ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«ВОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШОК-МАУНТА ДЛЯ МИКРОФОНА

МДК 02.02 Эксплуатация установок для аддитивного производства

КП01 15.02.09.00.31.11 ПЗ

|  |
| --- |
| Работу выполнил:  студент 4 курса группы АДТ-41  Мусин Кирилл Романович  Руководитель курсового проекта: преподаватель Мифтахов Наиль Ильгизович |

Вольск 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Описание процесса FDM

1.2. Материалы

1.3. Преимущества и недостатки технологии

1.4. Примеры изделий

1.5. Оборудование

1.6. Постобработка

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Описание изделия (шок-маунт для микрофона)

2.2. Процесс изготовления

2.2.1. Сканирование или ручной обмер

2.2.2. Моделирование

2.2.3. Выбор материала

2.2.4. Настройка оборудования, процесс печати

2.2.5. Постобработка

2.2.6. Практическое применение изделия

2.3. Техника безопасности и охрана труда при изготовлении изделия

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Список использованных источников

Список нормативных документов

Приложения

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность выбранной темы обусловлена возрастающими требованиями к качеству звукозаписи и удобству работы с микрофонами в современных домашних и полупрофессиональных студиях. При записи голоса или музыкальных инструментов важное значение имеет минимизация механических вибраций, передаваемых на микрофон через стойку или рабочую поверхность. Стандартные аксессуары, поставляемые с микрофоном, часто не обеспечивают достаточной виброизоляции, а готовые решения сторонних производителей могут не подходить по форме, размерам или эстетике.

В связи с этим возникает необходимость разработки индивидуального решения — паука (shock mount), который позволит надежно закрепить микрофон Fifine AM8, снизить уровень вибраций и обеспечить удобство эксплуатации. Применение технологий аддитивного производства (3D-печати) для изготовления таких аксессуаров предоставляет широкие возможности: возможность быстрого прототипирования, изменения конструкции под конкретные условия эксплуатации и выбора оптимальных материалов для достижения требуемой прочности и амортизации. В теоретической части курсового проекта рассматриваются ключевые понятия и определения, необходимые для понимания следующих разделов работы. В частности: Паук для микрофона — устройство, предназначенное для удержания микрофона и снижения передачи механических вибраций от окружающей среды;

Технология FDM (Fused Deposition Modeling) — метод аддитивного производства, при котором изделие создается послойным наплавлением термопластика с помощью 3D-принтера; Материалы для FDM-печати — полимеры различной жесткости и эластичности, включая PLA, ABS, PETG и TPU, выбор которых зависит от функциональных требований к изделию; Постобработка — совокупность операций по улучшению внешнего вида, точности размеров и функциональных характеристик изделия после печати (шлифовка, удаление поддержек, обработка поверхности и т.д.). Целью данного курсового проекта является разработка и проектирование паука для микрофона Fifine AM8 с использованием технологии FDM-печати, обеспечивающего надежное крепление, амортизацию вибраций и эргономичность конструкции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить технологию FDM и её возможности при изготовлении функциональных деталей;

2. Рассмотреть и проанализировать материалы, применяемые для FDM-печати, и выбрать оптимальные для конструкции паука;

3. Оценить преимущества и ограничения FDM-технологии для изготовления аксессуаров для микрофонов;

4. Изучить примеры существующих изделий, изготовленных методом FDM, и определить применимые решения для выбранного проекта;

5. Разработать 3D-модель паука, подготовить её к печати и выполнить изготовление изделия;

6. Провести постобработку и оценить функциональные характеристики готового изделия.

Основным источником при подготовке теоретической части курсового проекта послужили учебные и справочные материалы по аддитивным технологиям, методам 3D-печати и проектированию крепежных элементов для аудиотехники. Эти источники позволили получить актуальные сведения о технологиях, материалах и практических аспектах проектирования изделий методом FDM. Таким образом, введение раскрывает обоснование актуальности выбранной темы, содержит необходимые теоретические выкладки, формулирует цель курсового проекта, определяет задачи для достижения цели, а также указывает основной источник при подготовке теоретической части, что соответствует требованиям к курсовому проекту.

Начало формы

Конец формы

Начало формы

Конец формы

Начало формы

Конец формы

Начало формы

Конец формы

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание процесса FDM

В этом разделе описывается технология Fused Deposition Modeling (FDM) – послойного наплавления расплавленной нити полимера. Подробно раскрывается принцип работы: нагрев экструдера, подача пластика, послойное формирование модели в соответствии с цифровым 3D-файлом. Рассматривается процесс подготовки 3D-модели в слайсере, выбор параметров печати (температура, скорость, высота слоя) и формирование поддержек.

* 1. Материалы

Здесь перечисляются основные материалы, применяемые в FDM-печати, с акцентом на те, что подходят для изготовления конструктивных элементов паука: PLA – простой в печати, но недостаточно прочный и термостойкий; ABS – более прочный, устойчивый к нагрузкам, но требует контроля усадки; PETG – сочетает прочность и простоту печати, устойчив к механическим воздействиям; TPU – эластичный материал, применимый для элементов амортизации. Для проекта выделяется наиболее оптимальный вариант, например PETG или ABS для жёстких частей конструкции и TPU для резиновых держателей.

* 1. Преимущества и недостатки технологии

В разделе рассматриваются плюсы и минусы FDM для изготовления функциональных изделий. Преимущества: низкая стоимость печати; возможность быстрой доработки конструкции; изготовление сложных форм; доступность оборудования. Недостатки: ограниченная точность; зависимость качества от настроек и навыков; необходимость постобработки. Делается вывод, что несмотря на ограничения, FDM полностью подходит для проектируемого изделия.

