

АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ВЛАДИВОСТОКА
МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОРОДСКОЙ ДВОРЕЦ ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА»

СОГЛАСОВАНО:

Протокол методического совета
№ _____ от _____ .

УТВЕРЖДАЮ:

Директор МАУ ДО «ВГ ДДТ»
_____ Соловьёва О.В.
Приказ № _____
от _____ 20 ____ года

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

«Хайтек (Вводный модуль)»
(«Работай безопасно и грамотно»)

Педагог – Жолобов А.В.
Пешеходько А.В.

Возраст обучающихся: 10-17 лет.
Срок реализации: 4 месяца (краткосрочная)

Владивосток 2019 г.

Оглавление

1. Информационная карта программы	3
2. Пояснительная записка	6
3. Цель и задачи программы	7
4. Содержание общеразвивающей программы	8
5. Содержание учебно-тематического плана дополнительной общеразвивающей программы.....	10
6. Методическое обеспечение программы.....	13
7. Ожидаемые результаты и способы их проверки.....	15
8. Список литературы	17

1. Информационная карта программы

Ведомственная принадлежность	Администрация города Владивостока
Наименование учреждения	Детский технопарк «Кванториум», МАУ ДО «Владивостокский городской дворец детского творчества»
Адрес учреждения	Владивосток, Океанский проспект, д. 43
ФИО ПДО	Жолобов Андрей Валерьевич Пешеходько Алексей Владимирович
Контактные данные	zholobov_andrey@kvantorium-pk.ru
Название программы	«Хайтек. Вводный модуль» («Работай безопасно и грамотно»)
Тип программы	дополнительная общеразвивающая
Направленность	научно-техническая
Срок реализации	4 месяца
Общий объем программы в часах	72
Целевая категория обучающихся	10-17 лет
Аннотация программы	Хайтек - направление максимально междисциплинарно, и тесно связано с остальными квантумами. В каком бы квантуме ребёнок не обучался, работы практической направленности проходят именно в Хайтек квантуме, поэтому особенно важно выявлять ребят, которые проявляют интерес к оборудованию и показывают хорошие результаты в его освоении, они смогут в некоторых случаях давать консультации ребятам из других квантумов или даже выполнять некие подрядные работы междисциплинарного проекта. Необходимо отметить, что Хайтек квантум является связующим звеном не только внутри Кванториума, объединяя работы по проектам в единое целое, но и может выполнять роль распределённой сети оборудования, когда Кванториумы разных регионов дополняют друг друга оборудованием и специалистами. Вводный модуль дает необходимые компетенции для

	дальнейшей работы в Хайтек и других квантумах. Основы изобретательства и инженерии, с которыми познакомятся ученики в рамках модуля, сформируют начальные 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.
Планируемые результаты (Компетенции)	Профессиональные и предметные: ● знание основ и принципов теории решения изобретательских задач, овладение начальными базовыми навыками инженерии; ● знание и понимание принципов проектирования в САПР, основ создания и проектирования 2D и 3D моделей; ● знание основ и овладение практическими базисными знаниями в работе на лазерном оборудовании; ● знание основ и овладение практическими базисными знаниями в работе на аддитивном оборудовании; ● знание основ и овладение практическими базисными знаниями в работе на станках с числовым программным управлением (фрезерные станки); ● знание основами и овладение практическими базисными знаниями в работе с ручным инструментом; ● знание основами и овладение практическими базисным знаниям в работе с электронными компонентами. ● умение активировать приложения виртуальной реальности, устанавливая их на устройство и тестировать; ● знание и понимание основных технологий, используемых в Хайтеке, их отличие, особенности и практики применения при разработке прототипов; ● знание пользовательского интерфейса профильного

	ПО, базовых объектов инструментария. 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.
--	--

2. Пояснительная записка

Настоящая дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа разработана с учетом Федерального Закона Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации»; Приказа Минпросвещения России от 09.11.2018 года №196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»; СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»; Письма Минобрнауки РФ от 11.12.2006 № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования обучающихся»; муниципальных правовых актов; Устав автономной некоммерческой организации дополнительного образования «Детский технопарк «Кванториум».

