

Министерство образования и науки Республики Адыгея
Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного
образования Республики Адыгея «Центр дополнительного образования детей
Республики Адыгея»

«Согласовано»:
Заместитель директора по
учебно-воспитательной работе
И.И. Платоженко
«13» 09. 2019 г.



«УТВЕРЖДАЮ»:
Директор РЦДОД
Янковец А.А.
2019 г.

Приказ № 72 от «13» 09. 2019 г.

Принят на заседании
Педагогического совета

Протокол № 1
от «13» 09. 2019 г.

**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа хайтека «ТРИЗ: инженерия и
изобретательство»**

Направленность – техническая
Сроки реализации программы – 1 год
Вид программы – модифицированная
Возраст обучающихся – 11-17 лет

г. Майкоп, 2019 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Хайтек» реализуется в Детском технопарке «Кванториум» - новом российском формате дополнительного образования детей в сфере инженерных наук, основанном на проектной командной деятельности. В ДТ «Кванториум» реализуются проектно - ориентированные образовательные программы научно - технического и естественнонаучного направлений. Содержание программ соответствует стратегическим направлениям инновационного развития мировой и российской экономики, Национальной технологической инициативе.

Миссия Кванториума заключается в содействии ускоренному развитию инженерных, исследовательских навыков и изобретательского мышления детей и реализации научно-технического потенциала российской молодежи, с внедрением эффективных моделей образования, доступных для тиражирования во всех регионах страны и республики. Образовательная среда Кванториума – это:

- Среда ускоренного технического развития детей;
- Пространство интеллектуальной смелости;
- Условия для формирования изобретательского и рационализаторского мышления;
- Опережающие технологии развития детей.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Хайтек» основана на проектной деятельности, базируется на технологических кейсах и делится на модули (образовательные линии) по возрастающей сложности, предусматривает привитие учащимся навыков прохождения полного жизненного цикла создания инженерного продукта, сквозных изобретательских компетенций.

Актуальность дополнительной общеразвивающей программы «Хайтек» обусловлена Концепцией развития образования детей РФ на 2015-2020 гг., Майскими Указами Президента РФ Путина В.В., Стратегией – 2030 и др. нормативными актами и приоритетными проектами дополнительного образования РФ и РС (Я).

В рамках Стратегии-2030, все более востребованными становятся профессии технического профиля. Развитие производительных сил невозможно без технического образования. В связи с этим повышается роль технического творчества в формировании личности, способной в будущем к активному участию в развитии социально-экономического потенциала России. Данная практико-ориентированная образовательная программа призвана формировать в учащихся предпрофессиональные качества, необходимые для будущих рабочих и инженерных кадров, способствуют выявлению и развитию талантливых детей в области технического творчества.

Новизна образовательной программы заключается в образовательных модулях, реализующихся через кейсовый подход обучения для проектных команд учащихся в условиях специально оборудованной современной образовательной площадки – Хайтек.

Отличительные особенности программы:

1. Учебная деятельность организуется через создание проекта готового продукта командами учащихся. Педагог выступает в роли наставника – поддерживает и направляет самостоятельную работу команды.
2. Новые методики преподавания. Применяемые педагогические технологии – кейс-метод - включают, в том числе и современные методы управления проектами: SCRUM, Kanban, MindMapping. Они позволяют эффективно выстраивать работу

проектных команд на занятиях и получить максимум результата за короткие сроки.

3. Формирование новых, предпрофессиональных компетенций через овладение следующими hard skills:

- инженерия и изобретательство;
- лазерные технологии;
- аддитивные технологии;
- промышленные технологии;
- электронные компоненты, автоматизация производства и промышленная робототехника.

Педагогическая целесообразность состоит в том, что в процессе её реализации обучающиеся овладевают актуальными техническими компетенциями необходимыми для социально-экономического развития страны и её научно-технического прогресса (Инженерные кадры будущего, цифровизация образования, создание NET программ).