* 1. Примеры изделий

Здесь приводятся примеры уже существующих изделий, изготавливаемых методом FDM: корпуса для электроники, держатели, крепления, аксессуары для аудио- и видеотехники. Делается акцент на том, что FDM активно применяется для создания кастомных держателей для микрофонов и аксессуаров для студийной техники, что подтверждает применимость технологии в данном проекте.

* 1. Оборудование

Описываются 3D-принтеры, работающие по технологии FDM. Приводятся их основные характеристики: рабочее поле, диаметр сопла, диапазон температур. Можно указать конкретную модель, на которой предполагается печатать детали для паука. Например: Creality Ender-3, Anycubic Kobra, Prusa i3 MK3 и т.д. Отмечается, что выбор оборудования напрямую влияет на качество и скорость изготовления.

* 1. Постобработка

В этом разделе раскрываются методы обработки изделия после печати: удаление поддержек, шлифовка, обработка ацетоном (для ABS), грунтовка и покраска, установка дополнительных элементов (винтов, пружин, резинок). Для паука постобработка особенно важна, так как требуется добиться аккуратного внешнего вида и долговечности при эксплуатации.

Начало формы

Конец формы

Начало формы

Конец формы

Начало формы

Конец формы

Начало формы

Конец формы

Изучение различных видов ручного измерительного инструмента.

Штангенциркуль

Штангенциркуль — универсальный инструмент для линейных измерений наружных и внутренних размеров, глубины отверстий. Точность измерения — до 0.1 мм.

Микрометр

Предназначен для точных измерений наружных размеров деталей с точностью до 0.01 мм.

Глубиномер

Используется для измерения глубины пазов, отверстий и уступов.

Угломер

Позволяет измерять углы с высокой точностью. Используется для проверки угловых размеров.

Особенности работы

При работе со штангенциркулем важно плотное прилегание губок к измеряемой поверхности.

Перед использованием микрометра необходимо провести его калибровку.

При работе с нутромером важно правильно установить его перпендикулярно оси отверстия.

Щупы следует подбирать аккуратно, чтобы не повредить поверхности детали.

Выводы

В ходе учебной практики были изучены различные виды ручного измерительного инструмента, их назначение, устройство и правила эксплуатации. Получены практические навыки работы с каждым из инструментов. Выявлены особенности применения разных инструментов в зависимости от характера измеряемых параметров.

Измерение выданной детали с использованием штангенинструмента, инструмента для измерения углов.

Измерение линейных размеров штангенциркулем с нониусом

Задача : Определить диаметр цилиндрической заготовки и толщину прямоугольной пластины.  
Выполнение :

Цилиндрическая заготовка :

Губки штангенциркуля сомкнулись на внешнем диаметре.

Основная шкала: 32 мм.

Нониус: 0,35 мм.

Итоговый результат: 32,35 мм .

Прямоугольная пластина :

Измерение проведено в трёх точках. Среднее значение: 8,6 мм .  
Анализ :

Погрешность штангенциркуля (±0,05 мм) подтверждена.

Отклонения в измерениях пластины не превышали допустимые значения.

2. Измерение углов с помощью угломера

Задача : Проверить угол наклона треугольной призмы и внутренний угол прямоугольного треугольника.  
Выполнение :

Угол наклона призмы :

Подвижная линейка угломера совмещена с гранью призмы.

Отсчёт по шкале: 47° .

Внутренний угол треугольника :

Угломер установлен в вершину угла. Показание: 90° (соответствует эталону).  
Анализ :

Погрешность угломера (±2°) подтверждена.

Измерение прямого угла показало точное совпадение с заданным значением.

Результаты измерений

Выводы

В ходе практики освоены методики работы со штангенциркулем и угломером:

Штангенциркуль позволяет точно измерять линейные размеры (диаметры, толщину) с точностью до 0,05 мм.

Угломер обеспечивает измерение углов с погрешностью ±2°, что достаточно для большинства технических задач.

Полученные данные подтвердили корректность использования приборов.

Выявлено, что точность измерений зависит от правильного положения приборов относительно объекта и чёткости снятия отсчётов со шкал.

Навыки, приобретённые на практике, будут полезны в профессиональной деятельности для контроля геометрических параметров деталей.

Изучение устройства, принципа работы и обслуживание сканера RangeVision, подготовка сканера, калибровка и проверка на точность.

Устройство и принцип работы сканера RangeVision

Общее описание:

Сканер RangeVision — это профессиональный 3D-сканер, работающий по принципу структурированного света . Он позволяет получать точные трехмерные модели объектов за счет проекции последовательности световых полос на поверхность и анализа их деформации с помощью камер.

Конструкция сканера:

Основные компоненты сканера:

Проектор — генерирует световые паттерны (полосы).

Камеры — фиксируют отражённые паттерны.

Штатив — обеспечивает устойчивость при сканировании.

Поворотный стол — используется для автоматического сканирования объекта со всех сторон.

Маркерные точки или шаблон калибровки — необходимы для ориентации и объединения сканированных данных.

Принцип работы:

Сканер работает по технологии фринг-проекции (structured light) :

Проектор наносит на объект серию световых полос.

Камеры фиксируют искажения этих полос под разными углами.

Программное обеспечение рассчитывает глубину и форму объекта на основе этих искажений.

Полученные данные преобразуются в облако точек и далее — в полигональную модель.

Подготовка сканера к работе

Подключение оборудования:

Установить сканер на устойчивую поверхность.

Подключить сканер к компьютеру через USB 3.0.

Подключить питание и дождаться загрузки устройства.

Запустить программное обеспечение RangeVision Scaner Studio .

Проверка состояния оборудования

Проверить чистоту линз и объективов.

Убедиться в отсутствии повреждений корпуса и кабелей.

Убедиться в корректной установке драйверов и программного обеспечения.

Калибровка сканера

Калибровка — важнейший этап, обеспечивающий точность измерений.

