

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 09.01.2025 №01-08 К/3

УТВЕРЖДАЮ  
Врио директора ГАОУ ДО  
«Лидер»  
О.В. Сергеева  
«*Сергеева*» 20 25 г



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
«Хайтек. Субтрактивные/аддитивные технологии, пайка. Углубленный  
уровень»

Направленность программы: техническая  
Срок освоения программы : 72 часа  
Возраст обучающихся: 10-18 лет

Разработчики:  
педагог дополнительного образования  
Кирияков Станислав Игоревич

Великие Луки  
2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ .....</b>                      | <b>3</b>  |
| 1.1 Пояснительная записка .....                                | 3         |
| 1.2 Актуальность .....   | 3         |
| 1.3 Цели и задачи программы .....                              | 5         |
| 1.4 Реализация программы в части компетенций .....             | 5         |
| 1.5 Нагрузка, количество часов .....                           | 6         |
| <b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ.....</b>        | <b>7</b>  |
| 2.1 Объём учебной дисциплины и виды учебной деятельности ..... | 7         |
| 2.2 Учебно-тематический план .....                             | 7         |
| 2.3 Содержание учебно-тематического плана .....                | 9         |
| <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.....</b>                   | <b>20</b> |
| 4.1 Формы и методы контроля .....                              | 20        |
| 4.2 Оценочные материалы .....                                  | 20        |
| 4.3 Планируемые результаты .....                               | 21        |

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1 Пояснительная записка

Программа «Хайтек. Субтрактивные/аддитивные технологии, пайка. Углубленный 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 направлена на более углубленное изучение обучающимися современным направлений программирования, современному производству с применением лазерно-гравировальных, аддитивных установок, а также пайки. 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

В рамках Концепции технологического развития на период до 2030 года, все более востребованными становятся профессии технического профиля. Программа помогает формировать личность, способную в будущем к активному участию в развитии социально-экономического потенциала Российской Федерации и закладывает основы технологического предпринимательства, способствует развитию у обучающихся интереса к инженерной и изобретательской деятельности. Развитие производительных

сил невозможно без технического образования.

**Новизна** образовательной программы состоит в том, что она разработана с учётом современных тенденций в образовании по принципу блочно-кейсового освоения материала, что максимально отвечает запросу социума на возможность выстраивания обучающимися индивидуальной образовательной траектории.

Обучающиеся, изучающие субтрактивные и аддитивные технологии, могут решать различные задачи, связанные с производством, дизайном, инженерией и другими областями. Они могут научиться создавать прототипы, оптимизировать процессы производства, изучать свойства материалов и многое другое. Выбор между этими технологиями зависит от требований к точности, сложности формы, экономии материала и других факторов. В некоторых случаях может быть целесообразно использовать обе технологии для достижения наилучших результатов.

Настоящая дополнительная общеразвивающая программа разработана на основе методических рекомендаций по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» и реализуется на новом образовательном подходе: погружение ребенка в насыщенную техносферу проектной, исследовательской и соревновательной деятельности.

### **Отличительные особенности программы**

Программа акцентирует внимание на изучении пайки как ключевого навыка для специалистов в области высоких технологий. Участники освоят различные методы пайки и научатся работать с разными материалами. Углублённое изучение субтрактивных и аддитивных технологий способствует осознанному пониманию процессов, происходящих на производстве, и оптимизации их.

Программа включает в себя практические занятия, которые позволят обучающимся применить полученные знания на практике. Это может быть работа с оборудованием, разработка прототипа, создание опытного образца для заказчиков из реального сектора или решение задач.

Междисциплинарный подход программы может объединять в себе элементы из разных областей, таких как инженерия, материаловедение, электроника и программирование. Это позволит участникам получить более широкое понимание процессов, происходящих на производстве. А также программа углубленного уровня предполагает межквантовое взаимодействие в СП «Детский технопарк «Кванториум».

Обучающиеся по данной программе могут получить поддержку и консультации от наставников, экспертов в области высоких технологий, заказчиков из реального сектора.

### **Адресат программы**

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

уровне квантума.

### **1.3 Цели и задачи программы**

#### **Цель программы**

Цель дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Хайтек. Субтрактивные/аддитивные технологии, пайка. Углублённый уровень» заключается в создании условий для формирования у обучающихся уникальных компетенций по работе с высокотехнологичным оборудованием.