Направленность программы

В ходе практических занятий по программе начального и базового уровня дети получают навыки работы на высокотехнологическом оборудовании, познакомятся с теорией решения изобретательских задач, основами инженерии, выполнят работы с электронными компонентами, поймут особенности и возможности высокотехнологического оборудования и способы его практического применения, а также определяют наиболее интересные направления для дальнейшего практического изучения, в том числе основы начального технологического предпринимательства.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Цель программы

Целью программы является формирование уникальных компетенций по работе высокотехнологичным оборудованием, изобретательства и инженерии, и их применение в практической работе и в проектах.

Задачи:

Образовательные:

- развитие у детей воображения, пространственного мышления, воспитания интереса к технике и технологиям;
- знакомство с основами теории решения изобретательских задач и инженерии;
- обучение проектированию в САПР и созданию 2D и 3D моделей;
- формирование навыков работы на лазерном и аддитивном оборудовании, станках с числовым программным управлением (ЧПУ) фрезерные станки, а также ручным инструментом;
- формирование навыков работы с электронными компонентами;
- формирование навыков необходимых для проектной деятельности.

Развивающие:

- формирование трудовых умений и навыков, умение планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- развитие умения планировать свои действия с учётом фактора времени, в обстановке с элементами конкуренции.
- развитие умения визуального представления информации и собственных проектов;
- создание условий для развития творческих способностей обучающихся с использованием меж предметных связей (информатика, технология, окружающий мир, математика, физика).

Воспитательные:

- воспитание этики групповой работы;
- воспитание отношений делового сотрудничества, взаимоуважения;
- развитие основ коммуникативных отношений внутри проектных групп и в коллективе в целом;
- воспитание ценностного отношения к своему здоровью;
- воспитание российской гражданской идентичности: патриотизма, любви и уважения к Отечеству, чувства гордости за свою Родину

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

<i>№ п/п</i>	<i>Название модуля</i>	<i>Всего часов</i>	<i>Теория</i>	<i>Практика</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
1.	ТРИЗ и основы инженерии	10	5	5	-
2.	Лазерные технологии	34	6	26	2
3.	Аддитивные технологии	34	6	26	2
4.	Фрезерные технологи	22	8	12	2
5.	Электронные компоненты	16	2	12	2
6.	Технический английский язык	16	-	10	6
7.	Основы шахматной грамотности	12	3	7	2
Итого:		144	30	98	16

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п занятия	Содержание учебного материала, практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Количество часов				
		всего	теория	практика	Самостоятель	Формы аттестации/контроля
1. ТРИЗ и основы инженерии		10	5	5	-	Решение задач ТРИЗ на развитие инженерной логики
1.1	Техника безопасности. Знакомство с Кванторимом. Основные сведения о персональном компьютере. Программное обеспечение ПК. Практическая работа «Действия с объектами ОС»	2	1	1	-	
1.2	История хайтек. Высокотехнологические станки в нашей жизни. Понятие. Применение и назначение хайтек в современном мире.	2	2		-	
1.3	Основы инженерии и изобретательская деятельность	6	2	4	-	
2. Лазерные технологии		34	6	26	2	Текущий контроль, решение практических задач.
2.1	Основы лазерных технологий	4	2	2		
2.2	2D-моделирование	12	2	10		
2.3	Программное обеспечение для лазерного станка	10	2	8		
2.4	Проектная деятельность	8	-	6	2	
3. Аддитивные технологии		34	6	26	2	Текущий контроль, решение практических задач.
3.1	Основы лазерных технологий	4	2	2	-	
3.2	3D-моделирование	14	2	12	-	
3.3	Программное обеспечение для 3Dпринтера	2	1	1	-	
3.4	Проектная деятельность	6	-	4	2	
4. Фрезерные технологии		22	8	12	2	Текущий контроль, решение практических задач
4.1	Основы фрезерных технологий	4	2	2	-	
4.2	Программное обеспечение для фрезерного станка	2		2	-	
4.3	Проектная деятельность	6	-	4	2	
5. Электронные компоненты		16	2	12	-	Текущий контроль, решение практических задач.
5.1	Основы работы с паяльными станциями	4	2	2	-	
5.2	Проектная деятельность	12	-	10	2	

