

КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ЛИДЕР»

СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ «ДЕТСКИЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ»

ПРИНЯТА

на заседании педагогического  
совета

Протокол от 23.08.2024 №01-08 К/1

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ГАОУ ДО

«Лидер»

О.В. Сергеева

20 24 г



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
**«Хайтек. Измерение. Прямое/обратное моделирование.  
Субтрактивные и аддитивные технологии. Вводный уровень»**

Направленность программы: техническая

Срок освоения программы: 72 часа

Возраст обучающихся: 10-18 лет

Разработчик:  
педагог дополнительного образования  
Кирияков Станислав Игоревич

Великие Луки  
2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>3</b>
1.1 Пояснительная записка.....	3
1.2 Актуальность и новизна программы.....	3
1.3 Цели и задачи программы .....	5
1.4 Реализация программы в части компетенций .....	6
1.5 Нагрузка, количество часов.....	7
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ..</b>	<b>8</b>
2.1 Объём учебной дисциплины и виды учебной деятельности .....	8
2.2 Учебно-тематический план .....	8
2.3 Содержание учебно-тематического плана.....	10
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>15</b>
3.1 Материально-техническое обеспечение рабочей программы .....	15
3.2 Методические материалы.....	16
3.3 Информационное обеспечение образовательного процесса .....	17
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
4.1 Формы и методы контроля.....	21
4.2 Оценочные материалы.....	21
4.3 Планируемые результаты .....	22

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1 Пояснительная записка

Программа «Хайтек. Измерение. Прямое/обратное моделирование. Субтрактивные и аддитивные технологии. Вводный уровень» разработана в соответствии с требованиями нормативных документов:

- ФЗ РФ от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- ФЗ РФ от 14.07.2022 г. №295-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»;
- Указ Президента РФ от 7.05.2012 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки»;
- Концепция развития дополнительного образования детей, утверждена распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 г. № 678-р;
- Приказ Минпросвещения РФ от 27.07.2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Примерные требования к содержанию и оформлению образовательных программ дополнительного образования детей (письмо Минобрнауки РФ от 11.12.2006 № 06-1844);
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. №28 «Об утверждении СанПиН 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ, Письмо Минобрнауки РФ от 18.11.2015;
- Положение о детском технопарке «Кванториум» г. Великие Луки, утверждено приказом директора от 24 июля 2020 г.

Данная программа дополнительного образования направлена на ознакомление обучающихся с современными измерительными инструментами, основами прямого/обратного моделирования (2D\3D + чтение конструкторской документации) и производством деталей методом субтрактивных (лазерная резка, фрезерная обработка и прочее), аддитивных (3D печать) технологий. Содержание занятий выстроено так, чтобы при всей сложности материала, обучающиеся могли максимально эффективно воспринимать информацию и выполнять на практике поставленные задачи.

**Направленность программы:** техническая.

## 1.2 Актуальность и новизна программы

Актуальность данной программы объясняется стратегическими документами и приоритетными проектами, направленными на развитие дополнительного образования в России и Псковской области. В контексте

Стратегии-2030 наблюдается растущий спрос на профессии технического профиля. Без технического образования невозможно эффективно развивать производительные силы. Поэтому многие проекты не могут быть реализованы без знаний в области технологий обработки материалов и умения пользоваться соответствующим оборудованием. В этой связи усиливается значение технического творчества для формирования личности, способной активно участвовать в повышении социально-экономического потенциала России. Эта практико-ориентированная образовательная программа направлена на развитие у обучающихся предпрофессиональных качеств, необходимых для будущих рабочих и инженерных кадров, а также на выявление и поддержку талантливых обучающихся в сфере технического творчества.

**Новизна** образовательной программы заключается в образовательных уровнях, реализующихся через кейсовый подход обучения для проектных команд обучающихся в условиях специально оборудованной современной образовательной площадки – Хайтек-квантум. Данная дополнительная общеразвивающая программа разработана с учётом методических рекомендаций по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» и основывается на новом образовательном подходе: погружении обучающихся в насыщенную техносферу проектной, исследовательской и соревновательной активности. Дополнительная общеразвивающая программа «Хайтек. Измерение. Прямое/обратное моделирование. Субтрактивные и аддитивные технологии. Вводный уровень» воплощает идею Хайтек – квантума по выявлению и подготовке мотивированных обучающихся, готовых к использованию современных измерительных устройств (3D сканер), освоение и получение навыков прямого и обратного моделирования, конструирования и последующего изготовления изделий функциональных деталей на высокотехнологичном оборудовании (лазерный гравёр, фрезерная обработка ЧПУ).

Данная программа направлена на развитие ключевых компетенций обучающихся в области современных технологий обработки материалов. Она способствует формированию у обучающихся целого спектра знаний и навыков, которые позволяют им осваивать и применять инновационные подходы в промышленности. Во-первых, акцент на саморазвитии личности. Он подразумевает, что обучающиеся не только получают теоретические знания, но и учатся применять их на практике, что способствует их личностному росту. Это в свою очередь помогает развить познавательный интерес к современным технологиям, что является важным фактором в подготовке будущих специалистов.