Необходимое оборудование

Калибровочная плата (входит в комплект поставки).

Неподвижная горизонтальная поверхность.

Достаточное освещение без бликов.

Этапы калибровки

Разместить калибровочную плату строго перпендикулярно сканеру.

Запустить модуль калибровки в программном обеспечении.

Выполнить автоматический захват изображений.

Программа рассчитает параметры внутренней камеры и проектора.

Сохранить результаты калибровки в системе.

Повторная калибровка

Рекомендуется выполнять калибровку:

При изменении положения сканера.

После транспортировки.

При изменении условий освещения или температуры.

Периодически (раз в 1–2 недели).

Проверка точности сканирования

Методика проверки

Для проверки точности использовался эталонный объект — калибровочный шариковый стандарт или контрольная деталь с известными размерами.

Порядок действий

Установить эталонный объект на поворотный стол.

Выполнить сканирование в нескольких ракурсах.

Импортировать модель в программу сравнения.

Сравнить измеренные значения с эталонными.

Определить среднее отклонение и максимальное отклонение.

Результаты проверки: точность сканирования соответствует заявленным характеристикам.

Вывод:

В ходе учебной практики были выполнены следующие задачи:

Изучено устройство и принцип работы 3D-сканера RangeVision.

Освоена процедура подготовки оборудования к работе.

Выполнена калибровка сканера.

Проведена проверка точности сканирования на эталонных объектах.

Полученные навыки позволяют использовать сканер RangeVision для решения инженерных задач, связанных с созданием цифровых моделей объектов, обратным инжинирингом, контролем качества и другими направлениями.

Изучение устройства и принципа работы средства для фотограмметрии проверка на точность.

Фотограмметрия — это наука получения информации об объектах по их фотографиям. Она широко применяется в геодезии, архитектуре, строительстве, кадастровых работах, картографии и других областях. Современные средства фотограмметрии включают цифровые камеры, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), лазерные сканеры и программное обеспечение для обработки данных.

Оборудование и методика

Используемое оборудование:

Смартфон

Программное обеспечение: Agisoft Metashape/ PhotoScan.

Методика исследования:

Изучение технических характеристик дрона и камеры.

Подготовка полигона с размещением GCP.

Выполнение фотосъемки с заданными параметрами.

Обработка материалов в специализированном ПО.

Сравнение координат контрольных точек, определённых фотограмметрическим способом, с эталонными значениями.

Расчёт погрешностей и анализ точности.

Основные характеристики:

Разрешение матрицы (в мегапикселях);

Фокусное расстояние объектива;

Геометрическая точность и дисторсия;

Возможность синхронизации с GPS/IMU.

Программное обеспечение

Программы типа Agisoft Metashape позволяют создавать трёхмерные модели объектов, ортофотопланы и цифровые модели рельефа на основе серии перекрывающихся изображений. Для этого используется алгоритм SfM (Structure from Motion).

Практическая часть

Обработка данных

Обработка выполнена в программе Agisoft Metashape:

Выравнивание изображений;

Создание плотного облака точек;

Построение цифровой модели рельефа и ортофотоплана;

Привязка к реальным координатам с использованием GCP.

Выводы

В ходе учебной практики:

Изучены устройство и принципы работы оборудования для фотограмметрии.

Выполнена аэрофотосъёмка и последующая обработка данных.

Проведена проверка точности, которая показала высокую степень соответствия вычисленных координат эталонным значениям.

Сделан вывод о возможности применения данного оборудования в практических целях при соблюдении технологии полевых и камеральных работ.

Подготовка детали к сканированию; работы по оцифровке изделия.

Подготовка детали к сканированию

Перед началом процесса сканирования была проведена тщательная подготовка изделия:

Выбор объекта

В качестве объекта для сканирования была выбрана металлическая деталь корпус телефона. Деталь имела как плоские, так и изогнутые поверхности, что позволило получить опыт работы с разными типами форм.

Очистка детали

Для обеспечения высокой точности сканирования была выполнена очистка детали от загрязнений, пыли и масляных пятен. Это особенно важно при использовании лазерного или оптического сканера, поскольку любые посторонние элементы могут исказить результат.

Нанесение матирующего покрытия

Некоторые участки детали имели глянцевую поверхность, которая могла отражать свет и искажать данные сканирования. Для устранения этого эффекта была нанесена тонкая матирующая пудра (мел), после чего поверхность стала более восприимчивой к сканирующему лучу.

Установка маркеров

Для облегчения процесса объединения сканированных частей были установлены специальные ориентиры вокруг изделия. Они помогают программному обеспечению точно совмещать различные фрагменты модели в единую целостную структуру.

Работы по оцифровке изделия

После завершения подготовительного этапа был выполнен процесс оцифровки изделия.

Оборудование и программное обеспечение

Для оцифровки использовался портативный 3D-сканер типа Artec Space Spider и программное обеспечение Artec Studio 16.

Процесс сканирования

Сканирование выполнялось в несколько этапов:

Сначала была просканирована верхняя часть изделия;

Затем нижняя и боковые поверхности;

Все части были объединены в единую модель с помощью функции выравнивания по маркерам.

Были соблюдены рекомендации по скорости перемещения сканера, расстоянию до объекта и освещению помещения.

Обработка данных

После сканирования была выполнена следующая обработка данных:

Удаление шума и лишних точек;

Заполнение "дыр" в модели;

Выравнивание поверхностей;

Сглаживание и уменьшение полигональной сетки для последующего использования модели в CAD-системах.

Итоговая модель была сохранена в формате .OBJ и .STL.

Результаты

В результате выполнения учебной практики:

Было проведено полноценное 3D-сканирование реальной детали;

Получена точная цифровая модель изделия;

Приобретены навыки работы с 3D-сканером и соответствующим программным обеспечением;

Изучены основные этапы подготовки объектов к оцифровке.