6.Технический английский язык		16	-	10	6	
6.1	Основные инструменты эффективного запоминания новой лексики	2	-	2	-	Глоссарий/ план защиты проекта на английском языке
6.2	Освоение лексики по направлению	14	-	8	6	
6.3	Знакомство с основными трендами по направлению	2	-	2	-	
7.Основы шахматной грамотности		12	2	10	2	
7.1	Шахматная доска	6		6		Фронтальные опросы и наблюдения
7.2	Шахматные фигуры	4	2	2		
7.3	Шах	1	-	1		
7.4	Шах, Пат	3	1	2		
7.5	Шахматная партия	2	-	-	2	
Итого:		144	30	93	16	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Модуль, кейс	Содержание	
		Теория	Практика
1. ТРИЗ и основы инженерии			
1.1.	Основы инженерии и изобретательская деятельность	Современные российские научные разработки. Техника и технологий в современном мире, понятия: инженер, конструирование, высокие технологии, изобретательство, технические противоречия	Решение задач ТРИЗ
2. Лазерные технологии			
2.1	Основы лазерных технологий	Лазеры, принцип работы, области применения, классификация	Изучение основ ТБ по работе с оборудованием, изучение основных компонентов лазера на примере лазера, составление таблицы рисков и возможностей работы оборудования
2.2	2D-моделирование	Основы векторной и растровой графики, изучение основ начертательной геометрии и общей инженерной грамотности	Создание двухмерных эскизов и чертежей в пакетах CAD (AutoCAD/Компас/Corel)
2.3	Программное обеспечение для лазерного станка	Основы работы с ПО лазерного станка, изучение основ материаловедения, особенностей режимов работы станка, процесса гравировки и резки	Изготовление объектов, спроектированных на предыдущих занятиях, составление таблиц по выбору режимов работы станка
2.4	Проектная деятельность		Подготовка проекта «Умные часы/Умный светильник» (этап 2). Разработка корпусных элементов с применением лазерного оборудования
3. Аддитивные технологии			

3.1	Основы лазерных технологий	Аддитивные технологии, основы послойного изготовления деталей, типы 3d принтеров и их конструкция, материалы для печати, диаметр сопла и толщина слоя	Изучение основ ТБ по работе с оборудованием, изучение основных компонентов принтеров, составление таблицы рисков и возможностей работы оборудования
3.2	3D-моделирование	Основы трехмерного моделирования, классификация трехмерных моделей, изучение основ работы в САПР (SolidWorks), изучение понятий деталь, сборка, взаимосвязи, полностью определенная модель, сопряжения	Создание трехмерных моделей (деталей и сборок), работа с библиотеками SolidWorks, работа с модулем Simulation
3.3	Программное обеспечение для 3D-принтера	Основы работы с ПО 3D принтеров, особенность печати пластиком (толщина слоя, усадка материала, наличие поддержек и других вспомогательных элементов)	Разработка и печать 3D моделей
3.4	Проектная деятельность		Подготовка проекта «Захват». Разработка механизированной системы для захватов различных объектов
4. Фрезерные технологии			
4.1	Основы фрезерных технологий	Станки с ЧПУ, основы фрезерной обработки, возможности фрезерной обработки, классификация станков, инструмент	Изучение основ ТБ по работе с оборудованием, основных компонентов фрезерного станка, составление таблицы рисков и возможностей работы оборудования
4.2	Программное обеспечение для фрезерного станка	Основы работы с ПО фрезерного станка, изучение методик выбора режимов резания, основы резания материалов с различными характеристиками	Изготовление смоделированных объектов, сравнение возможностей лазерного и фрезерного станка, составлению таблиц по выбору режимов работы станка
4.3	Проектная деятельность		Подготовка проекта с применением фрезерной обработки. Разработка элементов захватов для обработки деталей сложного профиля

