

**Комитет по образованию администрации городского округа
«Город Калининград»
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение города
Калининграда средняя общеобразовательная школа №58**

Введена в действие приказом директора
МАОУ СОШ №58

№ 356 от «11» 06 2025 г.

Директор


Ерохин А.В.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности
«Реверсивный инжиниринг»**

Возраст обучающихся: 13-17 лет

Срок реализации: 9 месяцев

Автор программы:
Фалежинский Станислав Андреевич,
педагог дополнительного образования
г. Калининград

г. Калининград, 2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Описание предмета, дисциплины которому посвящена программа

За последние несколько десятилетий в мире произошли серьезные изменения в области высоких технологий. Компьютерная революция оказала большое влияние и на производственный мир. Благодаря автоматизации производственных процессов, в основе которой лежит робототехника и станки с числовым программным управлением (ЧПУ), стало возможным оперативное изготовление и восстановление деталей и узлов конструкций методами реверсивного инжиниринга.

Реверс-инжиниринг – это синонимы, обозначающие процесс, при котором деталь или совокупность деталей как устройство подвергается измерениям и съему параметров для создания совокупности данных, позволяющих производить такие объекты, либо использовать эти данные для разработки и создания новых, измененных и усовершенствованных по сравнению с оригиналом деталей и устройств.

На курсе дети познакомятся с основами векторной графики в редакторах Inkscapе, CorelDraw, получат навыки инженерного проектирования по образцу в редакторе САПР Компас-3D, как по результатам ручных измерений, так и при извлечении цифровой копии с помощью 3D сканера. Учащиеся получат навыки работы на станках с ЧПУ для лазерной гравировки и резки, фрезерной обработки, а также 3D-печати на принтере.

Раскрытие ведущих идей, на которых базируется программа

Основной идеей программы является формирование у учащихся навыков конструирования и компьютерного моделирования в процессе реализации творческих способностей.

Содержание курса актуализирует знания по геометрии, математике, технологии, способствует развитию навыков сотрудничества и бережного отношения к технике.

Описание ключевых понятий, которыми оперирует автор программы:

3D-печать – это методика изготовления объемных изделий на основе цифровых моделей.

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing) — метод создания трехмерных объектов, деталей или вещей путем послойного добавления материала: пластика, металла, бетона и, возможно, в будущем — человеческой ткани.

Лазерная гравировка – это способ нанесения рисунка, чертежа или текста на изделие с помощью лазерного луча.

Лазерный гравер (Лазерно-гравировальный станок с ЧПУ) – многофункциональное оборудование, основными задачами которого являются раскрой и гравировка (маркировка) материала.

Система автоматизированного проектирования (САПР, англ. Computer-aided design (CAD)) – это система автоматизированного проектирования, предназначенная для выполнения проектных работ с

применением компьютерной техники, а также позволяющая создавать конструкторскую и технологическую документацию на отдельные изделия, здания и сооружения.

Фрезерный станок с ЧПУ – это современное оборудование для работы с металлом, которое оснащается числовым программным управлением и имеет лазерный сканер для максимально точной работы устройства.

Облако точек – это набор точек данных в трехмерной системе координат (x, y, z). Каждая точка представляет собой одно пространственное измерение на поверхности какого-то объекта (например, здания), и в совокупности облако точек представляет собой всю его внешнюю поверхность.

Числовое программное управление сокр. CNC – компьютерное числовое управление – область техники, связанная с применением цифровых вычислительных устройств для управления производственными процессами.

Направленность программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Станки с ЧПУ» имеет техническую направленность.

Уровень освоения программы

Уровень освоения программы – базовый.

Актуальность образовательной программы

Современные станки с ЧПУ становятся незаменимыми в сегменте промышленного производства и уверенно вытесняют традиционные аналоги. Станочное оборудование с числовым программным управлением сочетает функционал агрегатных моделей и обрабатывающих центров. В силу их универсальности, такими агрегатами комплектуют, как масштабные производственные линии, так и узкоспециализированные мастерские.

Главными преимуществами установок с ЧПУ перед обычными станками является сокращение продолжительности и повышение точности операций, возможность настройки широкого спектра параметров, высокая производительность труда при отменном качестве производимых работ. Использование таких станков значительно повышает общий уровень культуры производства.

В этой связи предприятия заинтересованы в привлечении высококлассных специалистов способных работать на подобном оборудовании, а люди, способные программировать и настраивать станки с ЧПУ, становятся все более востребованными на рынке труда.

Педагогическая целесообразность образовательной программы

В результате обучения по представленной программе учащиеся расширят свои знания в области математики, геометрии, информатики, английского языка и технологии, получат навыки компьютерного моделирования и конструирования.

По завершении курса у учащихся будет сформирована база знаний, достаточная для участия в профильных олимпиадах и конференциях.

Практическая значимость образовательной программы

Практическая значимость программы заключается в реализации практико-ориентированного подхода, который способствует получению

качественных первичных знаний, умений и навыков в области проектирования чертежей и 3D моделей прототипов, опыта в обслуживании оборудования для 3D печати, лазерной резки и гравировки, а также фрезерной обработки деталей. Знания, полученные в результате изучения курса, помогут детям в профориентации при выборе будущей профессии, а навыки инженерной графики пригодятся при дальнейшем обучении в профессиональных и высших учебных заведениях.

Также, обучающиеся получают знания, умения и навыки в области социального взаимодействия, самоопределения и самореализации, что способствует социализации всех групп обучающихся.

Принципы отбора содержания образовательной программы

Принципы отбора содержания (образовательный процесс построен с учетом уникальности и неповторимости каждого ребенка и направлен на максимальное развитие его способностей):

- принцип единства развития, обучения и воспитания;
- принцип систематичности и последовательности;
- принцип доступности;
- принцип наглядности;
- принцип взаимодействия и сотрудничества;
- принцип комплексного подхода;
- принцип природосообразности и культуросообразности;
- принцип гуманизма.

Отличительные особенности программы

Отличительной особенностью программы является ее структура и содержание, которая охватывает несколько приоритетных направлений развития инженерных компетенций учащихся: векторная графика и дизайн, инженерная графика и 3D печать, CNC технологии, фрезерная обработка с ЧПУ. Изучение тематического материала условно делится на 2 части:

- моделирование на компьютере: создание эскиза чертежа, модели, оформление технической документации
- изготовление разработанной модели: подготовка модели, настройка оборудования с выбором инструментов и материалов, работа с ЧПУ оборудованием.

Данный подход позволяет учащимся подробно изучить каждый этап технологического процесса создания конечного продукта. Изучение каждого модуля сопровождается выполнением самостоятельных работ, разбором олимпиадных заданий.

Цель образовательной программы

Создать условия для формирования у обучающихся устойчивых знаний и навыков моделирования и конструирования с использованием оборудования с ЧПУ.