#### **Задачи программы**

##### **Деятельностное присвоение обучающимися:**

- продолжить формировать навык 2D и 3D моделирования в САПР;
- продолжить изучать основы инженерии, такие разделы как конструирование и проектирование на примере реальных задач кейсов;
- продолжить формировать навык практической работы на лазерном оборудовании и 3d-принтер;
- формировать навыки умений практической работы при пайке электронных компонентов.

##### **Развивающие:**

- 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;
- развивать умения командной работы, координации действий
- развивать коммуникативные умения;
- выявлять способности к инженерно-конструкторской, исследовательской и проектной деятельности;
- стимулировать интерес к техническим наукам, обработке материалов;
- развивать память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление средствами математики;
- содействовать профессиональному самоопределению обучающихся.

##### **Воспитательные:**

- подготовить осознанный выбор дальнейшей траектории обучения в «Кванториуме»;
- воспитывать ответственность за результаты учебного труда, понимание его значимости, соблюдение техники безопасности, санитарно-гигиенических условий труда и чистоты;
- воспитать нравственно-волевые качества личности: ответственность, настойчивость, выдержку, целеустремленность;
- воспитывать уважение к интеллектуальному и физическому труду.

### **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. Субтрактивные/аддитивные технологии, пайка. Углубленный уровень» рассчитана на тридцать шесть занятий. 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. Субтрактивные/аддитивные технологии, пайка. Углубленный уровень» рассчитана на 36 занятий. 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                          | 27                  |
| Практическая часть                           | 45                  |
| 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: Мышление - изобретательство и инженерия в повседневной жизни.</b>                    |  |       |        |          |
| 1.   | Углубленный уровень - определение сути проблемы и влияния совокупных факторов. Вводный инструктаж по ТБ. | 2     | 1      | 1        |
| 2.   | Эксперименты с разными нестандартными решениями для достижения поставленных целей.                       | 4     | 2      | 2        |
| 3.   | Использование разных подходов и постоянное улучшение приобретённых навыков.                              | 4     | 2      | 2        |
| 4.   | Ремонт, усовершенствование конечного решения.  | 2     | 1      | 1        |
| <b>Кейс №2: Проектирование и моделирование. Определение компонентов и исследование объектов.</b> |  |       |        |          |
| 5.   | Инструменты параметризации моделей в Компас 3D.  | 6     | 2      | 4        |
| 6.   | Топологическая оптимизация решений с применением CAD/CAE.  | 6     | 2      | 4        |
| 7.   | Векторный графический редактор как графический конструктор. Объединение с CAD-системой.                  | 4     | 2      | 2        |
| 8.   | Допуски и посадки при проектировании изделий. Анализ прочности конструкции.                              | 4     | 2      | 2        |
| <b>Кейс №3: Субтрактивная технология. Лазерная обработка материалов.</b>                         |  |       |        |          |
| 9.   | Что такое лазерная резка и гравировка: технология, материалы, преимущества.                              | 4     | 2      | 2        |
| 10.  | Совмещение аддитивного и субтрактивного производства.  | 4     | 1      | 3        |
| 11.  | Проверка и наладка оптического тракта лазерного луча.  | 2     | -      | 2        |
| 12.  | Процесс постобработки изделия после лазерной резки.  | 4     | 2      | 2        |
| <b>Кейс №4: Аддитивные технологии. 3D печать.</b>  |  |       |        |          |
| 13.  | Оптимизация модели под последующую 3D печать.  | 4     | 2      | 2        |