5. Электронные компоненты			
5.1	Основы работы с паяльными станциями	Основы пайки, паяльном оборудовании, флюсах и припоях, основы работы с электронными компонентами	Изучение основ ТБ по работе с оборудованием, изучение основных компонентов паяльной станции (паяльника, фена, сменные жала и т.д.), составление таблицы рисков и возможностей работы оборудования
5.2	Проектная деятельность		Доработка проекта «Умные часы/Умный светильник» (этап 2). Разработка и сборка электронных компонентов для умного гаджета
6. Технический английский язык			
6.1	Основные инструменты эффективного запоминания новой лексики		Метод ассоциаций. Принцип построения собственного глоссария
6.2	Освоение лексики по направлению		Создание собственного глоссария. Работа с научно-популярными статьями международного научного сообщества. Активная лексика посредством общения с носителями языка. Аудирование
6.3	Знакомство с основными трендами по направлению		Поиск информации по направлению в англоязычной среде
6. Основы шахматной грамотности			
7.1	Шахматная доска	История и легенды о возникновении шахмат. Шахматная доска: вертикали, горизонтали и диагонали, обозначения полей	
7.2	Шахматные фигуры	Белые и черные фигуры. Виды шахматных фигур. Начальное положение.	Изложение правил передвижения фигур с упражнениями.
7.3	Шах		Шах. Шах ферзем, ладьей, слоном, конем, пешкой. Защита от шаха. Открытый шах. Двойной шах

7.4	Мат, Пат		Мат. Цель игры. Мат ферзем, ладьей, слоном, конем, пешкой. Ничья, пат. Отличие пата от мата
7.5	Шахматная партия	Этика поведения во время партии. Общие рекомендации о принципах разыгрывания дебюта	Игра всеми фигурами из начального положения. Рокировка. Длинная и короткая рокировка. Взятие на проходе. Демонстрация коротких партий

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Место в образовательной программе

Начальный и базовый уровень дает необходимые компетенции для работы в Хайтек. Основы изобретательства и инженерии, с которыми познакомятся обучающиеся в рамках программы, сформируют знания и навыки для различных разработок и воплощения своих идей и проектов в жизнь с возможностью последующей их коммерциализации. Освоение инженерных технологий подразумевает получение ряда базовых компетенций, владение которыми критически необходимо для развития изобретательства, инженерии и молодежного технологического предпринимательства, что необходимо любому специалисту на конкурентном рынке труда в STEAM-профессиях.

Методы: кейс-метод, проектная деятельность, датаскаутинг.

Формы работы

- практическое занятие;
- занятие – соревнование;
- экскурсия;
- Workshop (рабочая мастерская - групповая работа, где все участники активны и самостоятельны);
- консультация;
- выставка.

Виды учебной деятельности

- просмотр и обсуждение учебных фильмов, презентаций, роликов;
- объяснение и интерпретация наблюдаемых явлений;
- анализ проблемных учебных ситуаций;
- построение гипотезы на основе анализа имеющихся данных;
- проведение исследовательского эксперимента;
- поиск необходимой информации в учебной и справочной литературе;
- выполнение практических работ;
- подготовка выступлений и докладов с использованием разнообразных источников информации;
- публичное выступление.

Требования к результатам освоения программы

Профессиональные и предметные:

- знание основ и принципов теории решения изобретательских задач, овладение

- начальными базовыми навыками инженерии;
- знание и понимание принципов проектирования в САПР, создания и проектирования 2D и 3D моделей;
- Овладение практическими базисными знаниями в работе на лазерном оборудовании;
- Овладение практическими знаниями в работе на аддитивном оборудовании;
- Овладение практическими знаниями в работе на станках с числовым программным управлением (фрезерные станки);
- Овладение практическими знаниями в работе с ручным инструментом;
- Овладение практическими знаниями в работе с электронными компонентами;
- Знание и понимание основных технологий, используемых в Хайтеке, их отличие, особенности и практики применения при разработке прототипов;
- Знание пользовательского интерфейса профильного ПО.

Универсальные:

- умение работать в команде: работа в общем ритме, эффективное распределение задач и др.;
- наличие высокого познавательного интереса учащихся;
- 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;
- наличие 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.