Задачи

Обучающие:

- систематизировать соблюдение правил техники безопасности при эксплуатации технологического оборудования;
- познакомить с редакторами векторной и инженерной графики Inkscape, CorelDraw;
- сформировать представление о числовом программном управлении производственного оборудования;
- обучить основам 3D моделирования и правилам оформления технической документации в САД Компас 3D;
- сформировать навыки обслуживания ЧПУ станков для фрезерной обработки;
- сформировать навыки работы с 3D принтером и сопутствующим программным обеспечением для подготовки модели к печати;
- познакомить с методами реверсивного инжиниринга;
- сформировать навыки получения цифровой копии модели с 3D сканера и последующего преобразования ее в твердотельную модель;
- обучить правилам составления технической документации на основе 3D модели детали.

Развивающие:

- развить коммуникативные компетенции в общении и сотрудничестве со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной и соревновательной деятельности;
- расширить навыки самообразования на основе мотивации к познанию и творчеству;
- развить пространственное, алгоритмическое, математическое и конструкторское мышление.

Воспитательные:

- формировать уважительное отношение к совместной проектной работе, товарищам по команде, вкладу каждого участника в достижение общей цели;
- привить понятие бережного отношения к оборудованию;
- поддерживать знания в области техники безопасности при работе с экструдером, лазерным гравером и фрезерным станком;
- раскрыть творческий потенциал школьников с дальнейшей ориентацией на участие в соревнованиях разного уровня.

Психолого-педагогические характеристики обучающихся, участвующих в реализации образовательной программы.

Программа «Реверсивный инжиниринг» предназначена для детей в возрасте 13-17 лет (7-11 классы). Группа может состоять из детей одного возраста или быть разновозрастной.

Численный состав групп: 12-15 человек.

Особенности организации образовательного процесса

Образовательный процесс осуществляется на основе учебного плана, рабочей программы и регламентируется расписанием занятий.

Программа предусматривает индивидуальные, парные и групповые, формы работы с обучающимися.

Программа построена с учётом возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся.

Формы обучения по образовательной программе

Реализация данной программы предполагает следующие формы обучения – очную и, при необходимости, дистанционную.

При реализации дистанционного обучения педагог может использовать платформы для обмена текстовыми сообщениями и организации VoIP конференций: ZOOM, Skype, Telegram, Viber.

Дистанционный формат может быть организован в случае введения карантинных мер или длительного отсутствия учащегося по причине болезни (с согласия родителей). При этом обучение сопровождается видеозаписями уроков, опорным конспектом, ссылками на образовательные ресурсы, тестами и практическими заданиями, проверка и демонстрация решения которых может быть реализована учителем в формате групповой видеосвязи. При этом, педагогу следует предложить такие формы работы и виды деятельности, с которыми ребенок сможет справиться самостоятельно.

Занятия проходят в форме лекций и практикумов, на которых учащиеся применяют полученные знания.

Каждый урок должен привести к достижению конечного результата, который бы четко осознавался ребенком. При этом задания к уроку должны быть разработаны по нескольким уровням сложности, исходя из разного уровня подготовки учащихся, каждый ребенок должен быть занят. Формат заданий может включать творческие и проектные работы, а также коллективные презентации, созданные с помощью облачных сервисов, и др.

В первые месяцы обучения педагогом производится анализ и корректировка образовательного маршрута в зависимости от способностей учащихся.

Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий

Общее количество часов в год – 72 часа. Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 40 минут. Недельная нагрузка на одну группу: 2 часа. Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 академических часа.

Объем и срок освоения образовательной программы

Срок освоения программы – 9 месяцев. На полное освоение программы требуется 72 часа, включая индивидуальные консультации.

Основные методы обучения

При организации обучения используется дифференцированный, индивидуальный подход.

На занятиях используются следующие педагогические технологии: междисциплинарного обучения, проблемного обучения, развития критического мышления, здоровьесберегающая, информационно-коммуникационные технологии и электронные средства обучения, игровая, проектная, исследовательская.

Образовательная программа содержит теоретическую и практическую подготовку, большее количество времени уделяется выработке практических навыков.

Кроме традиционных методов используются:

- эвристический метод;
- исследовательский метод, самостоятельная работа;
- диалог и дискуссия;
- приемы дифференцированного обучения, обеспечивающие обучение каждого обучающегося на уровне его возможностей и способностей.

Планируемые результаты

Метапредметные:

- смогут использовать коммуникационные технологии в учебе и повседневной жизни, формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение;
- смогут находить альтернативные решения поставленной проблемы, соотносить свои действия с планируемыми результатами, корректировать их в соответствии с изменяющимися условиями, оценивать правильность выполнения прикладных задач;
- будут демонстрировать результаты совместной исследовательской и проектной деятельности.

Предметные:

Будут знать:

- понятийную базу терминов, используемую в процессе обучения;
- приёмы изготовления изделий с использованием технологического оборудования с ЧПУ;
- методы расчета и моделирования плоских деталей для объемных конструкций;
- правила оформления чертежей и технической документации в САД системе Компас 3D;
- свойства инструментов для построения объемной модели в САД системе;
- инструменты графических редакторов и САД системы Компас 3D
- параметры программной системы управления лазерным/фрезерным станком для выбора режима работы в соответствии с техническим заданием;
- алгоритмы расчета соединений деталей шип/паз, ласточкин хвост, гибкий рез, деталей: болт, шестерни и зубчатые передачи;

Будут уметь:

- создавать макеты для лазерной резки и гравировки в редакторах векторной графики;
- создавать чертежи в САД Компас по результатам измерения размеров модели детали;
- создавать 3D модель детали в САД Компас 3D по чертежу;
- проектировать прототипы 3D моделей деталей и проверять их совместимость на сборочном чертеже в САД Компас 3D;
- оформлять чертежи и сопутствующую техническую документацию;
- подбирать и назначать режимы гравировки/резки/фрезеровки на оборудовании с ЧПУ;
- читать чертежи;

- рассчитывать параметры деталей и их соединений;
- подбирать режущий инструмент и параметры фрезерной обработки;

Личностные:

- научатся взаимодействовать и сотрудничать со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной, проектной и соревновательной деятельности;
- научатся уважать мнение товарищей при совместной работе над проектами, ценить вклад каждого участника в достижении общей цели;
- смогут разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов всех участников проекта;
- научатся осознанно относиться к соблюдению правил техники безопасности при работе с оборудованием как основе ответственного отношения к своему здоровью и здоровью окружающих.

Механизм оценивания образовательных результатов

1. Уровень теоретических знаний.

- Низкий уровень. Обучающийся знает фрагментарно изученный материал. Изложение материала сбивчивое, требующее корректировки наводящими вопросами.

- Средний уровень. Обучающийся знает изученный материал, но для полного раскрытия темы требуются дополнительные вопросы.

- Высокий уровень. Обучающийся знает изученный материал. Может дать логически выдержанный ответ, демонстрирующий полное владение материалом.

2. Уровень практических навыков и умений.

Работа с оборудованием, техника безопасности.

- Низкий уровень. Требуется контроль педагога за выполнением практических заданий;

- Средний уровень. Периодически требуется помощь преподавателя при выполнении самостоятельных практических заданий по проектированию макетов и моделей;

- Высокий уровень. Не требует корректировки со стороны педагога при выполнении самостоятельных практических заданий.