Во-вторых, программа стимулирует исследовательскую и изобретательскую активность, что является актуальным в быстро меняющемся мире технологий. Обучающиеся учатся генерировать новые идеи, разрабатывать проекты и предлагать нестандартные решения, что важно для успешной карьеры в любой отрасли.

В-третьих, развитие способности к нестандартному мышлению и принятию решений в условиях неопределенности — это важный аспект

подготовки кадров для работы в 21 веке. Эти навыки востребованы не только в научных исследованиях, но и в предпринимательстве, где требуется поиск креативных решений и разработка инновационных продуктов.

Таким образом, программа создает комплексную среду для развития обучающихся, обеспечивая им все необходимые инструменты для успешного будущего в области технологий обработки материалов и других связанных секторов.

### **Отличительные особенности программы**

К отличительным особенностям настоящей программы относятся кейсовая система обучения, освоение навыков XXI века. Индивидуальный подход к разнообразным задачам. Зависимость/выбор метода проектирования готового образца путём прямого моделирования (когда есть только идея) или же с использованием приёмов обратного проектирования (когда есть повреждённая деталь и её необходимо восстановить) с применением измерительных устройств необходимой точности/погрешности (универсально измерительные инструменты, 3D сканер). Оптимизация цифровой модели под определённую заблаговременно (до моделирования), технологию производства (субтрактивное/аддитивное производство).

### **Адресат программы**

Данная образовательная программа разработана для работы с обучающимися от 10 до 18 лет. Программа предусматривает отбор мотивированных обучающихся для продолжения обучения на углубленном уровне квантума.

## **1.3 Цели и задачи программы**

### **Цель программы**

Заключается в формировании предметных (технических) компетенций по работе с высокотехнологичным оборудованием (3D сканер, Лазер, ЧПУ фрезер) посредством кейсовой системы обучения. Данная система представляет собой мощный инструмент, который помогает структурировать обучение и улучшить усвоение материала. Определить чёткую последовательность действий для последующей материализации различных задач (измерение-прямой/обратный моделинг-создание чертежа/управляющей программы-изготовление субтрактивное/ аддитивное). Этот подход обеспечивает более глубокое понимание технологий и процессов, а также способствует подготовке высококвалифицированных специалистов, способных успешно справляться с вызовами, которые ставит современное производство.

### **Задачи программы**

**Деятельностное присвоение обучающимися:**

- познакомить с основами инженерии и решения изобретательских задач;
- научить базовым принципам пользования измерительными инструментами;
- научить основам чтения конструкторской документации;
- научить основам прямого проектирования 2D и 3D моделей в САПР;
- научить основам обратного проектирования 3D моделей в САПР;
- научить основным принципам практической работы на субтрактивном оборудовании (лазерное, фрезерные станки с ЧПУ);
- научить основным принципам практической работы на аддитивном оборудовании (3D принтер).

#### **Развивающие:**

- стимулировать интерес к инженерным дисциплинам и технологиям обработки материалов;
- развивать память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление средствами математики;
- Стимулировать развитие навыков эффективной коммуникации и межличностного взаимодействия;
- Выявлять и развивать склонности к исследовательской и конструкторской деятельности через практические задания;
- выявлять и развивать навыки Soft skills: умение генерировать идеи, слушать и слышать собеседника, аргументированно обосновывать свою точку зрения, критическое мышление и умение объективно оценивать свои результаты;
- Формировать умения работы в команде и навыки координации взаимодействия в группе.

#### **Воспитательные:**

- воспитать нравственноволевые качества личности: ответственность, настойчивость, выдержку, целеустремленность;
- Формировать уважение к интеллектуальному и физическому труду, а также к достижениям других людей;
- подготовить осознанный выбор дальнейшей траектории обучения в «Кванториуме».

### **1.4 Реализация программы в части компетенций**

Образовательные компетенции, получаемые в результате освоения программы:

- производить контроль своих действий и результатов по заданному образцу;
- выполнять задание на основе заданного алгоритма (инструкции);
- задавать «умный» вопрос взрослому или сверстнику.

Коммуникативные компетенции, получаемые в результате освоения программы:

- уметь договариваться и приходить к общему мнению (решению) внутри

малой группы, учитывать разные точки зрения внутри группы;

- строить полный (устный) ответ на вопрос учителя, аргументировать своё согласие или несогласие с мнениями участников диалога.

Информационные компетенции, получаемые в результате освоения программы:

- формулировать поисковый запрос и выбирать способы получения информации;
- находить в сообщении информацию в явном виде.

Социальные компетенции, получаемые в результате освоения программы:

- организовывать рабочее место, планировать работу и соблюдать технику безопасности для разных видов деятельности;
- управлять проявлениями своих эмоций.

### **1.5 Нагрузка, количество часов**

Программа «Хайтек. Измерение. Прямое/обратное моделирование.

Субтрактивные и аддитивные технологии. Вводный уровень» рассчитана на двадцать четыре занятия. Количество учебных часов по программе: 72 академических часа (36 занятий по 2 академических часа).

