



«Утверждаю»
Директор КГБУДО «Камчатский центр
технического творчества»
А.А. Юхин
Протокол № 1 методического совета
от «31» августа 2020 г.



Образовательная программа

Подразделения «Детский технопарк «Кванториум-Камчатка»

направление «Hi-tech цех»

для учащихся от 10 до 14 лет
срок реализации 1 год

Автор-составитель:
Скурлатов Н.С., педагог
дополнительного образования;

г. Петропавловск-Камчатский

2020 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В современном мире появилось невероятно большое количество удивительных возможностей, которые помогают нам создавать очень комфортные условия для жизни. Технологический мир развивается огромными темпами. Современная электротехника является очень эффективной в своем применении. Обучение по образовательной траектории «Хай тек» позволяет узнать и понять, как создаются и функционируют те вещи, которые нас окружают.

Актуальность данной программы обусловлена все более востребованными профессиями технического профиля. Развитие производительных сил и производственных мощностей 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.

ЦЕЛЬ

Целью образовательной программы является содействие ускоренному развитию инженерных, исследовательских навыков и изобретательского мышления детей.

ЗАДАЧИ

Образовательные:

- развить воображение, пространственное мышление, интерес к технике и технологиям;
- познакомить с основами теории решения изобретательских задач;
- научить создавать 2D и 3D модели с помощью различного программного обеспечения;
- сформировать навыки работы на лазерном и аддитивном оборудовании, фрезерных станках с числовым программным управлением (ЧПУ), а также ручным инструментом;
- сформировать навыки работы с электронными компонентами;
- сформировать навыки, необходимые для проектной деятельности.

Воспитательные:

- повысить мотивацию обучающихся к изобретательству и созданию собственных дизайн-объектов;
- сформировать у обучающихся стремление к получению качественного законченного результата;
- сформировать навыки проектного мышления, работы в команде.

Развивающие:

- развить аналитические способности и творческое мышление;
- сформировать трудовые умения и навыки, умение планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- развить умение планировать свои действия с учётом фактора времени, в обстановке с элементами конкуренции, в условиях неопределенности;
- развить умение визуального представления информации, собственных идей и проектов;
- развить коммуникативные умения: излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;
- создать условия для развития творческих способностей обучающихся с использованием межпредметных связей (информатика, технология, окружающий мир, математика, физика).

УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Данная программа рассчитана на обучающихся от 10 до 14 лет, набор в группы детей для занятий свободный, по желанию; группы комплектуются разновозрастные, учитывая индивидуальные особенности детей. Группы могут быть смешанными по возрасту.

Занятия проводятся по 10 человек в каждой группе, с обязательным перерывом через каждые 45 минут работы.

Для успешной работы имеется: 2 оборудованных кабинета, отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям, необходимые материалы, инструменты, оборудование.

Эффективность реализации программы зависит от многих факторов: возрастного состава группы, начального уровня подготовки, заинтересованности участников образовательного процесса, наличия у обучающихся таких качеств как терпение, усидчивость, аккуратность, стремление к достижению лучших результатов деятельности. Важнейшим условием успешной реализации программы является личность педагога, его практический опыт, умение увлечь ребят.

ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Для успешной реализации программы педагогом используются следующие формы работы: фронтальные, групповые и индивидуальные.

Фронтальная форма используется для изучения нового материала, информация подается всей группе.

Индивидуальная форма используется при самостоятельной работе обучающихся, во время которой педагог направляет процесс в нужную сторону.

Групповая форма помогает педагогу сплотить группу, занять ребят общим делом, способствует качественному выполнению задания, активно используется при работе над кейсами, а также в проектной деятельности.

Обучение проводится с использованием различных форм организации занятий: лекция, дискуссия, круглый стол, демонстрация, консультация, ролевые и деловые игры, практическая и самостоятельная работа.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОВЕРКИ

В результате освоения программы обучающийся должен

знать:

- основы ТРИЗ и инженерии;
- принцип работы с электронными компонентами;
- основные методики предпроектных исследований;
- методы визуализации идей;
- актуальные направления научных исследований в общемировой практике;
- правила безопасной работы с инструментами и оборудованием.