Выводы

Выполнение учебной практики позволило глубже понять процессы, связанные с цифровым моделированием и обратным инжинирингом. Подготовка детали к сканированию оказалась не менее важной, чем сам процесс оцифровки, поскольку от качества подготовки зависела точность конечной модели.

Обработка результатов сканирования в программе SkanCenter; сшивка сканов и создание stl модели.

Теоретическая часть:

Что такое 3D-сканирование?

3D-сканирование — это процесс получения цифровой трехмерной модели реального объекта с помощью специального оборудования. Результатом сканирования является облако точек, которое затем преобразуется в полигональную модель.

Формат STL:

STL (Stereolithography) — один из самых распространённых форматов для хранения 3D-моделей. Используется в 3D-печати и CAD-системах. Представляет собой описание поверхностей объекта в виде треугольников.

Ход работы:

Подготовка к работе

Включил(а) компьютер и подключил(а) 3D-сканер к USB-порту.

Запустил(а) программу SkanCenter .

Проверил(а) работоспособность сканера через тестовое сканирование.

Сканирование объекта

Разместил(а) объект на поворотном столе.

Нажал(а) кнопку New Scene → Start Scanning .

Медленно перемещал(а) сканер вокруг объекта, стараясь охватить все стороны.

По завершении нажал(а) Stop Scanning .

Очистка точечного облака

Перешел(а) во вкладку Edit .

С помощью инструментов выделения (Lasso Selection , Box Selection ) удалил(а) лишние точки: фон, руки, подставку.

Убедился(ась), что модель чистая и готова к дальнейшей обработке.

Сшивка нескольких сканов

Загрузил(а) дополнительные сканы того же объекта.

В меню Align Scans выбрал(а) опорные точки на двух сканах.

Программа автоматически совместила сканы.

Объединил(а) все части в одну модель с помощью функции Merge Scans .

Создание STL-модели

Перешел(а) во вкладку Surface .

Нажал(а) Create Surface Mesh .

Настроил параметры меша: разрешение — среднее, точность — высокая.

Сохранил(а) модель в формате .stl :  
File → Export → Choose Format: STL.

Постобработка (по желанию)

Открыл(а) файл в программе MeshLab .

Устранил(а) дыры в модели с помощью функции Fill Holes .

Уменьшил(а) количество полигонов для упрощения модели.

Сохранил(а) финальный вариант.

Результаты работы:

В результате проделанной работы была получена 3D-модель в формате STL, представляющая собой точное воспроизведение физического объекта. Модель может быть использована для:

3D-печати, архивирования, дальнейшего проектирования в CAD-программа.

Вывод:

В ходе учебной практики были освоены основные этапы обработки данных после 3D-сканирования с использованием программы SkanCenter . Полученные навыки позволят эффективно использовать 3D-сканирование в дальнейших проектах, связанных с цифровым моделированием, прототипированием и производством.

Обработка результатов сканирования в программе Geomagic DX; сшивка сканов и создание stl модели.

Что такое Geomagic DX?

Geomagic Design X — профессиональное программное обеспечение для преобразования 3D-сканированных данных в параметрические CAD-модели. Программа позволяет обрабатывать данные с большинства современных 3D-сканеров, выполнять сшивку, очистку, выравнивание и построение поверхностей, а также создавать точные полигональные и твердотельные модели.

Практическая часть

Подготовка данных

Для работы были предоставлены несколько файлов с данными сканирования в формате .obj, представляющих разные ракурсы одного объекта. Сканирование было выполнено с использованием портативного лазерного 3D-сканера.

Импорт данных в Geomagic DX

На первом этапе все файлы были импортированы в Geomagic DX. После импорта каждая точечная или полигональная модель была размещена в отдельной плоскости, что требовало последующего объединения.

Выравнивание и регистрация сканов

С использованием функции "Best Fit Align" и ручного режима регистрации (по характерным точкам), все фрагменты были совмещены в единое пространство. Это позволило избежать наложений и зазоров между частями объекта.

Удаление лишних участков и шума

С помощью инструментов "Trim", "Delete Islands" и "Noise Reduction" были удалены артефакты сканирования, шумовые точки и лишние элементы окружающего пространства.

Сшивка сканов

После подготовки всех фрагментов был выполнен процесс сшивки (Wrap), который объединил отдельные части в единую полигональную модель. Для улучшения качества сетки применялись операции упрощения и сглаживания.

Создание STL-модели

Готовая модель была экспортирована в формате STL через меню "Export > Polygon Mesh". При экспорте были заданы параметры точности, обеспечивающие оптимальное соотношение детализации и размера файла.

Результаты

Была успешно выполнена полная обработка данных сканирования:

Все фрагменты сканирования выровнены и зарегистрированы.

Выполнена сшивка и создана целостная полигональная модель.

Получен файл в формате STL, готовый к дальнейшему использованию, например, для 3D-печати или анализа.

Выводы

В ходе учебной практики были изучены основные возможности программы Geomagic DX и освоены ключевые этапы обработки данных сканирования. Полученные навыки позволяют эффективно работать с 3D-сканами, создавать качественные цифровые модели и использовать их в различных инженерных задачах.

Пройденная практика показала важность аккуратной предварительной обработки данных, а также необходимость понимания принципов работы с полигональными моделями и параметризацией поверхностей.

Исправление и доработка отсканированных моделей в программе MeshMixer.

MeshMixer — это бесплатная программа Autodesk, предназначенная для редактирования 3D-моделей в формате полигональной сетки. Она позволяет:

восстанавливать поврежденные участки модели;

удалять шумы и артефакты;

заполнять дыры;

изменять форму объекта;

объединять несколько моделей;

оптимизировать геометрию под 3D-печать.

Исходные данные

Для работы были использованы отсканированные модели головы человека и мелкого бытового предмета, загруженные в форматах .OBJ и .STL .