Форма обучения: очная/заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

Программа «Хайтек. Измерение. Прямое/обратное моделирование.

Субтрактивные и аддитивные технологии. Вводный уровень» рассчитана на 36 занятия. Длительность и количество занятий – 2 академических часа 2 раза в неделю.

(1 академический час равен 45 минут, не включая перерыв).

Общий объём 72 академических часа.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

### 2.1 Объём учебной дисциплины и виды учебной деятельности

<i>Вид учебной работы</i>	<i>Объём работы</i>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	72
в том числе:	
Теоретическая часть	25
Практическая часть	31
Работа над проектом. Оформление презентации	12
Подготовка публичного выступления	2
Итоговая аттестация в виде защиты проектов	2

### 2.2 Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование разделов и тем	Часы		
		всего	теория	практика
<b>Кейс №1: Основы изобретательства и инженерии.</b>				
1.	Вводное занятие. Вводный инструктаж по ТБ.	2	1	1
2.	Методы поиска изобретательских задач.	2	1	1
3.	Кейс «Найди свою идею».	2	1	1
<b>Кейс №2: Основы измерения.</b>				
4.	Универсальные измерительные инструменты (ШЦ, рулетка и т.п.). Бесконтактная координатно-измерительная машина (3D сканер)	2	1	1
5.	Кейс «измерение»	3	1	2
<b>Кейс №3: Основы черчения/моделирования. Прямое проектирование («с нуля»).</b>				
6.	Чертеж. Для чего? Чтение, пространственное мышление. Разные виды на чертеже.	2	1	1
7.	САПР. Двухмерное черчение/моделирование. Компас 3D.	2	1	1
8.	САПР. Трёхмерное моделирование. Компас 3D.	2	1	1
9.	Кейс «Юный инженер»	6	2	4
<b>Кейс №4: Основы моделирования. Обратное проектирование (копирование/улучшение/оптимизация геометрических характеристик).</b>				
10.	Почему актуально? Моделирование на основе данных после измерения УСИ/Скан/Фото. Компас 3D.	3	1	2
11.	Изменение/улучшение/оптимизация (под конкретную технологию) геометрических характеристик объекта для последующего производства.	4	2	2
12.	Кейс «Создание 3х мерной копии объекта (улучшение)».	6	1	5
<b>Кейс №5: Основы производства. Субтрактивные технологии. Лазерная резка, фрезерная обработка ЧПУ.</b>				
13.	Понятие субтрактивных технологий. Область и специфика применения. Виды лазерно-гравировального	6	2	4



	оборудования. ЧПУ фрезерные.			
14.	Устройство лазерного станка, фрезерного станка ЧПУ, принципы функционирования. Режимы работы станка.	6	2	4
15.	Обзор возможностей векторных графических редакторов. Назначение, функционал, область применения. Расчет и создание раскроя изделия. Подготовка задания для лазерной резки.	6	2	4
16.	Кейс «Моя идея или подарок своими руками».	8	2	6
<b>Кейс №6: Основы производства. Аддитивные технологии. 3D печать.</b>				
17.	Основные принципы технологии.	2	2	0
18.	Построение, оптимизирование 3Dмодели в Компас 3D под последующую печать. Формирование технологического процесса в ПО Сига на основе, созданной математической модели в Компас 3D.	2	1	1
19.	Кейс «Моя идея или подарок своими руками».	2	1	1
<b>Кейс №7: Защита проекта.</b>				
20.	Предзащита и доработка проектов.	2	-	2
21.	Защита проектов. Итоговая рефлексия.	2	-	2
<b>Итоговое количество часов</b>		<b>72</b>	<b>26</b>	<b>46</b>

### 2.3 Содержание учебно-тематического плана

№ п/п	Тема занятия	Цель	Задачи	Soft skills	Hard skills	Стадия работы над итоговым проектом
<b>Кейс №1: Основы изобретательства и инженерии.</b>						
1.	<b>Вводное занятие. Вводный инструктаж по ТБ. Методы поиска изобретательских задач.</b>	Познакомиться с областью инженерии.	Знакомство с теориями и базовыми знаниями.	Знать основы и принципы теории решения изобретательских задач.	Владеть базовыми знаниями работы в современном инженерном оборудовании.	Введение в контекст.
2.	<b>Кейс «Найди свою идею».</b>	Поиск нестандартных решений задач.	Командное решение поставленных задач.	Способность применения теоретических знаний на практике, уметь работать в команде: планировать время, распределять роли и т.д.	Владеть базовыми знаниями работы в современном инженерном оборудовании.	Постановка проблемы, освоение учебного материала.
<b>Кейс №2: Основы измерения.</b>						
3.	<b>Универсальные измерительные инструменты (ШЦ, рулетка и т.п.). Бесконтактная координатно-измерительная машина (3D сканер).</b>	Познакомиться с измерением, основными понятиями.	Знакомство с теориями и базовыми знаниями.	Знание основ измерения.	Знание измерительного инструмента и умение им пользоваться.	Освоение учебного материала.
4.	<b>Кейс «измерение».</b>	Измерение образца.	Получение достоверных результатов измерения.	Способность применения теоретических знаний на практике,	Владеть базовыми знаниями использования различных	Постановка задачи, освоение учебного материала.