|                                   |   |           |           |           |
|-----------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|
| 14.                               | Печать моделей со сложной геометрией.                         | 4         | 2         | 2         |
| 15.                               | Диагностика и устранение неисправностей в работе 3D принтера. | 4         | 2         | 2         |
| <b>Кейс №5: Пайка.</b>            |   |           |           |           |
| 16.                               | Паяльные технологии. Технология ручной пайки.                 | 2         | 1         | 1         |
| 17.                               | Распайка микросхем.   | 2         | 1         | 1         |
| <b>Кейс №6: Защита проекта.</b>   |   |           |           |           |
| 18.                               | Тестирование прототипов и отработка функциональности.         | 4         | -         | 4         |
| 19.                               | Предзащита и доработка проектов.                              | 4         | -         | 4         |
| 20.                               | Защита проекта и рефлексия.                                   | 2         | -         | 2         |
| <b>Итоговое количество часов.</b> |   | <b>72</b> | <b>27</b> | <b>45</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: Мышление - изобретательство и инженерия в повседневной жизни.</b> |  |  |   |  |   |   |
| 1.  | Углубленный уровень - определение сути проблемы и влияния совокупных факторов. Вводный инструктаж по ТБ. | Обучить детей умению наблюдать и обнаруживать первичные признаки проблемы.   | Понять цели обучения и научиться анализировать симптомы корневых причин.  | Развитие логического взаимосвязанного мышления.      | Способность выполнения сложных практических заданий.                      | Определение цели проекта исходя из осознания текущей проблемы в обозначенной области. |
| 2.  | Эксперименты с разными нестандартными решениями для достижения поставленных целей.                       | Познакомить обучающихся с способами создания условий для тестирования различных стратегий и методов, позволяющих достичь поставленных целей, с акцентом на инновации и креативность. | Научиться искать положительные аспекты даже в сложных ситуациях.  | Формирование гибкости мышления.                      | Редактирование или изменение формы детали в специализированном ПО.        | Генерация и оценка различных идей.  |
| 3.  | Использование разных подходов и постоянное улучшение приобретённых навыков.                              | Повысить производительность и эффективность в рабочих задачах.   | Научиться на практике применять полученные знания в различных ситуациях. Оценка своих текущих навыков и определение | Командная работа, развитие коммуникационных навыков. | Навыки использования различного ручного/автоматизированного оборудования. | Определить из множества вариантов самый оптимальный в конкретном случае.              |

|  |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|
|  |   |   | направлений для улучшения.  |   |   |   |
| 4.   | Ремонт, усовершенствование конечного решения.   | Научиться восстанавливать, совершенствовать различные объекты.  | Придумать и найти конкретный пример и решить по теме занятия.                                 | Концентрация на поставленной цели.                              | Использование различных команд для построения твердотельной модели в ПО.      | От проблемы к решению.  |
| <b>Кейс №2: Проектирование и моделирование. Определение компонентов и исследование объектов.</b> |   |   |   |   |   |   |
| 5.   | Инструменты параметризации моделей в Компас 3D.   | Разработать уникальные технические решения для проекта.   | Построение разнообразных параметрических моделей.   | Гибкое изменение \воздействие на полученный итоговый результат. | Практические навыки работы в Компас 3D, используя возможности параметризации. | Производство опытного образца и параметрическое внесение изменений в модель.          |
| 6.   | Топологическая оптимизация решений с применением CAD/CAE.                               | Познакомить участников с принципами топологической оптимизации, научить их работать с CAD/CAE-системами и применить полученные знания для решения практических задач. | Рассмотреть варианты оптимизации конструкций с учетом нагрузок и производственных требований. | Коммуникация, решение проблем.                                  | Анализ и оптимизация моделей в CAD/CAE. Умение работать с CAD/CAE-системами.  | Оптимизация решений и внесение целесообразных конструктивных изменений.               |
| 7.   | Векторный графический редактор как графический конструктор. Объединение с CAD-системой. | Ознакомиться с инструментами графического редактора CorelDraw.  | Научиться на практике применять инструменты графического                                      | Графическое плоскостное (2D) и объёмное (3D) мышление.          | Работа в CorelDRAW объединение с CAD и наоборот.                              | Подготовка файлов (траектории перемещения) для последующей обработки на оборудовании. |