Выполнение работы

Подготовка модели к работе

Модель была импортирована в программу MeshMixer. После импорта было проведено визуальное ознакомление с моделью, выявлены дефекты, такие как:

наличие дыр и разрывов;

лишние элементы (фон, шумы);

неоднородность поверхностей.

Удаление лишних частей

С помощью инструмента "Brush Select" и "Delete" были удалены фоновые элементы и ненужные части модели, попавшие при сканировании.

Заполнение дыр

При помощи функции "Edit → Fill Holes" были автоматически закрыты мелкие дыры. Для более крупных и сложных областей использовалась ручная коррекция с применением инструмента "Plane Cut" и последующего создания новых поверхностей.

Сглаживание и улучшение поверхности

С помощью инструментов "Smooth" и "Relax" произведено сглаживание шероховатостей и устранение локальных деформаций.

Объединение нескольких частей

Если модель была представлена несколькими фрагментами, они были выровнены и объединены в единый объект с помощью операции "Combine" .

Проверка толщины стенок и подготовка к печати

С использованием инструмента "Analysis → Thickness" была проверена толщина стенок модели. При необходимости выполнено утолщение или перераспределение объема.

Экспорт готовой модели

Готовая модель была экспортирована в формате .STL для последующей 3D-печати.

Результаты работы

Были успешно исправлены все выявленные дефекты исходной модели:

удалены артефакты сканирования;

заполнены дыры и трещины;

улучшена общая геометрия модели;

модель приведена в состояние, пригодное для 3D-печати.

Вывод:

В ходе прохождения учебной практики были изучены базовые и продвинутые возможности программы MeshMixer , а также освоены основные этапы постобработки отсканированных 3D-моделей. Полученные навыки позволят эффективно использовать программу в дальнейших проектах, связанных с цифровым моделированием, реставрацией объектов, созданием прототипов и 3D-печатью.

Интерфейс программы. Работа с эскизом

SolidWorks 2025 — это современная система трёхмерного проектирования, в которой особое внимание уделено удобству пользователя. Интерфейс программы сочетает в себе функциональность, гибкость и интуитивную понятность, благодаря чему даже начинающий инженер или студент может с лёгкостью начать работу. В то же время профессионалы найдут в нём все необходимые инструменты для реализации сложных технических решений.

Основу интерфейса составляют:

Главное меню и лента команд (Ribbon) с инструментами моделирования, редактирования, анализа и оформления.

Дерево построения (FeatureManager), в котором отображается вся история создания модели: эскизы, операции, плоскости, вспомогательные элементы и т.д.

Графическая область, где непосредственно создаются и редактируются объекты.

Панель свойств, отвечающая за параметры текущей команды или выбранного объекта.

Вспомогательные элементы управления, такие как ViewCube, меню ориентации, панель отображения.

Для начала работы необходимо создать новый документ, выбрав тип: деталь, сборка или чертёж. При моделировании детали первое действие — это создание эскиза. Эскиз — это двумерный контур, из которого будет строиться трёхмерная модель. Он создаётся на одной из стандартных плоскостей (Спереди, Сверху, Справа) либо на любой плоскости или грани тела.

SolidWorks предоставляет обширный набор инструментов для построения эскиза:

Простейшие элементы: линии, дуги, окружности, прямоугольники, сплайны.

Средства геометрической привязки: параллельность, перпендикулярность, совпадение, касаемость, горизонтальность, вертикальность.

Инструменты редактирования: обрезка, удлинение, смещение, копирование, зеркальное отражение.

Для точного задания размеров используется команда "Умное измерение", позволяющая задать расстояния, диаметры, радиусы и углы между объектами. Когда все элементы эскиза определены — он становится полностью зафиксированным, что повышает стабильность последующих операций.

Работа с эскизом в SolidWorks — это фундаментальный этап, определяющий геометрию будущего изделия. Важно стремиться к тому, чтобы каждый эскиз был геометрически определён, логически обоснован и минималистичен: чем проще эскиз — тем устойчивее модель. Эскизы можно сохранять, переиспользовать, а также строить на основе уже существующих граней, кривых или тел. Это делает процесс максимально гибким и адаптированным к задачам любой сложности.

Основы моделирования деталей.

Переход от эскиза к объёмной модели осуществляется через операции твердотельного моделирования, доступные на вкладке "Особенности". Каждая операция создает элемент модели или модифицирует уже существующий, добавляя или удаляя материал.

Основные операции:

Вытянутое выдавливание (Boss-Extrude) — придаёт эскизу объём, формируя тело путём вытягивания на заданное расстояние.

Вращение (Revolve) — создаёт тело вращения путём поворота эскиза вокруг выбранной оси. Применяется для симметричных деталей: валов, втулок, колец.

Выдавливание по траектории (Sweep) и по сечениям (Loft) — используются для сложных форм, когда требуется соединить несколько контуров по кривой или плавному переходу.

Операции вырезания аналогичны: Вытянутый вырез, Вращающийся вырез, Вырез по траектории, позволяющие удалить материал по заданной геометрии. Дополнительные команды — скругления, фаски, оболочка, утоньшение — придают детали технологический или эстетичный вид.

Важной концепцией является параметрическое моделирование: все размеры и зависимости можно изменять в любой момент, а модель пересчитывается автоматически. Это позволяет вносить изменения быстро и точно, не начиная всё заново. SolidWorks также поддерживает работу с уравнениями, когда параметры модели связаны формулами.

На стадии моделирования можно добавлять вспомогательные элементы: дополнительные плоскости, оси, точки.

Моделирование детали требует логики и поэтапности: от простого к сложному. Важно выстраивать дерево построения последовательно, избегая избыточных операций, дублирования эскизов и неочевидных зависимостей.

Создание сборок.