уметь:

- проектировать и создавать 2D и 3D модели;
- самостоятельно работать с 3D-принтером;
- работать на лазерном и аддитивном оборудовании, фрезерных станках с числовым программным управлением (ЧПУ), а также ручным инструментом;
- формулировать задачу на проектирование, исходя из выявленной проблемы;
- выявлять и фиксировать проблемные стороны существования человека в предметной среде;
- планировать создание продукта от стадии идеи до действующего прототипа или макета;
- перерабатывать полученную информацию: делать выводы в результате совместной работы группы, сравнивать и группировать предметы и их образы;
- работать по предложенным инструкциям и самостоятельно;
- уметь рассказывать о проекте;
- работать над проектом в команде, эффективно распределять обязанности.

Освоить навыки:

- исследовательской, проектной и социальной деятельности;
- логического мышления;
- периодической оценки результатов собственной работы;
- проектирования, разработки, документирования и представления собственных проектов в составе команды;

- принятия инженерных решений, поиска необходимой информации в различных источниках.

Основным критерием освоения программы является активное участие в проектной и исследовательской деятельности. Программа считается успешно освоенной после защиты итоговых образовательных проектов каждым обучающимся либо группой воспитанников.

ВИДЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Диагностика прогнозируемого результата проводится ежегодно в три этапа: вводная, промежуточная и итоговая аттестация с помощью оценки контрольных заданий, проведения устных опросов, а также защиты образовательных проектов. Кроме того, анализируются и обобщаются результаты проводимых выставок и соревнований, в которых участвовали воспитанники. Соревнования и выставки проводятся на уровне организации, края и России. В краевых и национальных соревнованиях принимают участие ребята, достигшие высоких результатов.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Год обучения	Нагрузка (час. в неделю)	Кол-во обучающихся	Возраст обучающихся	Всего часов	Из них	
					Т	ПР
I	4	10	10-14 лет	144	42	102

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Раздел	Количество часов		Всего
		Т	ПР	
	Вводный модуль			
1.	Вводное занятие	2	-	2
2.	Введение в высокие технологии	4	4	8
2.1.	Основы изобретательства и инженерии	1	1	2
2.2.	Изобретательское и инженерное мышление	1	1	2
2.3.	Основы проектной деятельности	1	1	2
2.4.	Основы ТРИЗ	1	1	2
3.	Аддитивные технологии	9	13	22
3.1.	САПР. Двухмерное черчение	1	1	2
3.2.	Построение 3D-модели	1	1	2
3.3.	Применение аддитивных технологий	1	1	2
3.4.	Программное обеспечение для 3D-принтеров	1	1	2
3.5.	Печать 3D-модели	1	1	2
3.6.	Деталь. Операция выдавливание	1	1	2
3.7.	Сборка. Операция вращение	1	1	2
3.8.	Деталь. Вырезание	1	1	2
3.9.	Кейс «Держатель для маркеров»	1	5	6
4.	Лазерные технологии	5	9	14
4.1.	Техника безопасности при работе с лазером	1	1	2
4.2.	Векторная графика	1	1	2
4.3.	2D-моделирование	1	1	2
4.4.	Введение в материаловедение	1	1	2
4.5.	Лазер против материала	1	1	2
4.6.	Учебная задача «Значок кванторианца»	-	4	4
5.	Фрезерные технологии	4	10	14