				уметь работать в команде: планировать время, распределять роли и т.д.	измерительных инструментов.	
<b>Кейс №3: Основы черчения/моделирования. Прямое проектирование («с нуля»).</b>						
<b>5.</b>	<b>Чертеж. Для чего? Чтение, пространственное мышление. Разные виды на чертеже.</b>	Познакомиться с черчением, основными понятиями.	Знакомство с теориями и базовыми знаниями.	Знание основ черчения.	Понимание принципов чтения конструкторской документации.	Освоение учебного материала.
<b>6.</b>	<b>САПР. Двухмерное черчение/моделиров ание. Компас 3D.</b>	Понимать построение двумерных моделей.	Самостоятельное выполнение двумерной модели специальной программе.	Уметь строить работу исходя из принципов CDIO, SCRUM.	Владеть базовыми навыками работы в современном инженерном программном обеспечении.	Освоение учебного материала.
<b>7.</b>	<b>САПР. Трёхмерное моделирование. Компас 3D.</b>	Понимать построение трёхмерных моделей.	Самостоятельное выполнение трёхмерной модели в специальной программе.	Уметь строить работу исходя из принципов CDIO, SCRUM.	Владеть базовыми навыками работы в современном инженерном программном обеспечении.	Освоение учебного материала.
<b>8.</b>	<b>Кейс «Юный инженер».</b>	Поиск нестандартных решений задач.	Командное решение поставленных задач.	Способность применения теоретических знаний на практике, уметь работать в команде: планировать время, распределять роли и т.д.	Владеть базовыми знаниями работы в современном инженерном оборудовании.	Постановка проблемы, освоение учебного материала.

<b>Кейс №4: Основы моделирования. Обратное проектирование (копирование/улучшение/оптимизация геометрических характеристик).</b>						
<b>9.</b>	<b>Почему актуально? Моделирование на основе данных после измерения УСИ/Скан/Фото. Компас 3D.</b>	Познакомиться с понятием «реверс инжиниринг»	Знакомство с теориями и базовыми знаниями обратного проектирования	Знание основ и различного программного обеспечения.	Понимание принципов создания трёхмерной копии повреждённой детали	Освоение учебного материала.
<b>10.</b>	<b>Изменение/улучшение/оптимизация (под конкретную технологию) геометрических характеристик объекта для последующего производства.</b>	Понимать смысл оптимизации модели под конкретную, выбранную технологию производства.	Самостоятельное выполнение оптимизации модели.	Уметь строить работу исходя из принципов CDIO, SCRUM.	Владеть базовыми навыками работы в современном инженерном программном обеспечении.	Освоение учебного материала.
<b>11.</b>	<b>Кейс « Создание 3х мерной копии объекта (улучшение)».</b>	Понимать построение трёхмерных моделей для реверса инжиниринга.	Самостоятельное создание копии детали в цифровой форме.	Уметь строить работу исходя из принципов CDIO, SCRUM.	Владеть базовыми навыками работы в современном инженерном программном обеспечении.	Освоение учебного материала.
<b>Кейс №5: Основы производства. Субтрактивные технологии. Лазерная резка, фрезерная обработка ЧПУ.</b>						
<b>12.</b>	<b>Понятие субтрактивных технологий. Область и специфика применения. Виды лазерно-гравировального оборудования, ЧПУ фрезерные</b>	Познакомится с основными понятиями. Получение знаний.	Применение полученных знаний в дальнейшей работе.	Способность применения теоретических знаний на практике.	Уметь работать на высокотехнологическом оборудовании.	Освоение учебного материала.
<b>13.</b>	<b>Устройство лазерного станка, фрезерного станка</b>	Познакомится с основными понятиями.	Применение полученных знаний в	Способность применения	Уметь работать на высокотехнологическом оборудовании.	Освоение учебного материала.

	<b>ЧПУ принципы его Функционирования. Режимы работы станка.</b>	Получение знаний.	дальнейшей работе.	теоретических знаний на практике.	еском оборудовании.	
<b>14.</b>	<b>Обзор возможностей векторных графических редакторов. Назначение, функционал, область применения.</b>	Познакомится с основными понятиями. Получение знаний.	Применение полученных знаний в дальнейшей работе.	Способность применения теоретических знаний на практике.	Уметь работать на высокотехнологическом оборудовании.	Освоение учебного материала.
<b>15.</b>	<b>Кейс «Моя идея или любимая игрушка».</b>	Навык изготовления различных деталей на лазерном оборудовании.	Изготовление деталей на лазерном оборудовании.	Способность применять теоретические знания на практике.	Уметь работать на высокотехнологическом оборудовании.	Освоение учебного материала.
<b>Кейс №6: Основы производства. Аддитивные технологии. 3D печать.</b>						
<b>16.</b>	<b>Основные принципы технологии.</b>	Приобретение знаний по изготовлению и использованию 3D модели.	Самостоятельное выполнение трёхмерной модели специальной программе, с применением различных операций.	уметь строить работу исходя из принципов CDIO, SCRUM.	владеть базовыми навыками работы в современном инженерном программном обеспечении.	Освоение учебного материала.
<b>17.</b>	<b>Построение, оптимизирование 3D-модели в Компас 3D под последующую печать. Формирование технологического процесса в ПО Cura на основе, созданной</b>	Выполнение различных операций в специальных программах.	Самостоятельное выполнение трёхмерной модели (и технологического процесса) в специальной программе, с применением	уметь строить работу исходя из принципов CDIO, SCRUM.	владеть базовыми навыками работы в современном инженерном программном обеспечении.	Освоение учебного материала.