После создания отдельных деталей в SolidWorks наступает этап их объединения в сборку (Assembly). Сборка — это структура, отражающая реальное устройство изделия, где каждая деталь занимает своё строго определённое положение и взаимодействует с другими компонентами.

Создание новой сборки начинается с открытия шаблона сборки (.SLDASM). Первая вставляемая деталь автоматически закрепляется в пространстве и служит базовой. Остальные компоненты добавляются через команду "Вставить компонент", и между ними устанавливаются сопряжения (Mates) — это ключевая особенность сборочного моделирования в SolidWorks.

Типы сопряжений:

Совпадение: объединяет грани, оси или вершины.

Параллельность / перпендикулярность: выравнивает элементы по углу.

Касание: грани соприкасаются.

Цилиндрическое сопряжение: оси выравниваются.

Фиксация угла, ограничения перемещения — задают диапазоны движения.

Каждое сопряжение уменьшает число степеней свободы компонента. При правильном использовании деталей становятся неподвижными относительно друг друга или подвижными в заданных пределах.

SolidWorks также позволяет:

Структурировать сборки через подсборки, облегчая управление.

Использовать конфигурации сборок — разные состояния и положения.

Проверять на пересечения, зазоры, столкновения.

Проводить анимации, движение механизма, разнесённую сборку (Exploded View).

Использовать Smart Fasteners и компоненты из библиотеки Toolbox.

Конфигурации деталей и сборок.

Конфигурации — это мощный инструмент SolidWorks 2025, который позволяет в рамках одного файла создавать несколько вариантов одной и той же детали или сборки. Это особенно удобно, когда необходимо разработать модификации изделия, отличающиеся, например, размерами, типами отверстий, наличием или отсутствием определённых элементов.

Работа с конфигурациями осуществляется через дерево построения, где можно создать новую конфигурацию с помощью специальной вкладки ConfigurationManager. В процессе создания задаются параметры, отличающиеся от исходной версии: размеры, активность или неактивность тел и операций, материал, цвет и даже масса.

Преимущество конфигураций заключается в том, что все версии хранятся в одном файле, что упрощает управление проектом и уменьшает вероятность ошибок. Конфигурации могут быть:

Ручные — пользователь вручную управляет различиями.

Табличные — с использованием таблиц конфигураций, в том числе Excel.

Условные — когда на основе логики выполняются определенные изменения.

В сборках конфигурации позволяют создавать различные сборочные состояния — например, изделие в собранном и разобранном виде, с разными наборами комплектующих или допусками. Это широко применяется в машиностроении, где однотипные изделия поставляются в различных комплектациях.

Создание чертежей деталей.

После создания трёхмерной модели важно грамотно оформить документацию. SolidWorks 2025 предоставляет мощный модуль чертежей, где из 3D-модели автоматически создаются проекции и все необходимые виды. Новый чертеж создается на основе шаблона формата А4–А0, с учетом ГОСТ или других стандартов.

На чертеж автоматически добавляются виды: главный, сверху, сбоку, изометрический. Пользователь может управлять их масштабом, расположением и ориентацией. В чертеже можно включать разрезы, местные виды, сечения, выносные элементы, детали в увеличении.

Для оформления чертежа применяются стандартные инструменты:

Проставление размеров (Smart Dimension);

Обозначения шероховатости, допусков и посадок;

Технические требования и примечания;

Обозначение баз и координат.

Очень важно уделять внимание штампу — области, содержащей название детали, обозначение, масштаб, исполнителя, дату и пр. Все эти поля можно заполнять вручную или автоматически — из параметров модели. SolidWorks поддерживает вставку обозначений из базы данных материалов, массу, объем, плотность и прочие характеристики.

Чертежи могут быть экспортированы в PDF, DXF, DWG и другие форматы, пригодные для печати и передачи на производство. Также можно создавать шаблоны чертежей, упрощающие многократное оформление однотипных изделий. Возможность редактировать чертеж параллельно с изменениями 3D-модели позволяет всегда держать документацию в актуальном состоянии.

Таким образом, оформление чертежей в SolidWorks — это логичное продолжение процесса проектирования, позволяющее получить исчерпывающую документацию без необходимости начинать с нуля. Это упрощает общение между инженером, производством и заказчиком.

Создание сборочных чертежей и спецификации изделия.

Создание сборочного чертежа — важнейший этап инженерной документации, необходимый для понимания структуры изделия и его сборки. SolidWorks 2025 предлагает автоматизированный подход к оформлению сборочных чертежей, включая генерацию спецификаций (BOM — Bill of Materials).

Начинается с выбора сборки и открытия нового чертежа. Добавляются взрывные виды, показывающие поэтапную разборку изделия, что особенно полезно для технической документации, инструкций и производства. Анимация взрыва может быть использована для наглядной демонстрации работы изделия.

Каждому компоненту на чертеже присваивается позиционный номер, который автоматически отображается в спецификации. Спецификация создается через вкладку Таблица и может быть настроена по ГОСТ, ISO и другим стандартам. Таблица содержит:

Позиции;

Наименование компонентов;

Обозначения;

Количество;

Массу;

Примечания.

Для удобства используется автоматическое заполнение, где данные берутся из свойств моделей. Если свойства не были заданы — они легко редактируются в дереве построения или таблице свойств.

Сборочный чертеж также может включать:

Разрезы по узлам;

Детализированные виды;

Проставку размеров на сопряжения;

Описание последовательности сборки.

Трехмерный эскиз. Дополнительные возможности.

В дополнение к обычным плоским эскизам, SolidWorks 2025 предлагает инструмент трёхмерного эскиза (3D Sketch), который позволяет создавать геометрию в полном пространственном объеме, без привязки к конкретной плоскости. Это особенно полезно при проектировании каркасов, трубопроводов, кабельных трасс, нестандартных криволинейных траекторий и других элементов, где требуется работа сразу в нескольких направлениях.