5.1.	Техника безопасности при работе со станками с ЧПУ	1	1	2
5.2.	Основы фрезерной обработки изделий	1	1	
5.3.	2D-моделирование объемных изделий	1	1	2
5.4.	Технология гравировки	1	1	2
5.5.	Учебная задача «Колесо – изготовление диска»	-	6	6
6.	Паяльное оборудование	6	2	8
6.1.	Техника безопасности при работе с паяльным оборудованием	2	-	2
6.2.	Основы пайки	1	1	2
6.3.	Пайка электронной сборки	1	1	2
6.4.	Распайка электронной сборки	2	-	2
7.	Заключительный блок модуля	-	4	4
7.1.	Контрольное занятие	-	2	2
7.2.	Подведение итогов модуля	-	2	2
	Итого за вводный модуль:	30	42	72
	Углубленный модуль			
8.	Аддитивные технологии	2	8	10
8.1.	Знакомство с программой Autodesk Fusion 360	1	1	2
8.2.	Моделирование от простого к сложному	-	2	2
8.3.	Работа с 3D-сканером	1	3	4
8.4.	Соберем 3D-принтер	-	2	2
9.	Лазерные технологии	6	30	36
9.1.	Знакомство с оборудованием и программным обеспечением	1	1	2
9.2.	Лабораторная работа «Режем все»	-	2	2
9.3.	Учебная задача «Любимый персонаж»	1	3	4
9.4.	Учебная задача «Сложные конструкции»	-	2	2
9.5.	Кейс «Стойка для буклетов»	2	4	6
9.6.	Учебная задача «3D-конструктор»	2	8	10
9.7.	Кейс «Да будет свет!»	-	10	10

10.	Фрезерные технологии	4	10	14
10.1.	CAD/CAM системы	1	1	2
10.2.	Кейс «Корпус»	3	9	2
11.	Межквантовый проект «Интернет вещей»	-	10	10
12.	Подведение итогов	-	2	2
	Итого за углубленный модуль:	12	60	72
	Итого:	42	102	144

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Тема 1. Вводное занятие

Всего часов – 2, из них: теоретических – 2, практических – 0.

Краткое содержание

Цели и задачи обучения, ознакомление с планом работы на полугодие, расписание занятий, правила поведения на занятиях в Hi-tech цехе. Решение организационных вопросов. Правила безопасности труда

Тема 2. Введение в высокие технологии

Всего часов – 8, из них: теоретических – 4, практических – 4.

Краткое содержание

Понятие об изобретении, инженерное дело и его значение для улучшения жизни, перспективы инженерии. Обсуждение самых известных изобретений, определение основных проблем современной жизни, которые можно решить с помощью инженерных изобретений.

Психология технического творчества, методы решения изобретательских задач, алгоритм решения изобретательских задач. Упражнения на применение «мозгового штурма» и метода фокальных объектов.

Понятия «проект» и «кейс». Технология EduSCRUM как один из методов работы над проектом.

Общее понятие о теории решения изобретательских задач (понятия «творческое мышление», «креативность», «инновации», «идеальный конечный результат», «техническое противоречие») . Решение задач с использованием ТРИЗ.

Тема 3. Аддитивные технологии

Всего часов – 22, из них: теоретических – 9, практических – 13.

Краткое содержание

Системы автоматизированного проектирования и их назначение. Понятия «чертеж» и «промышленное конструирование». Упражнение на создание двухмерных чертежей. Основы создания трехмерных моделей. Основные отличия трехмерных моделей от двухмерных. Использование 3D-моделей в современной жизни.

Понятие об аддитивных технологиях, виды аддитивных технологий, их применение на современном этапе развития промышленности. Техника безопасности при работе с 3D-принтером. Пробная печать на 3D-принтере с использованием подготовленных шаблонов. Основные виды компьютерных программ, используемые для работы на 3D-принтерах, различия между ними, особенности работы, форматы для создания 3D-моделей. Сравнительный анализ существующих программ для работы на 3D-принтерах (составление сравнительной таблицы).

Создание 3D-модели с использованием программы SketchUp, инструментарий, применение стандартных шаблонов и геометрических фигур. Создание 3D-модели подставки под сотовый телефон в программе SketchUp и ее печать на 3D-принтере.

Единицы измерения. Массивы. Основные команды. Стандартные примитивы. Выдавливание, фаски, лофтинг. Отработка продемонстрированных команд - создание простых объектов, привязка к сетке, работа со стандартными примитивами. Конструкции, рендеринг. Модификаторы. Сплайны, тела вращения. Отработка продемонстрированных команд – создание конструкций из примитивов. Булева операция вычитания. Создание системы стен. Слайсинг. Отработка продемонстрированных команд – создание 3D модели шестеренки.