Направленность программы – научно-техническая. В ходе практических занятий по программе вводного модуля 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. В рамках вводного модуля предлагается не просто познакомить детей с современным технологичным оборудованием, а научить их генерировать идеи по применению этого оборудования в разработке и решении конкретных задач.

Продолжительность 1 занятия: 2 академических часа.

Структура двухчасового занятия:

- 45 минут – рабочая часть;
- 15 минут – перерыв (отдых);
- 45 минут – рабочая часть.

Программа рассчитана на 18 недель обучения, общее количество академических часов 72. Основной формой являются групповые занятия. В основе образовательного процесса лежит проектный подход. Основная форма работы теоретической части – лекционные занятия. Практические задания планируется выполнять индивидуально, в парах и в малых группах. Занятия проводятся в виде бесед, семинаров, лекций: для наглядности изучаемого материала используется различный мультимедийный материал – презентации, видеоролики.

Набор на программу осуществляется два раза в год (до сентября и февраля,

соответственно). На программу принимаются все желающие в возрасте от 10 до 18 лет без какого-либо конкурсного отбора или требований к минимальным стартовым компетенциям.

Число человек в группе – 10. Разделение на учебные группы происходит исходя из возраста учащихся, с учетом их интересов и базовых навыков, для выявления которых проводится стартовое собеседование перед началом обучения. Сформированные таким образом группы имеют постоянный состав, но для решения некоторых задач могут объединяться друг с другом, а также с группами, обучающимися по любым иным программам в рамках Детского технопарка «Кванториум Владивосток» (по предварительному согласованию).

Хайтек - направление максимально междисциплинарно, и тесно связано с остальными квантумами. В каком бы квантуме ребёнок не обучался, работы практической направленности проходят именно в Хайтек квантуме, поэтому особенно важно выявлять ребят, которые проявляют интерес к оборудованию и показывают хорошие результаты в его освоении, они смогут в некоторых случаях давать консультации ребятам из других квантумов или даже выполнять некие подрядные работы междисциплинарного проекта.

Необходимо отметить, что Хайтек квантум является связующим звеном не только внутри Кванториума, объединяя работы по проектам в единое целое, но и может выполнять роль распределённой сети оборудования, когда Кванториумы разных регионов дополняют друг друга оборудованием и специалистами.

Вводный модуль дает необходимые компетенции для дальнейшей работы в Хайтек и других квантумах. Основы изобретательства и инженерии, с которыми познакомятся ученики в рамках модуля, сформируют начальные 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.

3. Цель и задачи программы

Цель: целью является формирование уникальных компетенций по работе высокотехнологичным оборудованием, изобретательства и инженерии, и их применение в практической работе и в проектах.

Задачи:

Обучающие:

1. познакомить с основами теории решения изобретательских задач и инженерии;
2. научить проектированию в САПР и созданию 2 D и 3D моделей;
3. научить практической работе на лазерном оборудовании;
4. научить практической работе на аддитивном оборудовании;
5. научить практической работе на станках с ЧПУ (фрезерные станки);
6. научить практической работе с ручным инструментом;
7. научить практической работе с электронными компонентами;
8. развивать навыки, необходимые для проектной деятельности;
9. развивать разные типы мышления.

воспитательные:

1. привлечение учащихся к проектным решениям проблем благоустройства города;
2. формирование бережного отношения к объектам культурного наследия;
3. формирование навыков коллективной деятельности в мультикультурном пространстве;
4. формирование навыка безопасной работы и понимания необходимости соблюдения техники безопасности.