Формы подведения итогов реализации образовательной программы

Текущий контроль осуществляется в процессе обучения как результат практической и самостоятельной творческой деятельности учащихся на каждом занятии курса.

Итоговая аттестация проводится в конце изучения каждого раздела курса в виде решения олимпиадных заданий и демонстрации самостоятельно разработанных продуктов.

Организационно-педагогические условия реализации образовательной программы

Научно-методическое обеспечение реализации программы направлено на обеспечение широкого, постоянного и устойчивого доступа для всех участников образовательного процесса к любой информации, связанной с

реализацией общеразвивающей программы, планируемыми результатами, организацией образовательного процесса и условиями его осуществления.

Социально-психологические условия реализации образовательной программы обеспечивают:

- учет специфики возрастного психофизического развития обучающихся;

- вариативность направлений сопровождения участников образовательного процесса (сохранение и укрепление психологического здоровья обучающихся);

- формирование ценности здоровья и безопасного образа жизни; дифференциация и индивидуализация обучения; мониторинг возможностей и способностей обучающихся, выявление и поддержка одаренных детей, детей с ограниченными возможностями здоровья;

- формирование коммуникативных навыков в разновозрастной среде и среде сверстников.

Материально-технические условия

Лазерный гравер RAYlogic – 1 шт.

Фрезерный станок MonoFab SRM-20 – 1 шт.

3D принтер – 5 шт.

3D сканер RangeVision NEO – 1 шт.

Ноутбук с поддержкой WiFi на базе ОС Windows 10 – 15 шт.

Проекционное оборудование – 1 шт.

WiFi роутер и точка доступа к сети Internet – 1 шт.

Программное обеспечение: Inkscape, CorelDraw, Компас-3D, RuiDa RDWorks, Roland VPanel, MODELA Player 4, ScanCenter NG, RV 3D Studio, Cura, ArtCam.

Организация рабочего пространства ребенка осуществляется с использованием здоровьесберегающих технологий. В ходе занятий в обязательном порядке проводится физкультпаузы, направленные на снятие общего и локального мышечного напряжения. В содержание физкультурных минуток включаются упражнения на снятие зрительного и слухового напряжения, напряжения мышц туловища и мелких мышц кистей, на восстановление умственной работоспособности.

Кабинет, соответствующий санитарным нормам СанПин.

Пространственно-предметная среда (стенды, наглядные пособия и др.).

Кадровые условия реализации программы

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование в области, соответствующей профилю кружка, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению «Образование и педагогика» без предъявления требований к стажу работы.

Оценочные и методические материалы

Вся оценочная система делится на три уровня сложности:

1. Обучающийся может ответить на общие вопросы по большинству тем, с помощью педагога может построить и объяснить принцип работы предлагаемого оборудования.

2. Обучающийся отвечает на все вопросы, поднимаемые за период обучения. Может самостоятельно построить и объяснить принцип действия и особенности оборудования.

3. Обучающийся отвечает на все вопросы, поднимаемые за период обучения. Может самостоятельно построить и объяснить принцип действия и особенности оборудования. Но, располагает сведениями сверх программы, проявляет интерес к теме. Проявил инициативу при выполнении конкурсной работы или проекта. Вносил предложения, имеющие смысл. Кроме того, весь курс делится на разделы.

Успехи обучающегося оцениваются так же и по разделам:

- теория;
- практика.

Методическое обеспечение

Обеспечение программы предусматривает наличие следующих методических видов продукции:

- электронные учебники;
- видеоролики;
- информационные материалы на сайте, посвященном данной дополнительной общеобразовательной программе;
- мультимедийные интерактивные домашние работы, выдаваемые обучающимся на каждом занятии.

СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Введение в предмет

Тема 1. Что такое реверсивный инжиниринг? Оценка конструкции. Технологии создания прототипа модели.

Теория. Реверсивный инжиниринг и способы извлечения цифровой модели. Область применения технологии.

Методы оценки конструкции деталей и машин в контексте обратного инжиниринга. Рассмотрение основных методов и критериев оценки конструкции деталей и машин при проведении обратного инжиниринга. Изучение подходов к анализу геометрии, материалов и технологий изготовления, используемых в создании деталей и машин.

Быстрое прототипирование с ЧПУ.

Классификация станков с ЧПУ. Обзор оборудования класса: 3D принтеры и сканеры, станки для лазерной резки, токарной и фрезерной обработки. Инструменты мастерской.

Обзор программного обеспечения курса.

Заполнение журнала инструктажа техники безопасности при работе с инструментами и на станках с ЧПУ

Раздел 1. Лазерные технологии и плоское моделирование

Тема 2-10. Принцип работы лазерного станка и режимы обработки. Программа для обслуживания оборудования RuiDa RDWorks. Виды компьютерной графики. Интерфейс и базовые операции редактора Inkscape. Библиотеки векторных шаблонов. Векторизация монолинейного (контурного) изображения. Растровая гравировка. Подготовка фото для гравировки на лазерном станке. Плоттер RAYlogic. Создание художественного текста. Знакомство с САПР Компас 3D. Возможности. Интерфейс программы. Виды документов. Графические примитивы. Этапы построения изображений. Редактирование изображений и преобразование объектов. Внутреннее и внешнее сопряжение. Соединение деталей «Ласточкин хвост». Соединение деталей «Шип-паз». Каркасные модели. Гибкий рез. Проект «Шахматы» по образцу модели Morbi design. Создаем шахматные фигуры по эскизу оригинала. Проект «Шахматы» по образцу модели Morbi design. Создаем шахматную доску по эскизу оригинала

Теория. Обзор характеристик лазерных граверов: Граверы Dobot MOOZ и Laser Solid 3020 life. Начальные настройки RDWorks. Применение графических примитивов. Редактирование векторных изображений. Панель редактирования RDWorks, библиотека изображений. Расчет времени выполнения гравировки. Программная компенсация люфтов в RDWorks, раздвоенная гравировка и не замыкающиеся окружности. Подготовка фото для гравировки на лазерном станке. Выполнение растровой (пиксельной) гравировки изображения. Алгоритм создания художественного текста методом лазерной гравировки в редакторе Inkscape. Настройки RDWorks для лазерной резки макета. Создание документа «Фрагмент». Настройка

параметрического режима. Создание графических примитивов. Редактирование размеров эскиза. Создание документов в двумерном редакторе. Применение привязок. Редактирование изображений преобразование объектов. Чтение чертежей. Развертка. Гибкие конструкции из фанеры. Расчет параметров гибкого реза. Воссоздание чертежа модели и гравировки поверхности по эскизу оригинала с помощью измерительных инструментов. Инструмент «Копия с указанием».