Кейс «Держатель для маркеров»: алгоритм работы над кейсом. Целеполагание. Представление проблемной ситуации в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата. Разработка и создание 3D модели. Выявление технологических ограничений оборудования для получения более результативного итога, презентация результата

Тема 4. Лазерные технологии

Всего часов – 14, из них: теоретических – 5, практических – 9.

Краткое содержание

Ознакомление с оборудованием. Техника безопасности при работе с лазерным гравером. Понятие лазерных технологий и их применение. Двухмерное моделирование. Векторная и растровая графика – различия между ними. Графические редакторы для работы с векторной графикой. Использование векторной графики в различных отраслях.

Векторный графический редактор «Автолазер». Основные возможности программы. Настройка рабочего стола в программе «Автолазер». Построение простейших элементов:

отрезков, окружностей, дуг и эллипсов. Инструменты преобразования и перемещения объектов. Отработка команд из панели инструментов «Преобразование» и «Перемещение».

Виды материалов. Металлы, сплавы и их свойства. Полимерные материалы. Древесные материалы. Композиционные материалы. Наноматериалы. Особенности обработки различных видов материалов при помощи лазера. Вырезание заготовленных шаблонов из воска, дерева, пластика.

Учебная задача «Значок кванторианца»: представление задачи в виде физико-инженерного ограничения, анализ, генерация идей и обсуждение методов решения. Разработка и создание 2D модели. Представление разработанных моделей.

Тема 5. Фрезерные технологии

Всего часов – 14, из них: теоретических – 4, практических – 10.

Краткое содержание.

Техника безопасности при работе на фрезерных станках. Противопожарные мероприятия. Правила пожарной и электробезопасности при работе на фрезерных станках. Игра «Оказание доврачебной помощи при различных травмах».

Сущность обработки резанием. Поверхности обработки. Фрезерная обработка материалов, фрезы и их назначения. Устройство фрезы: углы заточки и элементы. Упражнения на установку деталей в специальных приспособлениях.

Работа в векторном графическом редакторе «Автолазер». Создание 2D моделей корпуса для настенных часов. Понятие «гравировка». Фрезерная обработка методом гравировки. Режимы гравировки различных материалов. Установка деталей для гравировки, задание параметров гравировки в программе «Автолазер», гравировка печатной платы.

Учебная задача «Колесо – изготовление диска»: представление задачи в виде физико-инженерного ограничения, анализ, генерация идей и обсуждение методов решения. Разработка своей концепции диска колеса. Создание прототипа и проверка гипотезы. Презентация результата.

Тема 6. Паяльное оборудование

Всего часов – 8, из них: теоретических – 6, практических – 2.

Краткое содержание.

Паяльное оборудование, правила безопасности при работе с паяльником, безопасность труда при пайке. Материалы и инструменты, используемые при пайке, ручная пайка, подготовка деталей и их спайка. Практическая отработка процесса подготовки деталей, пайка проводов. Различные виды паяк электронных сборок (конструкционная пайка, пайка волной припоя и т.д.). Технологические особенности пайки печатных плат, промывка.

Монтаж элементов печатной платы (резистор, конденсатор, транзистор, светодиоды, микросхемы, перемычки), обрезка выводов, пайка, промывка платы. Термин «распайка». Использование распайки при работе с электрооборудованием.

Тема 7. Заключительный блок модуля

Всего часов – 4, из них: теоретических – 0, практических – 4.

Краткое содержание.

Подготовка итоговых работ и творческих проектов, их презентация и защита.

Рефлексия. Обсуждение полученных знаний и умений.

Тема 8. Аддитивные технологии (углубленный модуль)

Всего часов – 10, из них: теоретических – 2, практических – 8.

Краткое содержание.

Знакомство с программой AutoDesk Fusion 360. Построение различных элементов 3D-графики. 3D-сканирование и печать. Сборка 3D-принтера из готового конструктора.