	<b>математической модели в Компас 3D.</b>		различных операций.			
<b>18.</b>	<b>Кейс «Моя идея или любимая игрушка».</b>	Выполнение различных операций в специальных программах.	Самостоятельное изготовление детали на аддитивном оборудовании.	Уметь строить работу исходя из принципов CDIO, SCRUM.	Владеть базовыми навыками работы в современном инженерном программном обеспечении.	Освоение учебного материала.
<b>Кейс №7: Защита проекта.</b>						
<b>19.</b>	<b>Предзащита и доработка проектов.</b>	Подготовка к защите итогового учебного проекта.	Разработка презентации, доработка проекта.	Уметь работать в команде: планировать время, распределять роли и т.д.	Уметь работать на высокотехнологичном оборудовании (аддитивное, фрезерное, паяльное, ручное, КИП-оборудование и др.).	Презентация результатов, доработка и тестирование.
<b>20.</b>	<b>Защита проектов. Итоговая рефлексия.</b>	Публичное представление итогов проектной деятельности.	Представление проекта, оценка результатов.	Уметь работать в команде: планировать время, распределять роли и т.д.	Уметь работать на высокотехнологичном оборудовании (аддитивное, фрезерное, паяльное, ручное, КИП-оборудование и др.).	Представление выполненных проектов, итоговое завершение.

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

#### 3.1 Материально-техническое обеспечение рабочей программы

Наименование	Количество
Штангельциркуль электронный 150 мм	3
Аккумуляторный многофункциональный инструмент (мультигул)	3
Аппарат точечной сварки FUBAG	1
Весы электронные ВК-3000	2
Вращатель для гравировки цилиндрических изделий с конусами	1
Генератор сигналов/осциллограф/мультимерт портативный HANTEK DSO 8202E	1
Интерактивная панель (Доска LED интерактивная сенсорная, модель Престиж 65	1
Источник бесперебойного питания ИБП FSP DPV 2000	3
Источник питания программируемый-	1
Лазерный гравер Trotec Speedy-100 Flexx	1
Монитор BENQ 27" BL 2783	11
Мультимерт, тип 2 DM3058	1
МФУ Canon + SENSYS MF744Cw	1
Напольная мобильная стойка	1
Настольный мультимерт Fluke 8846A	3
Осциллограф DS4014	1
Пила торцовочная Metabo KGS302M	1
Поворотная ось Roland ZCL-50	1
Промышленный пылесос	1
Сабельная пила Makrita JR 3070CT	1
Сверлильный станок настольный Bosch PBD 40 0603B0700	1
Специализированный компьютер для станка с монитором Elextron (R5-3400G/8Гб/SSD 128Гб/Windows 10/клавиатура/мышь/монитор 24" 1920x1080)	3
Станция паяльная индукционная, 2 канала METCAL в комплекте с наконечниками	1
Стационарный ПК тип 1 Flextron (R5-2600/16Гб/SSD 128Гб/HDD 1 Тб/видеокарта RTX 2060 8Гб/Windows 10/клавиатура/мышь	11
Стеллаж 5 полок, 2000x1330x600 мм	3
Стойка размещения ПК для станка, 1715x835x815 мм	3
Стол для педагога	2
Стол паяльщика с дополнительным освещением, 665-965x1035x700 мм	3
Токовые клещи/мультимерт APPA 30R	5
Тумба металлическая для инструмента (тележка)	1

Фрезерный станок тип 1 Roland MDX-50	1
Фрезерный станок тип 2 Roland SRM-20	5
Шкаф металлический инструментальный 1820x871x550	1
Шуруповерт Bosch GSR 12V-15 FC Professional	3
Верстак	4
Гигрометр ADA ZHT 100-70	1
Доска-флипчарт магнитно-маркерная (70x100 см) BRAUBERG Стандарт	1
Источник бесперебойного питания, тип 1 Power Smart ULB-800	5
Клеевой пистолет BOSCH PKP 18 E	12
Кресло	1
Многофункциональный инструмент Гравер Dremel 3000-1/25, гибкий вал и набор насадок 25 шт.	3
Мультимерт, тип 1 APPA 30R	4
Промышленная тележка подкатная	2
Рулетка NEO стальная лента 3мх19 мм магнит 67-113	3
Станция паяльная цифровая (фен+паяльник), Lukey (Китай)	6
Стол, тип 1	5
Стол, тип 2	3
Стул ученический регулируемый 1	11
Стул ученический регулируемый 2	3
Тумба тип 2	1
Тумба, тип 1	1
Утюг Maxwell MW-3042 1800Вт, подошва из нерж. стали	1
Цифровой штангельциркуль	6
Электролобзик Makita 4329, рез 65мм,ход 18мм	2

### 3.2 Методические материалы

Учебно-методические средства обучения для освоения программы:

- специализированная литература;
- наборы технической документации к применяемому оборудованию;
- фото- и видеоматериалы;
- учебно-методические пособия для педагога и обучающихся, включающие дидактические, информационные, справочные материалы на различных носителях.