развивающие:

1. развитие «soft skills» - коммуникативности, креативности, умения работать с информацией;
2. развитие дизайн-мышления;
3. развитие навыков самопрезентации, рефлексии и самооценки;
4. формирование познавательного интереса, творческого мышления.\

4. Содержание общеразвивающей программы

Календарный учебный график

Тема	Календарный период	Количество учебных часов
Основы изобретательства и инженерной деятельности	1 неделя	4
2D проектирование	2 неделя	4
Лазерные технологии	3 неделя	4
Лазерные технологии	4 неделя	4
Лазерные технологии	5 неделя	4

3D проектирование	6 неделя	4
3D проектирование	7 неделя	4
Аддитивные технологии	8 неделя	4
Аддитивные технологии	9 неделя	4
Аддитивные технологии	10 неделя	4
Аддитивные технологии / Фрезерные технологии	11 неделя	4
Фрезерные технологии	12 неделя	4
Фрезерные технологии	13 неделя	4
Фрезерные технологии/ Основы электроники	14 неделя	4
Основы электроники	15 неделя	4
Основы электроники	16 неделя	4
Основы электроники	17 неделя	4
Экскурсия на предприятие/ Заключительное занятие вводного модуля	18 неделя	4
Итого часов:		72

Учебно-тематический план дополнительной общеразвивающей программы

№	Наименование разделов и тем	Общее кол-во уч. ч.	В том числе:				Форма контроля
			теор	прак	инд	свод	
1	Основы изобретательства и инженерной деятельности	4	2	2	-	-	Выполнение задания кейса
2	2D проектирование	4	2	2	-	-	
3	Лазерные технологии	12	2	4	6	-	
4	3D проектирование	8	4	4	-	-	
5	Аддитивные технологии	14	2	4	8	-	
6	Фрезерные технологии	12	2	4	6	-	
7	Основы электроники	14	4	4	6	-	-
8	Экскурсия на предприятие	2	-	-	-	2	
9	Заключительное занятие вводного модуля	2	-	-	-	2	
	Итого часов:	72	18	24	26	4	

5. Содержание учебно-тематического плана дополнительной общеразвивающей программы

Раздел	Метод/ Форма	Название	Кол- во часов/ заняти й	Hard Skills	Soft Skills	Место проведения
Основы изобретательства и инженерной деятельности	Лекция	Основы изобретательства и инженерной деятельности	2/1			Хайтек
Основы изобретательства и инженерной деятельности	Практическая работа	Основы изобретательства и инженерной деятельности	2/1		Изобретательское и инженерное мышление	Хайтек
2D проектирование	Лекция. Демонстрация	САПР, 2-х мерное черчение	2/1			Хайтек
2D проектирование	Практическая работа	САПР. 2-х мерное черчение	2/1	Основы черчения, основы проектирования на плоскости в САПР		Хайтек
Лазерные технологии	Лекция, демонстрация	Обзор лазерных технологий	2/1			Хайтек
Лазерные технологии	Практическая работа	Риски использования лазерных технологий	2/1	Техника безопасности работы на лазерном оборудовании	Поиск и анализ информации	Хайтек
Лазерные технологии	Практическая работа	Исследование режимов обработки на станке лазерного раскроя	2/1	навыки работы с оборудованием	Поиск и анализ информации	Хайтек

Лазерные технологии	Практическая работа (кейс)	Проектирование и вырезание деталей на станке лазерного раскроя (Приложение 1)	6/3	Навыки проектирования плоских деталей, навыки работы с оборудованием		Хайтек
3D проектирование	Лекция. Демонстрация	САПР, 3-х мерное проектирование	4/2			Хайтек
3D проектирование	Практическая работа	САПР, 3-х мерное проектирование	4/2	Основы проектирования деталей в САПР		Хайтек
Аддитивные технологии	Лекция, демонстрация	Обзор аддитивных технологий	2/1			Хайтек
Аддитивные технологии	Практическая работа	Риски использования FDM принтера	2/1	Техника безопасности работы на FDM принтере	Поиск и анализ информации	Хайтек
Аддитивные технологии	Практическая работа	Исследование настройки и режимов работы FDM принтера	2/1	навыки работы с оборудованием	Поиск и анализ информации	Хайтек
Аддитивные технологии	Практическая работа (кейс)	Моделирование и изготовление деталей на FDM принтере (Приложение 1)	8/4	Навыки 3D проектирования, навыки работы с оборудованием		Хайтек
Фрезерные технологии	Лекция, демонстрация	Фрезерование: инструмент, оборудование, материалы, режимы	2/1			Хайтек