Практика. Подготовка оборудования, юстировка лазерной системы. Выполнение лазерной гравировки векторного изображения. Векторизация растрового монолинейного (контурного) изображения. Выполнение лазерной гравировки изображения после векторизации. Цветокоррекция фотографии для последующей пикселизации. Выполнение лазерной попиксельной гравировки изображения. Создание макета художественного текста: слово, имя, хэштег. Создание макета топпера. Резка макета на лазерном станке. Создание векторного эскиза в САПР Компас для последующей резки на лазерном станке. Создание чертежа в САПР Компас по технической документации с применением построения сопряжений. Создание эскиза чертежа модели «Пазл» под резку детали с использованием соединения «Ласточкин хвост». Создание макета основания для пазла. Подготовка чертежей к лазерной резке. Создание макета «Кубик». Создание развертки чертежа «Органайзер» с использованием гибкого реза. Моделирование dna и соединения узлов: шип-паз для dna и ласточкин хвост для замыкания развертки модели «Органайзер». Создание макетов моделей шахматных фигур по образцу: пешка, слон, ладья. Создание макета шахматной фигур: король, ферзь. Резка и сборка моделей. Создание многослойного макета шахматной доски. Резка и сборка модели доски. Склеивание слоев доски с размещением неодимовых магнитов.

Раздел 2. 3D моделирование и аддитивные технологии

Тема 11-23. Виды 3D-принтеров и принципы их работы. Филамент Слайсер Cura. Введение в твердотельное моделирование. Построение модели операцией выдавливания. Дополнительные конструктивные элементы. Построение модели операцией вращения. Моделирование спиралью

Моделирования элемента по траектории. Восстановление деталей «Шнек», «Пропеллер» по технической документации. Использование параметрических библиотек. Параметры резьбы. Модели с резьбой: болт, винт, гайка. Выполнение стандартных конструктивных элементов в моделях деталей. Восстановление детали «Вал» по технической документации. Восстановление элементов резьбового соединения для последующей печати. Поверхностное моделирование. Приемы создания модели сборки. Разнесение компонентов. Оформление чертежей и конструкторской документации сборок. Материал модели. Расчет объема и массы модели. Рендеринг модели. Artisan Rendering. Простые механизмы в САПР Компас 3D. Кривошипно-ползунный механизм. Зубчатое колесо. Параметры зубчатого колеса. Расчет зубчатой цилиндрической передачи.

Теория. Обзор филаментов для 3D-печати. Обзор ресурсов с готовыми 3D-моделями. Интерфейс управления 3D принтером. Пошаговые этапы настройки перед началом работы принтера. Проектирование 3D модели с использованием операции выдавливания. Дополнительные конструктивные элементы: отверстие, фаска, скругление, уклон, ребро жесткости. Создание осевой линии. Проектирование 3D модели с использованием операции вращения. Осевая линия. Удаление материала операцией вращения. Восстановление модели детали по оригиналу. Снятие размеров. Создание эскизов. Объемное моделирование. Проектирование 3D модели пружин сжатия и растяжения. Сечение. Инструмент «Элемент по сечениям. Создание моделей стандартных деталей. Внутренние конструктивные элементы в моделях деталей. Создание канавки. Создание шпоночного паза. Измерение элементов резьбового соединения. Понятие допуска. Понятие поверхностного моделирования. Сравнительный анализ твердотельного и поверхностного моделирования. Алгоритм составления сборочного чертежа. Сборочный чертеж. Разнесение элементов. Создание ассоциативного чертежа. Обозначение сечений и разрезов, видов с указанием условных обозначений и простановкой размеров. Материал модели. Расчет объема и массы модели. Рендер модели. Модуль Artisan Rendering. Обзор механизмов в САПР Компас 3D. Расчет параметров кривошипно-ползунного механизма. Инструменты (модули) Компас 3D для анализа механизмов. Зубчатое колесо. Принцип работы редуктора и коробки передач автомобиля. Параметры зубчатого колеса. Виды зубчатых передач. Частота вращения вала, крутящий момент, число зубьев и др.

Практика. Подключение и калибровка 3D-принтера. Замена филамента. Настройки слайсера Cura. Организация поддержек. Печать примеров моделей. Построение объемной модели с применением конструктивных элементов. Восстановление модели детали по технической документации. Моделирование операцией вращения: «Цилиндр», «Конус», «Сфера», «Тор», «Стакан». Создание модели «Пружина кручения». Редактирование сечения. Создание моделей со смещением плоскости: усеченная пирамида, усеченный конус. Изучение технической документации модели «Шнек». Создание сечения и траектории моделирования по спирали. Изучение технической документации модели «Пропеллер». Моделирование ступицы (втулки) пропеллера. Создание плоскостей сечений лопасти. Массив элементов по концентрической сетке. Создание моделей: болт, винт, гайка с помощью базы параметрической библиотеки. Создание модели вала по технической документации. Моделирование болта, шпильки с резьбой. Измерение внутренней резьбы гайки. Моделирование гайки по оригиналу. Печать моделей, проверка резьбового соединения после печати. Создание поверхностной модели «Ложка». Создание поверхностной модели «Бутылка», «Крышка ПЭТ бутылки». Создание модели основания спиннера. Моделирование деталей: основание, подшипник. Сборка спиннера из деталей: основание, подшипники. Разнесение компонентов сборки. Оформление чертежей для созданных моделей сборки. Оформление технической

документации: заполнение основной надписи, создание спецификации. Расчет объема и массы модели для заданного материала средствами САПР Компас 3D. Подготовка модели к экспорту. Настройка рендера модели. Моделирование и сборка узлов кривошипно-ползунного механизма. Анализ работы механизма. Расчет параметров зубчатого колеса. Моделирование зубчатого колеса. Построение эвольвенты. Копия по окружности. Расчет зубчатой цилиндрической передачи.

Раздел 3. Обработка фрезерованием

Тема 24-31. Знакомство с технологией фрезерования. Станок MonoFab SRM-20. Интерфейс Roland VPanel. Виды обработки. Процесс фрезерования. Интерфейс MODELA Player 4. Режущий и вспомогательный инструмент. Определения и формулы. Система координат. Понятие управляющей программы станка. Симуляция процесса. Многослойная гравировка. Работа со слоями. ArtCAM. Рабочее пространство Панели инструментов и меню. Импорт и экспорт векторов. ArtCAM. Меню Правка. Тектурная заливка. ArtCAM. Режимы отображения модели и группировка элементов эскиза. ArtCAM. Настройка параметров модели, освещения и выбор материала. Сложное построение полилинией. Экспорт и импорт векторов. Сечение рельефа. Граница рельефа. Векторная граница. Векторная заливка. Построение дуг. Инструменты окружность, прямоугольник, многоугольник. Работа с текстом. Инструмент Гильош. Восстановление модели детали с помощью фрезерной обработки на станке с ЧПУ.