Применяемое на занятиях дидактическое и учебно-методическое обеспечение и включает в себя электронные учебники, справочные материалы и системы используемых программ.

В качестве методов обучения по программе используются наглядно-практический, исследовательский проблемный, проектные методы.

На занятиях используются различные формы организации образовательного процесса:



- индивидуальная
  - индивидуально-групповая
  - групповая.
- Формы организации учебного занятия:
- защита проектов;
  - практическое занятие.
- Педагогические технологии:
- технология проблемного обучения;
  - технология проектной деятельности.

### 3.3 Информационное обеспечение образовательного процесса

#### Используемые интернет-ресурсы

№	Интернет-адрес	Название ресурса	Где используется и для чего
1.	<a href="https://youtu.be/dkwNj8Wa3YU">https://youtu.be/dkwNj8Wa3YU</a>	Урок по «Компас»	САПР. Двухмерное черчение.
2.	<a href="https://vimeo.com/415137294">https://vimeo.com/415137294</a>	Урок по измерениям	Основы измерения
3.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=5PgTSJ1PWGo">https://www.youtube.com/watch?v=5PgTSJ1PWGo</a>	Урок по измерениям-3д сканирование	Основы измерения
4.	<a href="https://ru.coursera.org/learn/vvedenie-v-lasernietehnologii/lecture/CDO8P/vviedieniie-v-laziernyietiekhnologhii">https://ru.coursera.org/learn/vvedenie-v-lasernietehnologii/lecture/CDO8P/vviedieniie-v-laziernyietiekhnologhii</a>	Лазерные технологии	Устройство лазерного станка, принципы его Функционирования
5.	<a href="https://rutube.ru/video/d52c5738d8f126dc6738488325c87e9a/?&amp;utm_source=embed&amp;utm_medium=referral&amp;utm_campaign=logo&amp;utm_content=d52c5738d8f126dc6738488325c87e9a&amp;utm_term=yastatic.net%2F&amp;referrer=appmetrica_tracking_id%3D1037600761300671389%26ym_tracking_id%3D14374352100768106894">https://rutube.ru/video/d52c5738d8f126dc6738488325c87e9a/?&amp;utm_source=embed&amp;utm_medium=referral&amp;utm_campaign=logo&amp;utm_content=d52c5738d8f126dc6738488325c87e9a&amp;utm_term=yastatic.net%2F&amp;referrer=appmetrica_tracking_id%3D1037600761300671389%26ym_tracking_id%3D14374352100768106894</a>	3Д печать	Основы производства. Аддитивные технологии. 3D печать.
6.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=B8a9N2Vjv4I%20">https://www.youtube.com/watch?v=B8a9N2Vjv4I%20</a>	Как делают пресс формы. Пресс-форма для литья пластмасс под давлением.	Станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

#### Список литературы для обучающихся:

1. Рэдвуд, Бен и др. 3D-печать. Практическое руководство/ Бен Рэдвуд.– М.: ДМК Пресс, 2020. – 220 с.
2. Диамандис, П., Котлер, С. Будущее быстрее, чем вы думаете/ П. Диамандис, С. Котлер. – М.: ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2021. –500 с.
3. Сосонкин, В.Л., Мартинов, Г.М. Системы числового программного управления / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. – М.: Логос, 2019. – 296 с.
4. Турчин, Д.Е. Программирование обработки на станках с ЧПУ: методические указания к лабораторным работам / Д.Е. Турчин. – Кемерово: КузГТУ, 2021. – 94 с.
5. Фельдштейн, Е.Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ/ Е.Э. Фельдштейн. – М.: Новое знание, 2021. – 299 с.
6. Чуваков, А.Б. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ. Производственное оборудование и основы программирования операций / А.Б. Чуваков. – Нижний Новгород: НГТУ, 2019. – 200 с.
7. Раннев, Г.Г. Методы и средства измерений: учебник / Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. – 5–е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 332 с.
8. Ахметсагиров, Р.И. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебно–методический комплекс для студентов спец. "Управление качеством" / Р.И. Ахметсагиров, Л.Н. Дрогайлова. – Казань: Познание, 2008. – 69 с.