Тема 9. Лазерные технологии (углубленный модуль)

Всего часов – 36, из них: теоретических – 6, практических – 30.

Краткое содержание.

Устройство лазерного станка. Исследование воздействия лазерного излучения на поверхность различных материалов. Составление сравнительной таблицы по режимам лазерной обработки.

Учебная задача «Любимый персонаж»: самостоятельный подбор и подготовка векторного изображения любимого персонажа. Лазерная обработка на выбранном материале.

Учебная задача «Сложные конструкции»: анализ существующих объектов со сложной конструкцией, технологический процесс которых можно упростить, используя лазерное излучение. Создание прототипа объекта и сравнение полученных результатов.

Кейс «Стойка для буклетов»: построение изображения трехмерного объекта, подбор режимов лазерной обработки, вырезание и сборка готовой конструкции.

Учебная задача «3D-конструктор»: подготовка двухмерных деталей, вырезание на лазерном станке, сборка трехмерного объекта из двухмерных деталей послойно.

Кейс «Да будет свет!»: разработка дизайн-модели светильника, подбор материала и режимов лазерной обработки, вырезание деталей, сборка готовой модели светильника.

Тема 10. Фрезерные технологии (углубленный модуль)

Всего часов – 14, из них: теоретических – 4, практических – 10.

Краткое содержание:

Понятие о CAD/CAM системах. Наладка фрезерного станка. Создание технологических эскизов, получение управляющей программы с использованием CAD/CAM системы, запуск фрезерного станка с ЧПУ, изготовление детали типа корпус насоса.

Тема 11. Межквантовый проект «Интернет вещей»

Всего часов – 10, из них: теоретических – 0, практических – 10.

Краткое содержание.

Что такое Интернет вещей? Проблематизация. Формирование команды. Поиск оптимального решения. Поиск аналогов. Планирование работы. Разработка ТЗ объекта. Распределение ролей и задач. Работа над реализацией проекта. Тестирование объекта. Рефлексия и доработка объекта. Презентация.

Тема 12. Подведение итогов

Всего часов – 2, из них: теоретических – 0, практических – 2.

Краткое содержание.

Рефлексия курса. Оценка результативности и успешности обучающихся. Перспективы последующего обучения по данному направлению. Предполагаемые выходные компетенции.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Лазерный гравёр учебный.
2. 3D-принтер учебный.
3. Держатель третья рука с лупой для пайки с подсветкой.
4. Длинногубцы-кусачки полукруглые.
5. Емкость для травления плат.
6. Индукционная паяльная система.
7. Клеевой пистолет с набором стержней.
8. Лабораторный источник питания программируемый.
9. Источники питания.
10. Мультиметр.
11. Паяльная станция для точечной сварки.
12. Фрезерный станок с ЧПУ учебный с принадлежностями.
13. ИБП APC Back-UPS ES 700VA BE700G-RS
14. ПК с монитором для станков.
15. Источники бесперебойного питания.
16. ПК в комплекте для обучающихся.
17. МФУ.
18. Удлинитель 3м 6 розеток.
19. Офисное программное обеспечение.
20. ПО 3D моделированию.
21. Очки защитные.
22. Аптечка.
23. Защитная одежда (халат) антистатический.
24. Перчатки х/б.
25. Защитная одежда (халат).
26. Контейнер для мусора 120 литров.
27. Расходные материалы (пластик для 3D-принтеров и т.д.).
28. Интерактивная доска.
29. Проектор.
30. Флипчарт магнитно-маркерный.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Тимирбаев Денис Фаридович «Хайтек-тулкит» – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 – 128 с. Базовая серия «Методический инструментальный тьютора»
2. Тимирбаев Денис Фаридович «Хайтек-тулкит». – М.: Фонд новых форм развития образования, 2019 – 76 с.

