровых методов, а также метода проблемного обучения.

1.8. Ожидаемые результаты и способы их проверки**Планируемые результаты**

Программа не разделена на образовательные, развивающие и воспитательные блоки. Каждое занятие носит интегрированный характер и способствует решению каждого типа задач.

В ходе освоения программы обучающийся развивает следующие компетенции:

Профессиональные и предметные («Hard skills»):

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

Универсальные («Soft skills»):

- умение работать в команде: работа в общем ритме, эффективное распределение задач и др.;
- наличие высокого познавательного интереса у обучающихся;
- умение ориентироваться в информационном пространстве, продуктивно использовать техническую литературу для поиска сложных решений;
- умение ставить вопросы, связанные с темой проекта;

- выбор наиболее эффективных решений задач в зависимости от конкретных условий;
- развитие критического мышления;
- проявление технического мышления, познавательной деятельности, творческой инициативы, самостоятельности;
- способность творчески решать технические задачи;
- готовность и способность применения теоретических знаний по физике, информатике для решения задач в реальном мире;
- способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей.

Способы определения результативности предполагают следующие формы оценки:

- промежуточная аттестация по окончанию модуля;
- контрольные задания по окончанию темы;
- педагогическое наблюдение в ходе занятий;
- психологическая диагностика;
- защита продуктов, полученных в результате решения кейсов;

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Хайтек. Вводный модуль»»

№ п/п	Название раздела, модуля, темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Основы изобретательства и инженерии	4	1	3
2	Аддитивные технологии	18	7	11
3	Лазерные технологии	12	4	8
4	Субтрактивные технологии	12	4	8
5	Технология пайки электронных компонентов	10	2	8
6	Кейс «Машина Голдберга»	22	2	20
7	Кейс «Мечта обретает реальность»	26	3	23
	Итого	104	23	81

3. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы
«Промышленный дизайн и VR/AR. Вводный модуль»

№ п/п	Название раздела (тема)	Количество часов			
		Всего	Теория	Практика	Форма контроля
1	Основы изобретательства и инженерии	4	1	3	
1.1	Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с оборудованием.	1	1		Беседа
1.2	Основы ТРИЗ	1	1		Беседа
1.3	Решение повседневных задач методом ТРИЗ	2		2	Практическое задание
2	Аддитивные технологии	18	7	11	
2.1	Правила техники безопасности. Основы 3D-моделирования и 3D-печати	2	1	1	Беседа
2.2	Знакомство с ПО «Autodesk Inventor». Интерфейс, возможности	4	2	2	Практическое задание
2.3	3D-принтер. Построение и печать 3D-модели. Операция «Выдавливание»	4	2	2	Практическое задание
2.4	Сборка. Операции «Вращение», «Вырезание»	4	2	2	Практическое задание
2.5	Кейс “Шахматные фигуры”	4		4	Практическое задание
3	Лазерные технологии	12	4	8	
3.1	Правила техники безопасности. Знакомство с лазерными технологиями. Сферы применения	2	1	1	Беседа
3.2	Основы 2D-моделирования. Векторная и растровая графика. Знакомство с ПО CorelDRAW	4	1	3	Практическое задание
3.3	Введение в материаловедение. Лазер и материалы	2	1	1	Практическое задание
3.4	Кейс “Шахматные фигуры”	4	1	3	Практическое задание

4	Субтрактивные технологии	12	4	8	
4.1.	Столярные и слесарные технологии, оборудование и инструменты	2	1	1	Практическое задание
4.2	Основы фрезерной обработки материалов. Фрезы, их назначение	2	1	1	Практическое задание
4.3	Фрезерный раскрой материалов	2	1	1	Практическое задание
4.4	Технология гравировки заготовок	2	1	1	Практическое задание
4.5.	Кейс «Шахматы подарочные»	4		4	Практическое задание
5	Технология пайки электронных компонентов	10	2	8	
5.1	Техника безопасности. Назначение, состав и применение припоев и флюсов	2	1	1	Практическое задание
5.2	Основные приемы пайки	4	1	3	Практическое задание
5.3	Кейс «Пайка»	4		4	Практическое задание
6	Кейс «Машина Голдберга»	22	2	20	
6.1	Постановка задачи и поиск идей	2	1	1	Практическое задание
6.2	Проектирование модели устройства	6		6	Практическое задание
6.3	Подготовка элементов «Машина Голдберга» для печати.	4		4	Практическое задание
6.4	Печать деталей и сборка прототипа	6		6	Практическое задание
6.5	Подготовка к публичной демонстрации и защите результатов кейса	2	1	1	Практическое задание
6.6	Публичная защита проекта	2		2	Выставка работ
7	Кейс «Мечта обретает реальность»	26	3	23	
7.1	Анализ проблемной ситуации. Формулировка технического задания	2	1	1	Практическое задание
7.2	Исследование целевой аудитории. Изучение опыта пользователя.	2	1	1	Практическое задание