		резания				
Фрезерные технологии	Практическая работа	Риски использования настольного фрезерного станка	2/1	Техника безопасности работы на настольном фрезерном станке	Поиск и анализ информации	Хайтек
Фрезерные технологии	Практическая работа	Исследование режимов резания настольного фрезерного станка	2/1	навыки работы с оборудованием	Поиск и анализ информации	Хайтек
Фрезерные технологии	Практическая работа (кейс)	Моделирование и изготовление деталей на настольном фрезерном станке (Приложение 1)	6/3	Навыки 3D проектирования, навыки работы с оборудованием		Хайтек
Основы электроники	Лекция, демонстрация	Электронные компоненты: основные параметры и свойства. Простейшие схемы	4/2			Хайтек
Основы электроники	Практическая работа	Монтаж компонентов, создание простейших печатных плат, риски использования ручного инструмента	2/1	Работа с ручным инструментом	Поиск и анализ информации	Хайтек

Основы электроники	Практическая работа	Риски использования паяльной станции, пайка компонентов между собой и на плату	2/1	Техника безопасности работы паяльной станции, навыки пайки	Поиск и анализ информации	Хайтек
Основы электроники	Практическая работа (кейс)	Монтаж и сборка простого электронного устройства (Приложение 1)	6/3	навыки работы монтажа электронных компонентов	Основы командной работы	Хайтек
Экскурсия на предприятие	Лекция, демонстрация		2/1			
Заключительное занятие вводного модуля			2/1			Хайтек

6. Методическое обеспечение программы

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.

Обязательное оборудование (указано минимальное количество)

Компьютерное оборудование:

- персональные компьютеры для работы с 3Д моделями с предустановленной операционной системой и специализированным ПО- 10 шт.

- мониторы - 10 шт.

- клавиатура USB - 10 шт.

- мышь USB - 10 шт.

Профильное оборудование:

- 3D-принтер учебный с принадлежностями - 10 шт.

- настольный фрезерный станок с принадлежностями -5 шт.

- лазерный гравёр учебный с рамой на колесах-1 шт

- паяльная станция - 10 шт

- ручной инструмент- 10 комп

Программное обеспечение:

- векторный графический редактор

- САПР (система автоматизированного проектирования) машиностроительная

- специализированное ПО подготовки моделей для аддитивного оборудования

- специализированное ПО для создания управляющих программ для фрезерных станков

Презентационное оборудование

- Интерактивный комплект

Дополнительное оборудование:

- Вытяжная система для лазерного станка фильтрующая

- Система хранения материала

Расходные материалы

Наименование	Характеристики*	Количество**
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	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 Наличие в наборе листового металлизированного	1

	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 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	
Модельный пластик	Пластик листовой Плотность кг/м3: не менее 400; Размер листа: не менее 1000 x 200 x 10 мм не менее 1 листа; Размер листа: не менее 1000 x 200 x 20 мм не менее 1 листа.	1
Набор для аддитивных технологий	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 - 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.