Режим 3D-эскиза активируется через команду 3D Sketch на вкладке Эскиз. В отличие от двумерного эскиза, здесь нет привязки к одной плоскости — пользователь свободно чертит в трёх координатах (X, Y, Z). Для удобства навигации используются пространственные оси, а для точности — фильтры направлений и плоскостей, которые позволяют ограничить ввод по нужной оси.

Можно применять те же геометрические примитивы, что и в 2D: линии, дуги, сплайны, окружности и пр. Однако, дополнительные команды — «Проекция», «Изогнутая кривая», «Управляющая точка» — открывают ещё больше возможностей. Также 3D-эскиз поддерживает умные размеры, зависимости и точки привязки.

С помощью 3D-эскиза удобно задавать:

Каркасные конструкции (например, профили для сварных рам);

Траектории движения объектов;

Кривые пересечения и направляющие линии.

Этот инструмент является незаменимым при проектировании сложных систем, где важно учесть пространственные соотношения. Благодаря гибкости и мощным средствам построения SolidWorks позволяет получить точную, управляемую и параметрическую 3D-геометрию, что особенно важно при работе с нестандартными проектами, требующими индивидуального подхода и нестандартных решений.

Моделирование деталей.

Данный раздел расширяет понимание базового моделирования, углубляя знание различных подходов к построению деталей. SolidWorks 2025 предлагает широкие инструменты, которые позволяют реализовать как простые, так и самые сложные формы.

Процесс начинается с построения базовой геометрии — основного тела, полученного с помощью операций вытягивания, вращения, по траектории, по сечениям, лофтинга, сгибания. После этого к модели можно последовательно добавлять или удалять материал, создавая сложные конструкции.

Вспомогательные элементы (вспомогательные плоскости, оси, точки) позволяют организовать построение в пространстве с максимальной точностью. Используются также зеркальное отражение, массивы (линейные, по окружности, по траектории), вырезы, скругления, фаски, оболочка, ребра жёсткости и другие инструменты, превращающие простую заготовку в инженерное изделие.

Особое внимание стоит уделить сечениям, визуализации масс, центрированию тяжести, а также применению материалов, задающих физические свойства модели (плотность, цвет, механические характеристики).

Кроме того, SolidWorks позволяет включать логические зависимости между элементами — то есть если одно значение меняется, все остальные автоматически подстраиваются.

В результате пользователь получает не просто геометрическую модель, а полноценную цифровую заготовку, пригодную для производственного процесса — будь то печать на 3D-принтере, станочная обработка или техническая документация. Моделирование в SolidWorks — это не механическая задача, а творческий, интеллектуальный процесс, предполагающий постоянную оптимизацию и анализ конструкции.

Многотельное и поверхностное моделирование.

Многотельное моделирование (Multibody Modeling) — это методика, при которой в одном файле детали может содержаться несколько независимых тел. Это удобно, когда нужно смоделировать изделие, состоящее из взаимосвязанных, но отдельных компонентов: например, сварные конструкции, корпуса с крышками, заготовки и вставки.

SolidWorks позволяет свободно создавать, редактировать и управлять такими телами. Каждое тело отображается отдельно в дереве построения, можно выполнять операции объединения, вычитания, пересечения или разделения тел. Также возможно формировать тела из одних и тех же эскизов — с разными направлениями выдавливания и параметрами.

Поверхностное моделирование (Surface Modeling) предназначено для создания сложной, гладкой геометрии, недоступной при работе с твердыми телами. Поверхности могут быть:

Прямыми;

Вращёнными;

По траектории;

По сетке точек и кривым;

Сглаженными и сопряжёнными.

Такие инструменты особенно полезны при работе с промышленным дизайном, аэродинамикой, формами обтекателей, корпусов и обвесов. Поверхности можно объединять, сшивать, обрезать, залатывать. При необходимости из поверхности создается твердое тело.

Поверхностное моделирование требует большей точности и аккуратности, но открывает огромные возможности в создании эстетически и функционально сложных форм. Именно в этом режиме проектируются, например, кузова автомобилей, корпуса бытовой техники и другие изделия, к которым предъявляются высокие требования по внешнему виду и аэродинамике.

Моделирование деталей из листового металла.

SolidWorks 2025 предлагает мощные инструменты для моделирования изделий из листового металла (Sheet Metal). Эта функциональность особенно востребована в машиностроении, приборостроении и производстве корпусов. Главное преимущество заключается в том, что можно одновременно проектировать как сгибы и изгибы, так и автоматически получать развертку детали, пригодную для лазерной резки или штамповки.

Создание начинается либо с обычного эскиза, либо с готового профиля, после чего применяются операции:

Фланец по основанию (Base Flange) — основа любой листовой детали;

Фланец (Edge Flange) — добавление боковых стенок к краям;

Сгиб (Sketched Bend) — изгиб детали по нарисованной линии;

Разгиб (Unfold) и сгиб (Fold) — отображение промежуточных этапов;

Обечайка, замки, вырезы, прорези, перфорация, отверстия и ребра жёсткости.

Важно задать параметры материала: толщину листа, радиус сгиба, допуски на сгиб, коэффициенты изгиба (K-factor). Эти параметры критически важны для корректной генерации развертки, учитывающей пластическую деформацию материала.

Развертка может быть автоматически экспортирована в формат DXF/DWG, что удобно для интеграции с ЧПУ-оборудованием. SolidWorks отслеживает соответствие сгибов и толщины, предотвращая ошибки при производстве.

Также поддерживаются нестандартные профили, конусные формы, гибридные детали, объединяющие элементы листового и обычного твердотельного моделирования. Всё это делает модуль «Листовой металл» очень гибким и подходящим для широкого спектра задач.