7.3	Визуализация идеи. Эскиз	2		2	Практическое задание
7.3	Проектирование 2D-модели составных частей: чертеж	4		4	Практическое задание
7.4	Изготовление составных частей	4		4	Практическое задание
7.5	Сборка конструкции	2		2	Практическое задание
7.6	Тестовые испытания устройства	2		2	Практическое задание
7.7	Доработка изделия	4		4	Практическое задание
7.8	Подготовка к публичной демонстрации и защите результатов проекта	2	1	1	Практическое задание
7.9	Публичное выступление. Защита проекта	2		2	Выставка работ
	Итого	104	3	23	

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1 Основы изобретательства и инженерии

В первом модуле обучающиеся знакомятся с техникой безопасности и охраной при производстве работ на оборудовании, а также с электрифицированного и ручного слесарного инструмента. Обучающиеся получают теоретические базовые знания по методам решения изобретательских существующим системам автоматизированного проектирования, методами технических решений, получают представление об основах проектирования.

Раздел 2 Аддитивные технологии

Во втором модуле обучающиеся познакомятся с основами проектирования объемных моделей, 3D-моделирования и программной средой создания 3D-моделей, на практике освоят основные операции создания 3D-моделей, узнают особенности оборудования, освоят технологический процесс 3D-печати на примере законченного изделия небольшого уровня сложности, реализация кейса «Шахматные фигуры» с применением 3D-принтеров (изготовление шахматных фигур).

Раздел 3 Лазерные технологии

В третьем модуле обучающиеся познакомятся с основами 2D-моделирования, получают базовые знания по устройству и приемами работы на лазерном станке, знакомятся со свойствами применяемых материалов, научатся проектировать и на практике изготавливать изделия технологий,

реализация кейса «Шахматная доска», т. е. изготовление шахматной доски с применением лазерного станка.

Раздел 4 Субтрактивные технологии

В четвертом модуле произойдет знакомство с фрезерным оборудованием, с программной средой применяемой во фрезерных станках с ЧПУ, с особенностями технологического процесса фрезерной обработки и раскроя материалов, обучающиеся получают навыки практической работы по гравировке на примере изготовления законченного изделия с использованием 3D-моделей, реализация кейса «Шахматы подарочные» (гравировка надписей).

Раздел 5 Технология пайки электронных компонентов

В пятом модуле обучающиеся получают теоретические знания и познакомятся с основными электронными компонентами применяемыми в современном производстве, ознакомятся с технологией пайки и научатся паять на современном паяльном оборудовании с применением различных флюсов и припоев. Реализация кейса «Пайка» (практическая пайка электронной сборки).

Раздел 6 Кейс «Машина Гольдберга»

Знакомство с понятием «Машина Гольдберга». Постановка задач. Создание 3D модели деталей устройства. Тестирование устройства в реальных условиях. Доработка устройства с учетом выявленных недостатков. Публичная презентация созданного устройства.

Раздел 7 Кейс «Мечта обретает реальность»

Введение в проблему 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); изучение проблемы - групповое обсуждение; анализ материалов в свободном доступе, выявление существующих готовых технических решений для данной или похожих проблемных ситуаций; выявление достоинств и недостатков найденных решений. Проектирование эскиза изделия. Создание чертежей, прототипа решения (новый механизм, конструкция и др.), тестирование, доработка устройства. Презентация проекта.

4. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Процесс достижения поставленных целей и задач программы осуществляется в сотрудничестве обучающихся и педагога. При этом реализуются различные методы осуществления целостного педагогического процесса. На различных его этапах ведущими выступают отдельные, приведенные ниже методы.

Методы обучения:

- объяснительно-иллюстративные - демонстрация приемов работы с соответствующим программным обеспечением (с использованием проектора, интерактивной доски);
- практические (репродуктивные)

- частично-поисковые – изготовление продукта на основе технического задания, с помощью преподавателя;
- метод кейсов – индивидуальные или групповые ;
- индивидуальные – задания в зависимости от достигнутого уровня развития воспитанника;

Методы стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности:

- привлекательные задания для обучающихся;
- возможность изготовить и забрать с собой удачные модели;
- коллективные обсуждения выполненных работ.

Методы воспитания:

- беседы;
- метод примера;
- педагогическое требование;
- наблюдение, анкетирование, анализ результатов деятельности обучающихся, поощрение.

Выбор метода обучения зависит от содержания занятия, уровня подготовки и опыта обучающихся. На занятиях преобладают репродуктивный и репродуктивно-творческий методы.

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

5.1 Кадровое обеспечение программы

Программу реализует преподаватель детской железной дороги - структурного подразделения Восточно-Сибирской железной дороги филиала ОАО «РЖД» Мырин Д.Н., стаж работы 4 года, образование – высшее (бакалавриат), квалификация «Профессиональное обучение».