Дополнительная литература:

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1969.
2. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986.
3. Альтшуллер Г.С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизн. стратегия творч. личности. – Мн: Беларусь, 1994.
4. Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии.– СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 143 с.
5. Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. – М.: Физматлит, 2008.
6. Виноградов В.Н., Ботвинников А.Д., Вишнепольский И.С. Черчение: учебник для общеобразовательных учреждений. – М.: «Астрель», 2009.
7. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1969. John R.
8. Иванов Г.И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать: Кн. для учащихся ст. классов. – М.: Просвещение, 1994.
9. Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 93 с.
10. Корытный Д.М. Фрезы Современные тенденции развития и основы эффективной эксплуатации обрабатывающих станков с ЧПУ. – Нижний Новгород, НГТУ 2013.
11. Максимихин М.А. Пайка металлов в приборостроении. – Л.: Центральное бюро технической информации, 1959
12. Малюх В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
13. Негодаев И.А. Философия техники: учебн. пособие. – Ростов-на-Дону: Центр ДГТУ, 1997.
14. Петрунин И.Е. Физико-химические процессы при пайке. – М., «Высшая школа», 1972.
15. Ройтман И.А., Владимиров Я.В. Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений. – Смоленск: 2000.

16. Уик Ч. Обработка металлов без снятия стружки /Ч.Уик. – М.: Изд-во «Мир», 1965. – 549 с.

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

Моделирование

- 17. <https://youtu.be/dkwNj8Wa3YU> – Три основных урока по Компасу
- 18. https://youtu.be/KbSuL_rbEsI – VR rendering with Blender
- 19. <https://youtu.be/241IDY5p3W> – VR viewing with VRAIS.
- 20. <https://www.youtube.com/watch?v=SMhGEu9LmYw> – Одно из многочисленных видео по бесплатному ПО Blender

Лазерные технологии

- 21. <https://ru.coursera.org/learn/vvedenie-v-lasernie-tehnologii/lecture/CDO8P/vviedeniie-v-laziernyie-tiekhnologhii> – Введение в лазерные технологии
- 22. <https://www.youtube.com/watch?v=ulKriq-Eds8> – Лазерные технологии в промышленности

Аддитивные технологии

- 23. <https://habrahabr.ru/post/196182/> – Короткая и занимательная статья о том, как нужно подготавливать модель
- 24. <https://solidoodletips.wordpress.com/2012/12/07/slicersshootout-pt-4/> – Здесь можно посмотреть сравнение работы разных слайсеров.
- 25. <https://www.youtube.com/watch?v=jTd3JGenCco> – Аддитивные технологии
- 26. https://www.youtube.com/watch?v=vAH_Dhv3I70 – Промышленные 3D принтеры. Лазеры в аддитивных технологиях.
- 27. <https://www.youtube.com/watch?v=zB202Z0afZA> – Печать ФДМ принтера
- 28. <https://www.youtube.com/watch?v=h2lm6FuaAWI> – Как создать эффект лакированной поверхности
- 29. <https://www.youtube.com/watch?v=g0TGL6Cb2KY> – Как сделать поверхность привлекательной
- 30. <https://www.youtube.com/watch?v=yAENmlubXqA> – Работа с 3Д ручкой

Станки с ЧПУ

- 31. <https://www.youtube.com/watch?v=cPlotOSm3P8&feature=youtu.be> – Пресс формы. Фрезеровка металла. Станок с ЧПУ по металлу.
- 32. <https://www.youtube.com/watch?v=B8a9N2Vjv4I> – Как делают пресс формы
- 33. <https://www.youtube.com/watch?v=paaQKRuNplA> – Кошмары ЧПУ
- 34. <https://www.youtube.com/watch?v=PSe1bZuGEok> – Работа современного станка с ЧПУ

Пайка

- 35. <http://elektrik.info/main/master/90-pajka-prostye-sovety.html> – Пайка: очень простые советы

Web-ресурсы: тематические сайты репозиторий 3D моделей

- 36. <https://3ddd.ru> – Репозиторий 3D моделей
- 37. <https://www.turbosquid.com> – Репозиторий 3D моделей
- 38. <https://free3d.com> – Репозиторий 3D моделей
- 39. <http://www.3dmodels.ru> – Репозиторий 3D моделей
- 40. <https://www.archive3d.net> – Репозиторий 3D моделей