|  |   |   |   |  |   |   |
|--|---|---|---|--|---|---|
|  |   |   | редактора CorelDraw.  |  |   |   |
| <b>8.</b>  | Допуски и посадки при проектировании изделий. Анализ прочности конструкции. | Ознакомить обучающихся с этапами анализа прочности конструкции, научиться производить расчёт на прочность любой конструкции; определение: внешних нагрузок, внутренних усилий, запасов прочности. | Выполнение расчётов на прочность и анализ собираемости исходя из определённых допусков.                       | Оценка рисков.   | Использование специализированного ПО (Компас 3Д) для анализа прочности. | Анализ надежности, собираемости и подготовка к производству.  |
| <b>Кейс №3: Субтрактивная технология. Лазерная обработка материалов.</b> |   |   |   |  |   |   |
| <b>9.</b>  | Что такое лазерная резка и гравировка: технология, материалы, преимущества. | Определение преимуществ и недостатков. Изучение способов и методов технологии резки/гравировки.   | Научиться на практике подбирать режимы для лазерной резки и гравировки. Оборудование Trotec Speedy-100 Flexx. | Развитие логического мышления.                                 | Способность выполнения сложных практических заданий.                    | Производство на лазерном оборудовании и возможность внесения правок в управляющую программу для достижения предсказуемого результата. |
| <b>10.</b>   | Совмещение аддитивного и субтрактивного производства.                       | Обрести понимание как разные технологии могут дополнять друг друга.   | Научиться на практике использовать лучшие возможности разных технологий                                       | Командная работа разных способов/методов обработки материалов. | Работа на 3D-принтере и лазерном гравёре.                               | Выращивание и вырезание функциональных прототипов разных форм и размеров.   |

|  |   |   |  |  |  |   |
|--|---|---|--|--|--|---|
|  |   |   | для достижения своих целей.  |  |  |   |
| 11.  | Проверка и наладка оптического тракта лазерного луча. | Ознакомиться в общем с инструментами обслуживания лазерного оборудования.                                 | Уметь на практике и понимать как самостоятельно выполнить обслуживание оборудования (очистка линз и пр.).                                  | Оценка рисков. Взаимосвязь бракованной детали (не вырезалась и пр. дефекты) с давно необслуживаемым оборудованием. | Технические навыки. Ремонт лазерного оборудования.   | Диагностика оборудования, выявление неисправностей и коррекция.             |
| 12.  | Процесс постобработки изделия после лазерной резки.   | Обучиться видеть, понимать и различать случаи, когда постобработка необходима, а когда это излишние меры. | Практические приёмы для получения отличного качества детали (шлифовка и финишная отделка, обработка торцов/кромки).                        | Ответственность за качество продукции и решение проблем разными способами.   | Навык работы с ручным (механическим) и электроинструментом.  | Финишная обработка готовых изделий разными подходами в зависимости от цели. |
| <b>Кейс №4: Аддитивные технологии. 3D печать</b> |   |   |  |  |  |   |
| 13.  | <b>Оптимизация модели под последующую 3D печать.</b>  | Научиться моделировать, оптимизируя модель под 3D печать.   | Понимать, чем и как на практике отличается оптимизированная модель от неоптимизированной. Предугадывать возможные дефекты, в связи с этим. | Решение проблем и гибкость при создании моделей.   | Технические навыки. Работа в программах для создания твердотельных моделей, а так же для отработки управляющей программы – слайсере. | Моделирование, отработка прототипов под последующее производство.           |
| 14.  | <b>Печать моделей со сложной геометрией.</b>          | Научиться изготавливать сложные конструкции на 3D принтере.   | Планирование, реализация технологического процесса   | Обоснованная мотивация усложнения формы перед более простым  | Уверенное пользование программами для редактирования цифровых моделей  | Выращивание из пластика сложных деталей для своего проекта.                 |