5.2 Материально-техническое обеспечение программы

№	Наименование	Ед.	Кол-во
Оборудование			
1	Ноутбук HP Pavilion 17-ab319ur + компьютерная мышь USB	шт.	7
2	Стол	шт.	7
3	Стул	шт.	7
4	Флипчарт (маркерная доска)	шт.	1
5	Ч/Б МФУ лазерный	шт.	1
6	Ноутбук HP ProBook 470 G4 + компьютерная мышь USB	шт.	3
7	3D-принтер учебный	шт.	4

8	Фрейзер учебный	шт.	4
9	Лазерный гравер учебный	шт.	1
10	Паяльная станция	шт.	6
11	Ручной инструмент	компл.	6
12	Листовое акриловое оргстекло		толщиной 2 мм – не менее 15 листов
13	Листовая фанера сорта не хуже 2/3		толщиной 4 мм – не менее 5 листов; толщиной 6 мм – не менее 10 листов; толщиной 8 мм - не менее 4 листов
14	Пластик PLA и ABS диаметра 1.75 мм		Не менее 10 кг
15	Припой	шт.	6
16	Клей для FDM-печати	шт.	6

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативные документы

1. Конвенция о правах ребенка (одобрена Генеральной Ассамблеей ООН 20 ноября 1989 г.). Ратифицирована Постановлением ВС СССР 13 июня 1990 г. № 1559-1 // СПС Консультант Плюс.
2. Федеральный Закон Российской Федерации от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 24.07.1998 №124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребенка в РФ».
4. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 г. № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 №877-р «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года».
6. Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 №1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей».

7. Приложение к письму Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.03.2011 №06-614 «Рекомендации по порядку проведения смен в учреждениях отдыха и оздоровления детей и подростков».

Для педагогов:

1. Тимирбаев Д. Ф. Хайтек тулкит. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 –128 с.
2. Альтшуллер Г.С. Введение в ТРИЗ и ЖСТЛ. Основные понятия и подходы. – С.Пб.: Официальный Фонд Г.С. Альтшуллера, 2003
3. Петров В.М. Простейшие приемы изобретательства.- М.: Солон-пресс, 2016 –132 с.
4. Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизнь. Стратегия творческой Личности. — Мн: Беларусь, 1994
5. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. – М.: Альпина бизнес букс, 2007 – 400 с.
6. В.Н. Виноградов В.Н., Ботвинников А.Д., Вишнепольский И.С. 3D моделирование и САПР — «Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений», - М.: Астрель, 2009
7. Герасимов А.Н. Самоучитель Компас-3D V12. – С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2011 – 464 с.
8. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.:ДМК Пресс, 2010 - 192 с.
9. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии машиностроения. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015 – 220с.
10. Ковалёв О.Б., Фомин В.М. Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов. – М.: Физматлит, 2013 – 256 с.
11. Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии».
12. Раздел: Введение в лазерные технологии. - С-Пб: СПбГУ ИТМО, 2009 - 143 с.
13. Ревич Юрий. Занимательная электроника. – С-Пб.: БХВ-Петербург, 2015
14. Ларин В.П. Технология пайки. Методы исследования процессов пайки и паяных соединений: Учебное пособие. - СПб.: ГУАП, 2002 - 42 с.

Для обучающихся:

1. Петров В.М. Простейшие приемы изобретательства.- М.: Солон-пресс, 2016 –132 с.

2. В.Н. Виноградов В.Н., Ботвинников А.Д., Вишнепольский И.С. 3D моделирование и САПР — «Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений», - М.: Астрель, 2009
3. Ревич Юрий. Занимательная электроника. – С-Пб.: БХВ-Петербург, 2015
4. Герасимов А.Н. Самоучитель Компас-3D V12. – С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2011 – 464 с.
5. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. – М.: Альпина бизнес букс, 2007 – 400 с.

7. ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ

Диагностическая карта

ФИО обучающегося (группа)/ уровень контроля	Надежность знаний и умений				Сформированность Soft skills												Готовность к продолжению обучения в Кванториуме			
	Соответствие уровню ограничений				Умение работать в команде				Изобретательское и инженерное мышление				Критическое мышление				Дата опроса	Готов (-а)	Не готов (-а)	Примечание
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3				
Иванов Иван Иванович (группа)																				
Текущий контроль																				
Итоговый контроль																				

Инструкция по заполнению диагностической карты:

Критерий «надежность знаний и умений» (усвоение терминологии, универсальных, профессиональных и предметных знаний и умений) оценивается по следующей шкале:

- 3 – высокий уровень знаний и умений;
- 2 – средний уровень знаний и умений;
- 1 – низкий уровень знаний и умений;
- 0 – знания и умения не сформированы

Критерий «сформированность Soft skills» (совокупность ключевых компетенций: Изобретательское и инженерное мышление, умение работать в команде, критическое мышление) оценивается по каждому из показателей по следующей шкале оценок:

- 3 – высокий уровень компетенций;
- 2 – средний уровень компетенций;
- 1 – низкий уровень компетенций;
- 0 – компетенции не сформированы

Критерий «готовность к продолжению обучения в Кванториуме» важен для отслеживания мотивации обучающихся на продолжение обучения в Кванториуме, а также готовности к участию в публичных мероприятиях. Обязательно указание даты опроса, соответствующей пометки «готов/ не готов», в случае необходимости примечания: почему обучающийся не планирует продолжать обучение, хочет перевестись на другое направление или в другую образовательную организацию.