Артефакты

- не менее одного выполненного продукта проекта с созданием итоговой 3Д модели;
- не менее одного элемента конструкции, созданного с использованием каждой из технологий: лазерной, аддитивной, фрезерной;
- не менее одного элемента, изготовленного методом работы с электронными компонентами;
- не менее одной общей конструкции, разработанной в команде.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

Система контроля знаний и умений учащихся представляется в виде учёта результатов по итогам выполнения заданий отдельных кейсов и посредством наблюдения, отслеживания динамики развития учащегося.

Итоговая аттестация учащихся осуществляется по 100 бальной шкале, которая переводится в один из уровней освоения образовательной программы согласно таблице:

Набранные баллы учащимся	Уровень освоения
0-50 баллов	Низкий
50 - 75 баллов	Средний
75-100 баллов	Высокий

Фонд оценочных материалов, Распределение баллов и критерии оценивания

№ п/п	Название модуля	Кол-во баллов	
		min	max
1.	ТРИЗ и основы инженерии	4	10
	Посещение занятий	1	4
	Проектная деятельность	3	6
2.	Лазерные технологии	5	15
	Посещение занятий	1	7
	Проектная деятельность	4	8
3.	Аддитивные технологии	5	15
	Посещение занятий	1	7
	Проектная деятельность	4	8
4.	Фрезерные технологии	5	15
	Посещение занятий	1	7
	Проектная деятельность	4	8
5.	Электронные компоненты	5	15
	Посещение занятий	1	7
	Проектная деятельность	4	8
6.	Технический английский язык	3	15
	Посещение занятий	1	8
	Глоссарий	1	3
	Презентация проекта на английском языке	1	4
7.	Основы шахматной грамотности	2	15
	Посещение занятий	1	8
	Решение задач	1	7
Итого:		29	100

ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ И РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Обязательное оборудование (указано минимальное количество)

Компьютерное оборудование

- Персональные компьютеры для работы с 3D моделями с предустановленной операционной системой и специализированным ПО- 14 шт,
- Мониторы - 14 шт,
- Клавиатура USB - 14 шт,
- Мышь USB - 14 шт.

Профильное оборудование:

- 3D-принтер учебный с принадлежностями - 14 шт,
- Фрейзер учебный с принадлежностями -14 шт,
- Лазерный гравер учебный с рамой на колесах-1 шт,
- Паяльная станция - 14 шт,
- Ручной инструмент- 14 комп.

Программное обеспечение:

- ПО САПР для проектирования печатных плат,
- ПО, обучающее для станка,
- ПО 3D моделированию.

Презентационное оборудование

- Интерактивный комплект.

Дополнительное оборудование:

- Вытяжная система для лазерного станка фильтрующая,
- Система хранения материала.

Расходные материалы

Наименование	Характеристики*	Кол-во**
Комплект расходных материалов для практикума "Пайка"	Комплект радиодеталей, Основа крепления омедненный пластик, комплект олова и припоя, абразивный материал	10
Комплект расходных материалов для лазерных технологий	<p>Наличие в наборе листового акрилового оргстекла не менее 15 листов габаритными размерами не менее 1000x1500 мм, толщиной: 2 мм- не менее 2-х листов; толщиной 3 мм -не менее 2-х листов; толщиной 4 мм - не менее 3-х листов; толщиной 6 мм - не менее 5-ти листов; толщиной 8 мм - не менее 2-х листов; толщиной 10 мм- не менее одного листа</p> <p>Наличие в наборе листового металлизированного пластика для гравировки не менее 6 листов, размеры листов не менее 600x1200 мм, цветовое решение: покрытие цвет серебро, пластик – черный – не менее 3 листов; покрытие цвет золото, пластик – черный- не менее 3 листов</p> <p>Наличие в наборе листовой фанеры ламированной не менее 15 листов, сорта не хуже 2/3, размеры листов не менее 1220x2440 мм, толщиной: - 6 мм не менее 10 листов, - 9 мм не менее 3 листов, -12 мм не менее 2 листа</p>	1
Модельный пластик	<p>Пластик листовой</p> <p>Плотность кг/м3: не менее 400;</p> <p>Размер листа: не менее 1000 x 200 x 10 мм не менее 1 листа;</p> <p>Размер листа: не менее 1000 x 200 x 20 мм не менее 1 листа.</p>	1
Набор для аддитивных технологий	<p>Наличие в наборе не менее одного комплекта по технологии моделирование методом послойного наплавления в составе: PLA и ABS пластик в катушках, общим весом не менее 18 кг. Диаметр нити: 1,75 мм Требования к материалу: - безопасный для использования</p> <ul style="list-style-type: none"> - безвредный для здоровья и окружающей среды - катушки упакованы в вакуумный многоразовый зип-пакет - на каждой катушке стикер с индикацией остатка пластика. 	1