|                                 |  |  |   |   |  |  |
|---------------------------------|--|--|---|---|--|--|
|                                 |  |  | геометрически сложных деталей.  | вариантом. Образное мышление.   | (Компас 3D и PrusaSlicer).   |  |
| 15.                             | <b>Диагностика и устранение неисправностей в работе 3D принтера.</b> | Ознакомиться в общем с инструментами обслуживания оборудования для 3Д печати.  | Уметь на практике и понимать, как самостоятельно выполнить обслуживание 3Д принтера (замена сопла/пластика, смазка направляющих и пр.). | Оценка рисков. Взаимосвязь бракованной детали (пере\не до экструзии, рябь и пр. дефекты) с давно необслуживаемым оборудованием. | Технические навыки. Ремонт оборудования для 3Д печати.   | Диагностика оборудования, выявление неисправностей и коррекция.  |
| <b>Кейс №5: Пайка.</b>          |  |  |   |   |  |  |
| 16.                             | <b>Паяльные технологии. Технология ручной пайки.</b>                 | Научиться пользоваться паяльником, паяльной индукционной станцией METCAL.  | Обрести практические навыки использования, паяльной индукционной станции METCAL.  | Развитие креативности. Синергия пайки с другими технологиями обработки материалов.  | Технические навыки. Работа на паяльной индукционной станции METCAL.  | Может быть применено при монтаже электрокомпонентов в готовый корпус (например свет в настольной лампе).   |
| 17.                             | <b>Распайка микросхем.</b>   | Научиться распаивать старые микросхемы при помощи паяльной индукционной станции METCAL (а также пользование спец. приспособления). | Получен практический навык распаивания старых микросхем, а также пользования специальными приспособлениями.                             | Развитие креативности и гибкости мышления. Синергия пайки с другими технологиями обработки материалов.                          | Технические навыки. Пайка микросхем и компонентов их включающих. Работа на паяльной индукционной станции METCAL. | Применение в сложных комбинированных проектах, где готовая сборочная ед. может двигаться, передавать световую/звуковую информацию в окружающее пространство. |
| <b>Кейс №6: Защита проекта.</b> |  |  |   |   |  |  |
| 18.                             | <b>Тестирование прототипов и</b>                                     | Проверка и оптимизация прототипов.   | Тестирование, выявление и   | Критическое мышление.   | Практическое тестирование.   | Испытание прототипов и устранение недостатков.   |

|            |   |  |  |  |                                    |  |
|------------|---|--|--|--|------------------------------------|--|
|            | <b>отработка функциональности.</b>      |  | исправление дефектов.                        |  |                                    |  |
| <b>19.</b> | <b>Предзащита и доработка проектов.</b> | Подготовка к финальной защите.                   | Исправление замечаний, доработка деталей.    | Презентационные навыки.                | Доработка моделей.                 | Финальные корректировки проекта перед защитой. |
| <b>20.</b> | <b>Защита проекта и рефлексия.</b>      | Презентация проекта и анализ проделанной работы. | Оценка достижений, получение обратной связи. | Навыки самопрезентации, анализ ошибок. | Подготовка финальной документации. | Презентация и оценка итогового проекта.        |

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

#### 3.1 Материально-техническое обеспечение рабочей программы

| <i>Наименование</i>  | <i>Количество</i> |
|--|-------------------|
| Штангельциркуль электронный 150 мм   | 3 шт.             |
| Аккумуляторный многофункциональный инструмент (мультишуруповерт)   | 3 шт.             |
| Аппарат точечной сварки FUBAG  | 1 шт.             |
| Весы электронные ВК-3000   | 2 шт.             |
| Вращатель для гравировки цилиндрических изделий с конусами   | 1 шт.             |
| Генератор сигналов/осциллограф/мультимерт портативный HANTEK DSO 8202E   | 1 шт.             |
| Интерактивная панель (Доска LED интерактивная сенсорная, модель Престиж 65   | 1 шт.             |
| Источник бесперебойного питания ИБП FSP DPV 2000   | 3 шт.             |
| Источник питания программируемый-  | 1 шт.             |
| Лазерный гравер Trotec Speedy-100 Flexx  | 1 шт.             |
| Монитор BENQ 27" BL 2783   | 11 шт.            |
| Мультимерт, тип 2 DM3058   | 1 шт.             |
| МФУ Canon + SENSYS MF744Cow  | 1 шт.             |
| Напольная мобильная стойка   | 1 шт.             |
| Настольный мультимерт Fluke 8846A  | 3 шт.             |
| Осциллограф DS4014   | 1 шт.             |
| Пила торцовочная Metabo KGS302M  | 1 шт.             |
| Поворотная ось Roland ZCL-50   | 1 шт.             |
| Промышленный пылесос   | 1 шт.             |
| Сабельная пила Makrita JR 3070CT   | 1 шт.             |
| Сверлильный станок настольный Bosch PBD 40 0603B0700   | 1 шт.             |
| Специализированный компьютер для станка с монитором Elextron (R5-3400G/8Гб/SSD 128Гб/Windows 10/клавиатура/мышь/монитор 24" 1920x1080) | 3 шт.             |
| Станция паяльная индукционная, 2 канала METCAL в комплекте с наконечниками   | 1 шт.             |
| Стационарный ПК тип 1 Flextron (R5-2600/16Гб/SSD 128Гб/HDD 1 Тб/видеокарта RTX 2060 8Гб/Windows 10/клавиатура/мышь                     | 11 шт.            |
| Стеллаж 5 полок, 2000x1330x600 мм  | 3 шт.             |
| Стойка размещения ПК для станка, 1715x835x815 мм   | 3 шт.             |
| Стол для педагога  | 2 шт.             |
| Стол паяльщика с дополнительным освещением, 665-965x1035x700 мм  | 3 шт.             |
| Токовые клещи/мультимерт APPA 30R  | 5 шт.             |
| Тумба металлическая для инструмента (тележка)  | 1 шт.             |
| Фрезерный станок тип 1 Roland MDX-50   | 1 шт.             |
| Фрезерный станок тип 2 Roland SRM-20   | 5 шт.             |
| Шкаф металлический инструментальный 1820x871x550   | 1 шт.             |
| Шуруповерт Bosch GSR 12V-15 FC Professional  | 3 шт.             |
| Верстак  | 4 шт.             |
| Гигрометр ADA ZHT 100-70   | 1 шт.             |
| Доска-флипчарт магнитно-маркерная (70x100 см) BRAUBERG Стандарт  | 1 шт.             |