Теория. Назначение и виды фрезерных станков. Настройка оборудования. Установка заготовки. Выполнение процесса односторонней фрезерной обработки демонстрационной модели. Просчет времени обработки детали. Решение задач на расчет параметров резки. Подбор фрезы в зависимости от поставленной задачи. Разработка эскиза модели. Настройка параметров MODELA Player 4. Симуляция процесса. Разбор ошибок. ArtCAM: интерфейс и структура программы. Рабочее пространство. Создание модели: размер в пикселях, модель из рисунка, круговая модель. Панели инструментов и меню. Операции: копировать, вырезать, вырезать рельеф, вставить, выбрать. Меню Правка. Горячие клавиши. Симуляция. Инструменты: выбрать, преобразовать. Операции: отразить, интерактивная деформация, пластическая деформация. Объединение рельефов. Создание копий фрагментов. Объединение векторов. Деформация. Работа с кистями. Инструмент «Выбрать все». Работа с векторами. Увеличение векторов, интеллектуальный выбор векторов. Тектурная заливка. Вектор потока и контур. Стилль заливки. Операции: группировать, вставка вдоль кривой, круговой и прямоугольный массивы. Многоуровневая группировка. Меню вид. Меню модель: задать размер, разрешение модели. Влияние разрешения изображения на качество обработки. Фильтр точек и карта высот. Освещение. Создание полилинии. Привязки по осям ху, перпендикулярная привязка, Ctrl – угловая привязка. Горячие клавиши: (-) удаление последнего узла, (Tab) автоматическое замыкание полилинии. Замыкание линии через команду «Вектор» –

«Замкнуть». Замыкание начального и конечного узла перетаскиванием начального узла. Сечение рельефа. Граница рельефа. Векторная граница. Векторная закраска. Работа со слоями модели. Текстовое меню Вектор.

Практика.

Ручное управление режущим инструментом с помощью Roland VPanel. Подготовка демонстрационной модели к изготовлению на фрезерном станке с ЧПУ в MODELA Player 4. Подбор фрезы для черновой и финишной обработки детали. Фрезерование детали со сменой режущего инструмента. Симуляция процесса фрезерования детали. Создание эскиза многослойной гравировки. Настройка управляющей программы. Установка карты высот для слоев модели. Гравировка по загруженному макету. Симуляция процесса фрезерования детали. Создание модели из файла в ArtCAM. Редактирование размера эскиза. Создание модели из файла в ArtCAM. Редактирование модели рельефа. Создание текстуры рельефа для обработки на фрезерном станке с ЧПУ. Создание вида, переключение между 3D видами, создание копий направляющих, создание сетки и привязок. Настройка разрешения при импорте, освещения и материала модели. Создание векторных контуров по растровому эскизу модели. Создание рельефа для спроектированных контуров модели. Создание сечения молдинга. Снятие размеров. Создание эскизов и сечений рельефа. Настройка карты высот. Подготовка заготовки. Настройка оборудования и выбор режущего инструмента. Симуляция процесса. Изготовление детали на фрезерном станке.

Раздел 4. Обработка фрезерованием

Тема 32-36. Извлечение цифровой модели. Сканирование модели в ScanCenter NG и RV 3D Studio. Построение параметрической твердотельной трехмерной модели по результатам сканирования. Разработка конструкторской документации по созданной CAD-модели. Реверсивный инжиниринг модели методом извлечения информации с помощью 3D сканера.

Теория. Процесс создания цифровой модели деталей и машин с использованием обратного инжиниринга Обзор методов и инструментов, используемых для извлечения цифровой модели из физических объектов. Рассмотрение этапов процесса создания цифровой модели с использованием технологий обратного инжиниринга. Обзор возможностей ScanCenter NG и RV 3D Studio. Режимы сканирования. Ознакомление с процессом 3D-сканирования для получения точных трехмерных данных о деталях и машинах. Облако точек. Процесс получения твердотельной параметрической модели после сканирования. Сплайновая форма. Произвольное редактирование грани. Общий порядок произвольного редактирования грани.

Практика. Калибровка сканера. Настройка параметров сканирования. Сканирование модели. Борьба с шумом. Экспорт модели. Преобразование полигональной модели в точную геометрию. Изменение параметров сплайновой поверхности. Разработка технологической документации и управляющих программ на основе цифровых моделей. Разработка технологической документации на основе цифровых моделей деталей и

машин. Изготовление детали по результатам моделирования. Настройка оборудования. Сканирование деталей конструкции. Экспорт полигональных моделей. Построение параметрических твердотельных трехмерных моделей по результатам сканирования. Создание технической документации. Изготовление деталей и сборка модели.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Тема занятий	Количество часов			Самостоятельная работа	Формы контроля
		всего	теория	практика		
Введение в предмет						
1.	Что такое реверсивный инжиниринг? Оценка конструкции	1	1	-	Реверсивный инжиниринг и способы извлечения цифровой модели. Область применения технологии. Методы оценки конструкции деталей и машин в контексте обратного инжиниринга Рассмотрение основных методов и критериев оценки конструкции деталей и машин при проведении обратного инжиниринга. Изучение подходов к анализу геометрии, материалов и технологий изготовления, используемых в создании деталей и машин.	Обсуждение вопросов
	Технологии создания прототипа модели	1	1	-	Быстрое прототипирование с ЧПУ Классификация станков с ЧПУ. Обзор оборудования класса: 3D принтеры и сканеры, станки для лазерной резки, токарной и фрезерной обработки. Инструменты мастерской. Обзор программного обеспечения курса. Заполнение журнала инструктажа техники безопасности при работе с инструментами и на станках с ЧПУ	Устный опрос
Раздел 1. Лазерные технологии и плоское моделирование						
2.	Принцип работы лазерного станка и режимы обработки. Программа для обслуживания оборудования RuiDa RDWorks	1	0.5	0.5	Обзор характеристик лазерных гравиров: Граверы Dobot MOOZ и Laser Solid 3020 life. Начальные настройки RDWorks. <i>Практическая работа.</i>	Устный опрос. Практическая работа

					Подготовка оборудования, юстировка лазерной системы	
	Виды компьютерной графики. Интерфейс и базовые операции редактора Inkscape. Библиотеки векторных шаблонов.	1	0.5	0.5	<p>Применение графических примитивов. Редактирование векторных изображений. Панель редактирования RDWorks, библиотека изображений. Расчет времени выполнения гравировки.</p> <p>Практическая работа. Выполнение лазерной гравировки векторного изображения</p>	Устный опрос. Практическая работа
3.	Векторизация монолинейного (контурного) изображения	1	0.5	0.5	<p>Программная компенсация люфтов в RDWorks, раздвоенная гравировка и не замыкающиеся окружности.</p> <p>Практическая работа. Векторизация растрового монолинейного (контурного) изображения. Выполнение лазерной гравировки изображения после векторизации.</p>	Устный опрос. Практическая работа
	Растровая гравировка. Подготовка фото для гравировки на лазерном станке	1	-	1	<p>Подготовка фото для гравировки на лазерном станке. Выполнение растровой (пиксельной) гравировки изображения</p> <p>Практическая работа. Цветокоррекция фотографии для последующей пикселизации. Выполнение лазерной попиксельной гравировки изображения</p>	Практическая работа
4.	Плоттер RAYlogic. Создание художественного текста	1	0.5	0.5	<p>Алгоритм создания художественного текста методом лазерной гравировки в редакторе Inkscape.</p>	Устный опрос. Практическая работа