#### **Список литературы для педагогов:**

##### **Изобретательство и инженерия**

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986.
2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. — М: Московский рабочий, 1969.
3. Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Как стать гением: жизн. стратегия творч. личности. — Мн: Беларусь, 1994.
4. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений: пер. с англ. — М.: Мир, 1969. John R. Dixon. Design Engineering: Inventiveness, Analysis and Decision Making. McGraw-Hill Book Company. New York. St. Louis. San Francisco. Toronto. London. Sydney. 1966.
5. Иванов Г.И. Формулы творчества, или как научиться изобретать: кн. для учащихся ст. классов. — М.: Просвещение, 1994.
6. Официальный сайт фонда Г.С. Альтшуллера - <https://www.altshuller.ru/school/school1.asp>
7. Фиговский О.Л. Инновационный инжиниринг - путь к реализации оригинальных идей и прорывных технологий // Инженерный вестник дона. 2014. №1. [URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321](http://URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321)

##### **Измерения**

1. ГОСТ 8.051-81 (СТ СЭВ 303-76) ГСИ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм.

2. РД 50-98-86 МУ. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм (По применению ГОСТ 8.051-81)
3. С.В. Кулешов, А.А. Зайцева, А.Ю. Аксенов, А.А. Карпов, И.С. Кипяткова, И.В. Ватаманюк **3D-ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**  
Учебно-методическое пособие
4. Лысыч, М. Н. Современные системы 3D сканирования /Молодой ученый.
5. Г. Н. Дьякова, В. Е. Смяян, Е. И. Кордикова Белорусский государственный технологический университет **3D-СКАНИРОВАНИЕ И ПОСЛЕДУЮЩЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕТОДАМИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

#### **Прямое/обратное 3D-моделирование и САПР**

1. Большаков, В. Бочков А., Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. - Изд. Питер. 2012
2. Большаков В. КОМПАС-3D для студентов и школьников. Изд-во БХВ-Петербург, 2010.
3. Виноградов В.Н., Ботвинников А.Д., Вишнепольский И.С. Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений. — М.: Астрель, 2009.
4. Ройтман И.А., Владимиров Я.В. Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений. — Смоленск, 2000.
5. Герасимов А.А. Самоучитель КОМПАС-3D V9. Трёхмерное проектирование. — 400 с.
6. Прахов А.А. Самоучитель Blender 2.7. — СПб.: БХВ-Петербург, 2016. — 400 с.
7. Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие / А.И. Боровков [и др.]. — СПб.: Издво Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.
8. Малюх В.Н. Введение в современные САПР: курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.
9. Кугаевский С. С. Реверс-инжиниринг и быстрое прототипирование в машиностроении : учебно-методическое пособие
10. **СТРАТЕГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАТНОГО ИНЖИНИРИНГА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ**  
Рубанова Кристина Анатольевна
11. Водин, Д. В. Применение технологии обратного инжиниринга в машиностроении / Д. В. Водин. Санкт-Петербург : Свое издательство, 2016. — С. 67-69.

#### **Лазерные технологии**

1. Астапчик С.А., Голубев В.С., Маклаков А.Г. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке. — Белорусская наука.
2. Colin E. Webb, Julian D.C. Jones. Handbook of Laser Technology And Applications (Справочник по лазерным технологиям и их применению) book 1-2 — IOP.89
3. Steen William M. Laser Material Processing. — 2nd edition. — Great Britain: SpringerVerlag.

4. Байбородин Ю. В. Основы лазерной техники. Киев, Издательство Выща школа, Головное изд-во, 1988 5. Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2009 — 143 с.
5. Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. — М.: Физматлит, 2008.

#### **Аддитивные технологии (3D печать)**

1. Смирнов, В.В., Барзали В.В., Ладнов П.В. Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности // Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. №2 (14). 2015. С. 23-27
2. Зорин В.А., Полухин Е.В. Аддитивные технологии. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве дорожно-строительных машин // Строительная техника и технологии. 2016. №3(119). С. 54-57
3. Смуров И.Ю., Конов С.Г., Котобан Д.В. О внедрении аддитивных технологий и производства в отечественную промышленность // Новости материаловедения. Наука и техника. 2015. № 2. С. 11-22.
4. Дьячков В.Н., Баринов А.Ю., Никитин К.В. Применение аддитивных технологий в производстве литых изделий // Литейное производство. 2016. № 5. С. 30-32.
5. М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

## **4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Формы и методы контроля**

Для контроля и самоконтроля за эффективностью обучения применяются методы:

- Предварительные (наблюдение, устный опрос);
- Текущие (наблюдение);
- Итоговые (проект).

Формы фиксации образовательных результатов:

Для фиксации образовательных результатов в рамках курса используются:

- Отзывы обучающихся по итогам занятий и итогам обучения.

Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов:

- Защита проектов.

Формы подведения итогов реализации программы:

- Педагогическое наблюдение;
- Педагогический анализ выполнения обучающимися учебных заданий;
- Защита проектов;
- Активность обучающихся на занятиях.

### **4.2 Оценочные материалы**

Основная форма аттестации – защита проектов.

Оценка результатов проектной деятельности производится по трём уровням:

«высокий»: проект носил творческий, самостоятельный характер и выполнен полностью в планируемые сроки; «средний»: обучающийся выполнил основные цели проекта, но в проекте имеют место недоработки или отклонения по срокам; «низкий»: проект не закончен, большинство целей не достигнуты.