|   |        |
|---|--------|
| Источник бесперебойного питания, тип 1 Power Smart ULB-800                                | 5 шт.  |
| Клеевой пистолет BOSCH PKP 18 E   | 12 шт. |
| Кресло  | 1 шт.  |
| Многофункциональный инструмент Гравер Dremel 3000-1/25, гибкий вал и набор насадок 25 шт. | 3 шт.  |
| Мультимерт, тип 1 APPA 30R  | 4 шт.  |
| Промышленная тележка подкатная  | 2 шт.  |
| Рулетка NEO стальная лента 3мх19 мм магнит 67-113   | 3 шт.  |
| Станция паяльная цифровая (фен+паяльник), Lukey (Китай)                                   | 6 шт.  |
| Стол, тип 1   | 5 шт.  |
| Стол, тип 2   | 3 шт.  |
| Стул ученический регулируемый 1   | 11 шт. |
| Стул ученический регулируемый 2   | 3 шт.  |
| Тумба тип 2   | 1 шт.  |
| Тумба, тип 1  | 1 шт.  |
| Утюг Maxwell MW-3042 1800Вт, подошва из нерж. стали                                       | 1 шт.  |
| Цифровой штангельциркуль  | 6 шт.  |
| Электролобзик Makita 4329, рез 65мм, ход 18мм   | 2 шт.  |

### 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.<br>Двухмерное черчение.                                    |
| 2. | <a href="https://rutube.ru/video/91b45aa0df8583afcf797b1824d3c22f/">https://rutube.ru/video/91b45aa0df8583afcf797b1824d3c22f/</a>   | Лазерные технологии | Устройство лазерного станка,<br>принципы его<br>Функционирования |
| 3. | <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.<br>Аддитивные технологии. 3D<br>печать.     |

#### 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.

#### Список литературы для педагога:

##### Изобретательство и инженерия

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 2022.
2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. — М: Московский рабочий, 1969.
3. 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.
4. Иванов Г.И. Формулы творчества, или как научиться изобретать: кн. для учащихся ст. классов. — М.: Просвещение, 1994.

5. 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

### **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. Ройтман И.А., Владимиров Я.В. Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений. — Смоленск, 2000.
4. Герасимов А.А. Самоучитель КОМПАС-3D. Трёхмерное проектирование. — 400 с.
5. Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие / А.И. Боровков [и др.]. — СПб.: Издво Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.
6. Малюх В.Н. Введение в современные САПР: курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.

### **Лазерные технологии**

1. Астапчик С.А., Голубев В.С., Маклаков А.Г. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке. — Белорусская наука.
2. Байборodin Ю. В. Основы лазерной техники. Киев
3. 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. М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. мутылина аддитивные технологии в машиностроении

6. Рэдвуд, Бен и др. 3D-печать. Практическое руководство/ Бен Рэдвуд.– М.: ДМК Пресс, 2020. – 220 с.