					Практическая работа. Создание макета художественного текста: слово, имя, хэштег	
		1	-	1	Настройки RDWorks для лазерной резки макета. Практическая работа. Создание макета топпера. Резка макета на лазерном станке	Практическая работа
5	Знакомство с САПР Компас 3D. Возможности. Интерфейс программы. Виды документов. Графические примитивы	1	0.5	0.5	Создание документа «Фрагмент». Настройка параметрического режима. Создание графических примитивов. Редактирование размеров эскиза. Практическая работа. Создание векторного эскиза в САПР Компас для последующей резки на лазерном станке	Устный опрос. Практическая работа
	Этапы построения изображений. Редактирование изображений и преобразование объектов. Внутреннее и внешнее сопряжение	1	0.5	0.5	Создание документов в двумерном редакторе. Применение привязок. Редактирование изображений преобразование объектов. Чтение чертежей. Практическая работа «Сопряжения» Практическая работа. Создание чертежа в САПР Компас по технической документации с применением построения сопряжений	Устный опрос. Практическая работа
6.	Соединение деталей «Ласточкин хвост»	1	0.5	0.5	Создание макета пазла. Сервисы-генераторы пазлов. Практическая работа. Создание эскиза чертежа модели «Пазл» под	Устный опрос. Практическая работа

					резку детали с использованием соединения «Ласточкин хвост»	
		1	-	1	Практическая работа. Создание макета основания для пазла. Подготовка чертежей к лазерной резке	Практическая работа
7.	Соединение деталей «Шип-паз» Каркасные модели	2	0.5	1.5	Расчет параметров шипового соединения. Практическая работа. Создание макета «Кубик»	Устный опрос. Практическая работа
8.	Гибкий рез	1	0.5	0.5	Развертка. Гибкие конструкции из фанеры. Расчет параметров гибкого реза. Практическая работа. Создание развертки чертежа «Органайзер» с использованием гибкого реза	Устный опрос. Практическая работа
		1	-	1	Практическая работа. Моделирование дна и соединения узлов: шип-паз для дна и ласточкин хвост для замыкания развертки модели «Органайзер»	Практическая работа
9.	Проект «Шахматы» по образцу модели Morbi design. Создаем шахматные фигуры по эскизу оригинала	1	-	1	Практическая работа. Создание макетов моделей шахматных фигур по образцу: пешка, слон, ладья	Практическая работа
		1	-	1	Практическая работа. Создание макета шахматной фигур: король, ферзь. Резка и сборка моделей	Самостоятельная практическая работа
10.	Проект «Шахматы» по образцу модели Morbi design. Создаем шахматную доску по эскизу оригинала	1	0.5	0.5	Воссоздание чертежа модели и гравировки поверхности по эскизу оригинала с помощью измерительных инструментов. Инструмент «Копия с указанием». Практическая работа. Создание многослойного макета шахматной доски	Обсуждение задания. Практическая работа

		1	-	1	Практическая работа. Резка и сборка модели доски. Склеивание слоев доски с размещением неодимовых магнитов	Самостоятельная практическая работа
Раздел 2. 3D моделирование и аддитивные технологии						
11.	Виды 3D-принтеров и принципы их работы. Филамент	1	0.5	0.5	Обзор филаментов для 3D-печати. Обзор ресурсов с готовыми 3D-моделями. Интерфейс управления 3D принтером. Практическая работа. Подключение и калибровка 3D-принтера. Замена филамента	Устный опрос. Практическая работа
	Слайсер Cura	1	0.5	0.5	Пошаговые этапы настройки перед началом работы принтера. Практическая работа. Настройки слайсера Cura. Организация поддержек. Печать примеров моделей	Устный опрос. Практическая работа
12.	Введение в твердотельное моделирование. Построение модели операцией выдавливания Дополнительные конструктивные элементы	1	0.5	0.5	Проектирование 3D модели с использованием операции выдавливания. Дополнительные конструктивные элементы: отверстие, фаска, скругление, уклон, ребро жесткости. Практическая работа. Построение объемной модели с применением конструктивных элементов	Устный опрос
		1	-	1	Практическая работа. Восстановление модели детали по технической документации	Самостоятельная работа
13.	Построение модели операцией вращения	1	0.5	0.5	Создание осевой линии. Проектирование 3D модели с использованием операции вращения. Осевая линия. Удаление материала операцией вращения	Устный опрос. Практическая работа

					Практическая работа. Моделирование операцией вращения: «Цилиндр», «Конус», «Сфера», «Тор», «Стакан».	
		1	-	1	Восстановление модели детали по оригиналу. Снятие размеров. Создание эскизов. Объемное моделирование	Самостоятельная работа
14	Моделирование спиралью	1	0.5	0.5	Проектирование 3D модели пружин сжатия и растяжения. Практическая работа. Создание модели «Пружина кручения». Редактирование сечения	Устный опрос. Практическая работа
	Моделирования элемента по траектории	1	0.5	0.5	Сечение. Инструмент «Элемент по сечениям». Практическая работа. Создание моделей со смещением плоскости: усеченная пирамида, усеченный конус	Устный опрос. Практическая работа
15	Восстановление деталей «Шнек», «Пропеллер» по технической документации	1	-	1	Практическая работа. Изучение технической документации модели «Шнек». Создание сечения и траектории моделирования по спирали	Практическая работа
		1	-	1	Практическая работа. Изучение технической документации модели «Пропеллер». Моделирование ступицы (втулки) пропеллера. Создание плоскостей сечений лопасти. Массив элементов по концентрической сетке	Практическая работа.
16.	Использование параметрических библиотек. Параметры резьбы. Модели с резьбой: болт, винт, гайка	1	0.5	0.5	Создание моделей стандартных деталей. Практическая работа.	Устный опрос. Практическая работа

					Создание моделей: болт, винт, гайка с помощью базы параметрической библиотеки	
	Выполнение стандартных конструктивных элементов в моделях деталей. Восстановление детали «Вал» по технической документации	1	0.5	0.5	Внутренние конструктивные элементы в моделях деталей. Создание канавки. Создание шпоночного паза. Практическая работа. Создание модели вала по технической документации	Обсуждение свойств детали. Практическая работа
17.	Восстановление элементов резьбового соединения для последующей печати	1	0.5	0.5	Измерение элементов резьбового соединения. Понятие допуска. Практическая работа. Моделирование болта, шпильки с резьбой	Обсуждение свойств детали. Практическая работа
		1	-	1	Практическая работа. Измерение внутренней резьбы гайки. Моделирование гайки по оригиналу. Печать моделей, проверка резьбового соединения после печати	Практическая работа
18.	Поверхностное моделирование	1	0.5	0.5	Понятие поверхностного моделирования. Сравнительный анализ твердотельного и поверхностного моделирования. Практическая работа. Создание поверхностной модели «Ложка»	Практическая работа
		1	-	1	Практическая работа. Создание поверхностной модели «Бутылка», «Крышка ПЭТ бутылки»	Практическая работа
19.	Приемы создания модели сборки. Разнесение компонентов	1	-	1	Практическая работа. Создание модели основания спиннера. Моделирование деталей: основание, подшипник	Самостоятельная работа