*Материалы могут закупаться в других размерах, главное, чтобы итоговое количество было достаточным.

**Количество указано с запасом, чтобы дети могли экспериментировать. Оставшиеся материалы рекомендуется использовать на мастер-классах.

ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Изобретательство и инженерия	
1.	Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986.
2.	Иванов Г. И. Формулы творчества, или, как научиться изобретать: Кн. Для учащихся ст. Классов. — М.: Просвещение, 1994.
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.	Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизн. стратегия творч. личности. — Мн: Белорусь, 1994.
5.	Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1969.
6.	Негодаев И. А. Философия техники: учебн. пособие. — Ростов-на-Дону: Центр ДГТУ, 1997.
3D моделирование и САПР	
7.	В.Н. Виноградов, А.Д. Ботвинников, И.С. Вишнепольский — «Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений», г.Москва, «Астрель», 2009.
8.	И.А. Ройтман, Я.В. Владимиров — «Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений», г.Смоленск, 2000.
9.	Герасимов А. А. Самоучитель КОМПАС-3D V9. Трехмерное проектирование — Страниц: 400.
10.	Прахов А.А. Самоучитель Blender 2.7.- СПб.: БХВ-Петербург, 2016.- 400 с.
11.	Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.
12.	Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.
Аддитивные технологии	
13.	Уик, Ч. Обработка металлов без снятия стружки /Ч.Уик.—М.: Изд-во «Мир», 1965.—549 с
14.	Wohlers T., Wohlers report 2014: Additivemanufacturingand 3D-printingstateoftheindustry: Annualworld-wideprogressreport, Wohlers Associates, 2014.
15.	Printing for Science, Education and Sustainable Development Э. Кэнесс, К. Фонда, М. Дзеннаро, CC Attribution-NonCommercial-ShareAlike , 2013.
Лазерные технологии	
16.	С. А. Астапчик, В. С. Голубев, А. Г. Маклаков. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке. — Белорусская наука.
17.	Colin E. Webb, Julian D.C. Jones. Handbook Of Laser Technology And

	Applications (Справочник по лазерным технологиям и их применению) book 1.-2 — IOP.
18.	Steen William M. Laser Material Processing. — 2nd edition. — Great Britain: Springer-Verlag.
19.	Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2009 – 143 с.
20.	Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. – М.: Физматлит, 2008.
Фрезерные технологии	
21.	Рябов С.А. (2006) Современные фрезерные станки и их оснастка: Учебное пособие.
22.	Корытный Д.М. (1963) Фрезы.
23.	Современные тенденции развития и основы эффективной эксплуатации обрабатывающих станков с ЧПУ Чуваков А.Б. Нижний Новгород, НГТУ 2013.
Пайка и работа с электронными компонентами	
24.	Максимихин М. А. Пайка металлов в приборостроении. Л.: Центральное бюро технической информации, 1959.
25.	Петрунин И. Е. Физико-химические процессы при пайке. М., «Высшая школа», 1972.

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

Название	Тип
Моделирование	
https://youtu.be/dkwNj8Wa3YU https://youtu.be/KbSuL_rbEsI https://youtu.be/241IDY5p3WA	Три основных урока по Компасу
Аддитивные технологии	
https://habrahabr.ru/post/196182/	Короткая и занимательная статья с хабрахабр о том, как нужно подготавливать модель.
https://solidoodletips.wordpress.com/2012/12/07/slicer-shootout-pt-4/	Здесь можно посмотреть сравнение работы разных слайсеров. Страница на английском.
Пайка	