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

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

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

### 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»: учащийся 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 осуществляется на первых занятиях с помощью наблюдения педагога за работой обучающихся.

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 учащимися.

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 модулям разного уровня сложности. Также учитывает готовность ребенка к публичной деятельности и участию в соревнованиях через использование методов социальных проб, наблюдения и опроса.

Среди инструментов оценки образовательных результатов применяются:

- контрольные задания по окончанию кейса;
- психолого-педагогическое наблюдение в ходе занятий.

### 4.3 Планируемые результаты

По итогам освоения программы «Хайтек. Субтрактивные/аддитивные технологии, пайка. Углубленный уровень» у обучающихся должно сформироваться представление о современных технологиях, этапах и методах их проектирования.

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

- Принципы работы, основные компоненты и функциональные возможности лазерных станков, 3D принтеров, обрести навыки пайки. Методы и техники обработки различных материалов на данном оборудовании;

- Основы программирования станков, создания и редактирования управляющих программ;
- Способы выбора оптимальных режимов резания, инструментов и приспособлений для разных задач;
- Настройку и обслуживание станков, включая проверку и замену инструментов, контроль качества обработки и устранение мелких неисправностей;
- Основы современных технологий и машиностроения;
- Необходимые знания и навыки для успешной работы со станками в различных сферах промышленности и производства.

#### **Должны уметь:**

- уметь применять навыки инженерии в быту (моделирование, моделирование с оптимизацией под конкретную задачу, отработка технологического процесса для выбранной технологии, работа с ручным/электро-инструментом, пользование паяльной станцией)
- уметь определять компоненты задачи и понимать, как их можно исследовать/изменять/корректировать (разбивать текущую или будущую сб. ед. на детали и понимать, что и в какой последовательности... В обратном порядке - аналогично)
- уметь планировать время, распределять роли, решать проблемы и т.д.
- уметь ориентироваться в информационном пространстве;
- уметь технически мыслить.

#### **Требования к результатам освоения программы**

##### **Личностные:**

- формирование интереса к сфере высоких технологий и машиностроения;
- опыт взаимодействия с инженерными технологиями ранее;
- развитие творческого и критического мышления, способности к анализу и синтезу информации, умение анализировать различные технологии и методы, выделять их преимущества и недостатки в разных производственных контекстах;
- творческий подход к решению проблем (умение адаптировать существующие технологии к уникальным производственным задачам);
- развитие коммуникативных навыков, умение работать в команде, принимать во внимание мнение и идеи других обучающихся;
- способность к саморазвитию и самообучению, умение искать и использовать внешние ресурсы для повышения своей квалификации и расширения кругозора. Готовность к постоянному самообразованию и освоению новых технологий, методик и инструментов в области субтрактивных и аддитивных процессов;
- стрессоустойчивость и адаптивность (навыки управления временем и эффективного распределения ресурсов в условиях сжатых сроков.)

### **Предметные:**

- компьютерная грамотность, владеть базовыми навыками работы в современном инженерном программном обеспечении (компас 3Д, PrusaSlicer, CorelDraw, Trotec Job Control X);
- уметь работать на высокотехнологичном оборудовании (лазерное, аддитивное, паяльное, ручное, контрольно-измерительное оборудование и др.);
- знание основ материаловедения: понимание свойств различных материалов, их применения и особенностей обработки на станках (фанера и акрил/оргстекло для лазерного гравёра, пластик/филамент для 3Д печати);
- владение основными операциями и приёмами работы на станках: настройка станков, выбор режимов резания/печати (на лазере – скорость (перем.), мощность, интенсивность лаз. пучка и пр. На 3Д-принтере – поток, ширина линии, высота слоя и пр.)
- умение работать с измерительными инструментами и приборами: контроль размеров, формы и качества обработки деталей (линейка, рулетка, штангенциркуль и пр.);
- навыки обслуживания и ухода за станками: чистка, смазка, замена инструментов и другие профилактические работы (чем смазывать, как чистить, расходные материалы/инструменты);
- развитие творческого и пространственного мышления: способность создавать оригинальные и функциональные изделия из различных материалов (образное мышление, нестандартный подход к решению проблем, генерация идей).