		1	0.5	0.5	Алгоритм составления сборочного чертежа. Сборочный чертеж. Разнесение элементов. Практическая работа. Сборка спиннера из деталей: основание, подшипники. Разнесение компонентов сборки	Устный опрос. Практическая работа
20.	Оформление чертежей и конструкторской документации сборок	1	0.5	0.5	Создание ассоциативного чертежа. Обозначение сечений и разрезов, видов с указанием условных обозначений и простановкой размеров	Обсуждение вопросов. Практическая работа
		1	-	1	Практическая работа. Оформление чертежей для созданных моделей сборки. Оформление технической документации: заполнение основной надписи, создание спецификации	Практическая работа
21.	Материал модели. Расчет объема и массы модели	1	0.5	0.5	Материал модели. Расчет объема и массы модели Практическая работа. Расчет объема и массы модели для заданного материала средствами САПР Компас 3D	Решение задач. Практическая работа
	Рендеринг модели. Artisan Rendering.	1	-	1	Рендер модели. Модуль Artisan Rendering. Практическая работа. Подготовка модели к экспорту. Настройка рендера модели	Практическая работа
22.	Простые механизмы в САПР Компас 3D	1	1	-	Обзор механизмов в САПР Компас 3D. Расчет параметров кривошипно-ползунного механизма. Инструменты (модули) Компас 3D для анализа механизмов	Обсуждение вопросов. Решение задач
	Кривошипно-ползунный механизм	1	-	1	Практическая работа. Моделирование и сборка узлов кривошипно-	Практическая работа

					ползунного механизма. Анализ работы механизма	
23.	Зубчатое колесо. Параметры зубчатого колеса	1	0.5	0.5	Зубчатое колесо. Принцип работы редуктора и коробки передач автомобиля. Параметры зубчатого колеса. Практическая работа. Расчет параметров зубчатого колеса. Моделирование зубчатого колеса. Построение эвольвенты. Копия по окружности	Устный опрос. Практическая работа.
	Расчет зубчатой цилиндрической передачи	1	0.5	0.5	Виды зубчатых передач. Частота вращения вала, крутящий момент, число зубьев и др. Практическая работа. Расчет зубчатой цилиндрической передачи.	Устный опрос. Практическая работа.
Раздел 3. Обработка фрезерованием						
24.	Знакомство с технологией фрезерования. Станок MonoFab SRM-20. Интерфейс Roland VPanel	1	0.5	0.5	Назначение и виды фрезерных станков. Настройка оборудования. Практическая работа. Ручное управление режущим инструментом с помощью Roland VPanel	Обсуждение вопросов. Практическая работа
	Виды обработки. Процесс фрезерования. Интерфейс MODELA Player 4	1	0.5	0.5	Установка заготовки. Выполнение процесса односторонней фрезерной обработки демонстрационной модели. Просчет времени обработки детали Практическая работа. Подготовка демонстрационной модели к изготовлению на фрезерном станке с ЧПУ в MODELA Player 4	Устный опрос. Практическая работа

25.	Режущий и вспомогательный инструмент. Определения и формулы	1	0.5	0.5	Решение задач на расчет параметров резки. Подбор фрезы в зависимости от поставленной задачи. Практическая работа. Подбор фрезы для черновой и финишной обработки детали. Фрезерование детали со сменой режущего инструмента	Устный опрос. Практическая работа
	Система координат. Понятие управляющей программы станка. Симуляция процесса	1	0.5	0.5	Разработка эскиза модели. Настройка параметров MODELA Player 4. Симуляция процесса. Разбор ошибок Практическая работа. Симуляция процесса фрезерования детали	Устный опрос. Практическая работа
26.	Многослойная гравировка. Работа со слоями	1	0.5	1.5	Практическая работа. Создание эскиза многослойной гравировки. Настройка управляющей программы. Установка карты высот для слоев модели. Гравировка по загруженному макету. Симуляция процесса фрезерования детали	Практическая работа
27.	ArtCAM. Рабочее пространство Панели инструментов и меню. Импорт и экспорт векторов	1	0.5	0.5	ArtCAM: интерфейс и структура программы. Рабочее пространство. Создание модели: размер в пикселях, модель из рисунка, круговая модель. Панели инструментов и меню. Операции: копировать, вырезать, вырезать рельеф, вставить, выбрать. Меню Правка. Горячие клавиши. Симуляция. Инструменты: выбрать, преобразовать. Практическая работа. Создание модели из файла в ArtCAM. Редактирование размера эскиза.	Устный опрос. Практическая работа

		1	0.5	0.5	<p>Операции: отразить, интерактивная деформация, пластическая деформация. Объединение рельефов. Создание копий фрагментов. Объединение векторов. Деформация. Работа с кистями.</p> <p>Практическая работа. Создание модели из файла в ArtCAM. Редактирование модели рельефа</p>	Устный опрос. Практическая работа
28.	ArtCAM. Меню Правка. Текстурирование	1	0.5	0.5	<p>Инструмент «Выбрать все». Работа с векторами. Увеличение векторов, интеллектуальный выбор векторов. Текстурирование. Вектор потока и контур. Стиль заливки.</p> <p>Практическая работа. Создание текстуры рельефа для обработки на фрезерном станке с ЧПУ</p>	Устный опрос. Практическая работа
	ArtCAM. Режимы отображения модели и группировка элементов эскиза	1	0.5	0.5	<p>Операции: группировать, вставка вдоль кривой, круговой и прямоугольный массивы. Многоуровневая группировка. Меню вид.</p> <p>Практическая работа. Создание вида, переключение между 3D видами, создание копий направляющих, создание сетки и привязок</p>	Устный опрос. Практическая работа
29.	ArtCAM. Настройка параметров модели, освещения и выбор материала.	1	0.5	0.5	<p>Меню модель: задать размер, разрешение модели. Влияние разрешения изображения на качество обработки. Фильтр точек и карта высот. Освещение.</p> <p>Практическая работа.</p>	Устный опрос. Практическая работа

					Настройка разрешения при импорте, освещения и материала модели	
	Сложное построение полилинией. Экспорт и импорт векторов	1	0.5	0.5	Создание полилинии. Привязки по осям ху, перпендикулярная привязка, Ctrl – угловая привязка. Горячие клавиши: (-) удаление последнего узла, (Tab) автоматическое замыкание полилинии. Замыкание линии через команду «Вектор» - «Замкнуть». Замыкание начального и конечного узла перетаскиванием начального узла Практическая работа. Создание векторных контуров по растровому эскизу модели	Устный опрос. Практическая работа
30.	Сечение рельефа. Граница рельефа. Векторная граница. Векторная закрашка	1	0.5	0.5	Сечение рельефа. Граница рельефа. Векторная граница. Векторная закрашка. Работа со слоями модели. Практическая работа. Создание рельефа для спроектированных контуров модели	Устный опрос. Практическая работа
	Построение дуг. Инструменты окружность, прямоугольник, многоугольник. Работа с текстом. Инструмент Гильош	1	0.5	0.5	Текстовое меню Вектор. Практическая работа. Создание сечения молдинга	Устный опрос. Практическая работа
31.	Восстановление модели детали с помощью фрезерной обработки на станке с ЧПУ	1		1	Практическая работа. Снятие размеров. Создание эскизов и сечений рельефа. Настройка карты высот.	Самостоятельная работа
		1		1	Практическая работа. Подготовка заготовки. Настройка оборудования и выбор режущего инструмента. Симуляция процесса. Изготовление детали на фрезерном станке	Самостоятельная работа
Раздел 4. Обработка фрезерованием						