Цель мониторинга образовательных результатов – сбор сведений об этапах и уровне достижения обучающимися результатов освоения образовательной программы.

Система отслеживания, контроля и оценки результатов обучения по данной программе имеет три основных критерия:

1. Надежность знаний и умений – предполагает усвоение терминологии, способов и типовых решений в сфере квантума.
2. Сформированность личностных качеств – определяется как совокупность ценностных ориентаций в сфере квантума, отношения к выбранной деятельности, понимания ее значимости в обществе.
3. Готовность к продолжению обучения в ДТ «Кванториум» – определяется как осознанный выбор более высокого уровня освоения выбранного вида деятельности, готовность к соревновательной и публичной деятельности.

Критерий «Надежность знаний и умений» предусматривает определение начального уровня знаний, умений и навыков обучающихся, текущий контроль в течение занятий, итоговый контроль.

Входной контроль – это важный этап обучения, который помогает педагогам оценить уровень подготовки и знания обучающихся. На первых занятиях наблюдение за работой обучающихся позволяет выявить их сильные и слабые стороны, понять уровень мотивации и интереса к предмету.

Текущий контроль проводится с помощью различных форм, предусмотренных кейсами или дисциплинами. Цель текущего контроля – определить степень и скорость усвоения каждым ребенком материала и скорректировать программу обучения, если это требуется.

Итоговый контроль оценивает реальное состояние знаний, умений и навыков ученика, а также степень усвоения материала по каждому разделу и всей учебной программе. Формы оценки результатов обучения включают защиту индивидуального или группового проекта, выставку работ, соревнования и взаимную оценку работ между обучающимися.

Критерий «Сформированность личностных качеств» включает в себя оценку и измерение социальных компетенций, таких как осознанность в деятельности, ценностное отношение к ней, а также интерес и удовлетворение познавательных и духовных потребностей. Это предполагает использование методов психологической диагностики и поддержки, наблюдения со стороны педагогов и психологов, а также проведение тестов, анкетирования и других способов исследования индивидуальности.

Критерий «Готовность к продолжению обучения в ДТ «Кванториум» является временным в первом цикле реализации программы. Предполагает сформированность установки на продолжение образования в ДТ «Кванториум» по иным уровням разного уровня сложности. Также учитывает готовность ребенка к публичной деятельности и участию в соревнованиях через использование методов социальных проб, наблюдения и опроса.

### 4.3 Планируемые результаты

По итогам освоения программы «Хайтек. Измерение. Прямое/обратное моделирование. Субтрактивные и аддитивные технологии. Вводный уровень» у обучающихся должно сформироваться представление о современных технологиях, этапах и методах их проектирования.

В результате освоения вводного уровня обучающиеся **должны знать:**

- основы и принципы теории решения изобретательских задач, овладение начальными базовыми навыками инженерии;
- основы пользования измерительными инструментами;
- основы чтения конструкторской документации;
- принципы прямого/обратного проектирования в САПР, основы создания и проектирования 2D- и 3D-моделей;
- основы и владение практическими базисными знаниями работы на

- субтрактивном оборудовании (лазерное, фрезерные станки с ЧПУ);
- основные принципы практической работы на аддитивном оборудовании (3D принтер).

**должны уметь:**

- эффективно взаимодействовать с командой: налаживание коммуникации, совместное планирование и оперативное решение возникающих вопросов;
- анализировать и систематизировать информацию: умение извлекать полезные данные из разнообразных источников и структурировать их для принятия обоснованных решений;
- формулировать актуальные вопросы для глубокого анализа проекта: задавать точные и целенаправленные вопросы, способствующие прояснению задач и поиску путей их решения;
- оценивать различные подходы к решению задач и выбирать оптимальные варианты: умение анализировать доступные решения и принимать решения, основываясь на обстоятельствах;
- проявлять техническое мышление, творческую инициативу, самостоятельность;
- креативно подходить к техническим вызовам: разработка нестандартных решений и применение оригинальных методов для достижения целей;
- способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей.

**Требования к результатам освоения программы**

**Личностные:**

- развивать настойчивость и умение справляться с трудностями на пути к достижению целей;
- формировать ценности трудолюбия, внимательности, ответственности и постоянства в работе над задачами;
- стимулировать интерес к освоению новых знаний и умений, способствовать развитию критического мышления;
- формировать коммуникативные навыки в коллективе;
- Поддерживать формирования духовных и моральных ориентиров в жизни, обращая внимание на важность труда и социального взаимодействия.

**Предметные:**

- развитие знаний в технологии решения изобретательских задач и научатся использовать их в проектной деятельности;
- получен навык измерения различных объектов различным измерительным инструментом
- изучены принципы прямого/обратного проектирования в САПР, создания

и проектирования 2D и 3D моделей;

- формирование навыков использования оборудования при выполнении проектных заданий (субтрактивное/аддитивное).

Уровень сформированности и освоенности навыков выявляется в ходе защит учебных исследовательских и проектных работ