7. Ожидаемые результаты и способы их проверки

Требования к результатам освоения программы модуля

Профессиональные и предметные:

- знание основ и принципов теории решения изобретательских задач, овладение начальными базовыми навыками инженерии;
- знание и понимание принципов проектирования в САПР, основ создания и проектирования 2D и 3D моделей;
- знание основ и овладение практическими базисными знаниями в работе на лазерном оборудовании;

- знание основ и овладение практическими базисными знаниями в работе на аддитивном оборудовании;
- знание основ и овладение практическими базисными знаниями в работе на станках с числовым программным управлением (фрезерные станки);
- знание основами и овладение практическими базисными знаниями в работе с ручным инструментом;
- знание основами и овладение практическими базисным знаниям в работе с электронными компонентами.
- умение активировать приложения виртуальной реальности, устанавливать их на устройство и тестировать;
- знание и понимание основных технологий, используемых в Хайтеке, их отличие, особенности и практики применения при разработке прототипов;
- знание пользовательского интерфейса профильного ПО, базовых объектов инструментария.

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 3D 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

8. Список литературы

Для преподавателя

Изобретательство и инженерия
Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986
Иванов Г. И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать: Кн. Для учащихся ст. Классов. — М.: Просвещение, 1994.
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.
Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизн. стратегия творч. личности. — Мн: Белорусь, 1994.
Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1969.
Негодаев И. А. Философия техники : учебн. пособие. — Ростов-на-Дону: Центр ДГТУ, 1997
3D моделирование и САПР
В.Н. Виноградов, А.Д. Ботвинников, И.С. Вишнепольский — «Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений», г.Москва, «Астрель», 2009.
И.А. Ройтман, Я.В. Владимиров — «Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений», г.Смоленск, 2000.
Герасимов А. А. Самоучитель КОМПАС-3D V9. Трехмерное проектирование — Страниц: 400;
Прахов А.А. Самоучитель Blender 2.7.- СПб.: БХВ-Петербург, 2016.- 400 с.
Компьютерный инжиниринг : учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.
МалюхВ. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.
Аддитивные технологии

Уик, Ч. Обработка металлов без снятия стружки /Ч.Уик.–М.: Изд-во «Мир», 1965.–549 с
WohlersT., Wohlers report 2014: Additive manufacturing and 3D-printingstateoftheindustry: Annual world-wide progress report, Wohlers Associates, 2014
Э. Кэнесс, К. Фонда, М. Дзеннаро Printing for Science, Education and Sustainable Development <u>CC Attribution-NonCommercial-ShareAlike</u> , 2013
Лазерные технологии
С. А. Астапчик, В. С. Голубев, А. Г. Маклаков. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке. — Белорусская наука.
Colin E. Webb, Julian D.C. Jones. Handbook Of Laser Technology And Applications (Справочник по лазерным технологиям и их применению) book 1.-2 — IOP.
Steen Wlliam M. Laser Material Processing. — 2nd edition. — Great Britain: Springer-Verlag.
Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009 – 143 с
Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. – М.: Физматлит, 2008.
Фрезерные технологии
Рябов С.А. (2006) Современные фрезерные станки и их оснастка: Учебное пособие
Современные тенденции развития и основы эффективной эксплуатации обрабатывающих станков с ЧПУ Чуваков А.Б. Нижний Новгород, НГТУ 2013
Пайка и работа с электронными компонентами
Максимихин М. А. Пайка металлов в приборостроении. Л.: Центральное бюро технической информации, 1959
Петрунин И. Е. Физико-химические процессы при пайке. М., «Высшая школа», 1972;

Для учащихся

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, но тут все понятно и без слов.
Пайка	
http://elektrik.info/main/master/90-pajka-prostye-sovety.html	Пайка: очень простые советы Пайка, флюсы, припой и о том, как работать паяльником? Какой паяльник использовать, какие бывают флюсы и припой? И, немного о том, что такое паяльная станция...

Web-ресурсы: тематические сайты репозиторий 3D моделей

Название	Тип
https://3ddd.ru	Репозиторий 3D моделей
https://www.turbosquid.com	Репозиторий 3D моделей
https://free3d.com	Репозиторий 3D моделей
http://www.3dmodels.ru	Репозиторий 3D моделей
https://www.archive3d.net	Репозиторий 3D моделей
https://www.crabcad.com	Репозиторий 3D моделей (CAD)
https://www.thingiverse.com/	Репозиторий 3D моделей (STL)