32.	Извлечение цифровой модели	1	1	-	Процесс создания цифровой модели деталей и машин с использованием обратного инжиниринга. Обзор методов и инструментов, используемых для извлечения цифровой модели из физических объектов. Рассмотрение этапов процесса создания цифровой модели с использованием технологий обратного инжиниринга.	
	Сканирование модели в ScanCenter NG и RV 3D Studio	1	-	1	Обзор возможностей ScanCenter NG и RV 3D Studio. Режимы сканирования. Ознакомление с процессом 3D-сканирования для получения точных трехмерных данных о деталях и машинах. Облако точек. Практическая работа. Калибровка сканера. Настройка параметров сканирования. Сканирование модели. Борьба с шумом. Экспорт модели	Устный опрос. Практическая работа
33.	Построение параметрической твердотельной трехмерной модели по результатам сканирования	1	0.5	0.5	Процесс получения твердотельной параметрической модели после сканирования. Практическая работа. Преобразование полигональной модели в точную геометрию.	Устный опрос. Практическая работа
		1	0.5	0.5	Сплайновая форма. Произвольное редактирование грани. Общий порядок произвольного редактирования грани. Практическая работа. Изменение параметров сплайновой поверхности	Устный опрос. Практическая работа

34.	Разработка конструкторской документации по созданной CAD-модели	1	-	1	Практическая работа. Разработка технологической документации и управляющих программ на основе цифровых моделей Разработка технологической документации на основе цифровых моделей деталей и машин.	Практическая работа
		1	-	1	Практическая работа. Изготовление детали по результатам моделирования	Практическая работа
35.	Реверсивный инжиниринг модели методом извлечения информации с помощью 3D сканера	2	-	2	Практическая работа. Настройка оборудования. Сканирование деталей конструкции. Экспорт полигональных моделей	Практическая работа
36.		2	-	2	Практическая работа. Построение параметрических твердотельных трехмерных моделей по результатам сканирования. Создание технической документации. Изготовление деталей и сборка модели	Практическая работа
Итого		72 часа				

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№	Режим деятельности	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Реверсивный инжиниринг»
1.	Начало учебного года	01 сентября 2025
2.	Продолжительность учебного периода	36 учебных недель
3.	Продолжительность учебной недели	5 дней
4.	Периодичность учебных занятий	1 раз в неделю по 2 часа
5.	Количество часов	72 часа
6.	Окончание учебного года	31 мая 2026
7.	Период реализации программы	01.09.2025-31.05.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ

Воспитательный компонент осуществляется по следующим направлениям

организации воспитания и социализации обучающихся:

- 1) гражданско-патриотическое;
- 2) нравственное и духовное воспитание;
- 3) воспитание положительного отношения к труду и творчеству;
- 4) интеллектуальное воспитание;
- 5) здоровьесберегающее воспитание;
- 6) правовое воспитание и культура безопасности;
- 7) воспитание семейных ценностей;
- 8) формирование коммуникативной культуры;
- 9) экологическое воспитание.

Цель – формирование гармоничной личности с широким мировоззренческим кругозором, с серьезным багажом теоретических знаний и практических навыков.

Используемые формы воспитательной работы: викторина, экскурсии, игровые программы, диспуты.

Методы: беседа, мини-викторина, наблюдения, столкновения взглядов и позиций, проектный, поисковый.

Планируемый результат: повышение мотивации к изучению инженерных дисциплин и личностному развитию; сформированность настойчивости в достижении цели, стремление к получению качественного законченного результата; умение работать в команде; сформированность нравственного, познавательного и коммуникативного потенциалов личности.

Календарный план воспитательной работы

№ п/п	Название мероприятия, события	Направления воспитательной работы	Форма проведения	Сроки проведения
1.	Инструктаж по технике безопасности и правилам поведения на занятиях	Безопасность и здоровый образ жизни	В рамках занятий	Сентябрь
2.	Беседа о сохранении материальных ценностей, бережном отношении к оборудованию	Гражданско-патриотическое воспитание, нравственное воспитание	В рамках занятий	Сентябрь-май
3.	Защита кейсов внутри группы	Нравственное воспитание, трудовое воспитание	В рамках занятий	Октябрь-май
4.	Участие в соревнованиях различного уровня	Воспитание интеллектуально-познавательных интересов	В рамках занятий	Октябрь-май

5.	Открытые занятия, мастер-классы	Воспитание положительного отношения к труду и творчеству; интеллектуальное воспитание; формирование коммуникативной культуры	В рамках занятий, мероприятия ДТ «Кванториум»	Май
----	---------------------------------	--	---	-----

Список литературы

Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.

2. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки».

3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 № 597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики».

4. Указ Президента РФ от 9 ноября 2022 г. № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей».

5. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2025 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

6. Указ Президента Российской Федерации от 8 мая 2025 г. № 314 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области исторического просвещения».

7. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 2022 года № 629 «Об утверждении осуществления образовательной деятельности общеобразовательным программам».

8. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 года № 678-р «Об утверждении дополнительного образования детей до 2030 года».

Приказ Министерства образования от 26 июля 2022 года № 912/1 «Об утверждении Плана работы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, I этап (2022 – 2025 годы) в Калининградской области и Целевых показателей реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года в Калининградской области».

Для педагога дополнительного образования:

1. Герасимов А.А. Самоучитель КОМПАС 3-D v19+. – СПб.: БХВ-Петербург, 2021. – 624 с.
2. Ловыгин А.А. Современный станок с ЧПУ и САМ/CAD система. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 280 с.
3. Сосонкин В.Л. Методика программирования станков с ЧПУ на наиболее полном полигоне вспомогательных G-функций. – М.: HTML, 2015. – 40 с.
4. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Стереотип, 2023. – 640 с.

Для обучающихся и родителей:

1. Герасимов А.А. Самоучитель КОМПАС 3-D v19+. – СПб.: БХВ-Петербург, 2021. – 624 с.

Интернет-ресурсы:

1. Пользовательская инструкция по эксплуатации и обслуживания станка с ЧПУ SRM-20 – <https://ads-3d.ru/upload/files/User%20Manuals/3D/SRM-20-RUS.pdf>;
2. Инструкция программного обеспечения RDWorks для лазерной гравировки – <https://static.rsbis.com/sites/default/files/ki/qv/cisZCgj-ecNiCFu.pdf>
3. Основные принципы разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ – https://www.mirstan.ru/files/CNC_Literature/CNC_princ.pdf
4. Пособие по лазерной и фрезерной гравировке – <https://pilotlz.ru/or/authors/3/>