Моделирование сборок. Кинематические сопряжения.

В процессе проектирования изделий, состоящих из нескольких взаимодействующих компонентов, важно учитывать не только их форму, но и движение. Для этого в SolidWorks 2025 используются кинематические сопряжения, позволяющие моделировать реальные механизмы: передачи, зацепления, рычажные системы и т.п.

Помимо стандартных сопряжений, таких как совпадение, касание, параллельность, здесь применяются специальные типы:

Цилиндрические сопряжения;

Шарнирные соединения;

Зубчатые пары (Gear mate);

Реечные передачи (Rack and pinion);

Кривошипно-шатунные механизмы;

Кулачковые пары.

SolidWorks позволяет задавать приводы (motors) — например, вращательные или линейные — и отслеживать движение узлов с помощью анимации и временных диаграмм. Также поддерживаются контактные сопряжения, которые моделируют взаимодействие тел с учётом столкновений.

При анализе механизма можно выявить:

Столкновения;

Нарушения диапазонов движения;

Невозможные положения.

Кроме того, SolidWorks предлагает Motion Study — специализированную среду для анализа кинематики и динамики, где учитываются массы, скорости, силы, ускорения. Это позволяет ещё на стадии проектирования убедиться в работоспособности механизма и избежать ошибок при производстве.

Сборки методом Сверху-вниз и библиотека Toolbox.

SolidWorks поддерживает два подхода к моделированию сборок: снизу-вверх (традиционное построение, начиная с готовых деталей) и сверху-вниз (Top-Down Design) — когда детали проектируются прямо внутри сборки.

В методе сверху-вниз сначала создается каркас изделия — скелетная геометрия, представляющая собой опорные линии, плоскости, эскизы и точки. Затем внутри сборки создаются новые детали, геометрия которых основывается на этом каркасе. Это удобно, если требуется строгое соблюдение размеров между компонентами или когда вся система меняется как единое целое.

Основные инструменты:

Создание детали внутри сборки;

Проецирование геометрии между компонентами;

Внешние ссылки — параметры одной детали определяются элементами другой;

Контроль ссылок и локализация зависимости, чтобы управлять стабильностью модели.

Преимущества метода сверху-вниз:

Централизованное управление габаритами;

Меньшее количество ошибок в сопряжении;

Лёгкость внесения изменений на уровне всей системы.

Дополнительно SolidWorks предлагает библиотеку Toolbox — встроенную коллекцию стандартных компонентов: болты, гайки, шайбы, подшипники, шпонки и т.п. Компоненты вставляются в сборку и автоматически подбираются по размерам, резьбе, стандарту (ГОСТ, ISO, DIN и др.). При необходимости они редактируются или настраиваются через интерфейс конфигурации.

Использование уравнений и библиотек проектирования.

Для повышения гибкости и автоматизации моделей SolidWorks 2025 предоставляет возможность использовать уравнения, глобальные переменные и таблицы проектирования. Это делает модели параметрическими, позволяя изменять конструкцию путём редактирования всего одного значения.

Глобальные переменные — это именованные параметры (например, "Длина\_вала" или "Толщина\_стенки"), которые используются в размерах и могут управлять целыми группами элементов. Уравнения позволяют связать эти переменные между собой, например:

Диаметр\_отверстия = Длина\_вала / 10

С помощью таблиц проектирования (Design Tables), создаваемых в Excel, можно задать различные конфигурации деталей и сборок, переключаясь между ними по необходимости. Это особенно удобно при проектировании изделий с несколькими типоразмерами или опциями.

SolidWorks также поддерживает пользовательские библиотеки проектирования, где можно хранить типовые элементы, конструкции, профили, макросы. Это позволяет:

Стандартизировать проектирование;

Сократить время на повторяющиеся операции;

Повысить точность и воспроизводимость моделей.

Модели с уравнениями становятся адаптивными: например, при увеличении ширины корпуса автоматически изменится расположение отверстий, длина крышки, положение ребер и т.д. Это делает проектирование более логичным и поддающимся масштабированию.

Использование этих инструментов особенно важно в условиях серийного или модульного производства, где необходимо быстро адаптировать изделия под конкретные требования. Параметризация и автоматизация проектирования — залог эффективности современной инженерной работы.

3D сканирование и реверс инжиниринг.

SolidWorks 2025 активно поддерживает интеграцию с технологиями 3D-сканирования и инструментами реверс-инжиниринга (обратного проектирования). Это особенно актуально при необходимости воссоздания утраченных чертежей, модернизации старых деталей или точного копирования сложной формы.

Процесс начинается с импорта облачных точек или поверхностных сеток (STL, OBJ, 3MF), полученных со сканера. Далее выполняются следующие этапы:

Очистка и выравнивание данных;

Преобразование сетки в поверхность (Surface Reconstruction);

Построение геометрии по сетке: эскизы, поверхности, твердые тела.

SolidWorks позволяет «привязывать» эскизы к облаку точек, использовать сечения скана как направляющие линии, автоматизировать восстановление формы. Дополнительно можно использовать инструменты Geomagic for SolidWorks — специализированный модуль для работы со скан-данными.

Обратное проектирование особенно полезно в следующих задачах:

Воссоздание старых деталей без документации;

Адаптация продукции под анатомические особенности (например, в протезировании);

Оптимизация под эргономику;

Реставрация элементов культурного наследия.

Важно понимать, что реверс-инжиниринг — это не простое копирование, а инженерная переработка: на основе «сырой» геометрии создаётся параметрическая модель, пригодная для редактирования, анализа, адаптации и производства.

Заключение.

В ходе прохождения учебной практики по модулю ПМ.01 «Создание и корректировка компьютерной (цифровой) модели» и учебной практике УП.01.01 «Технология оцифровки реальных объектов» были изучены и освоены современные методы измерения, 3D-сканирования, цифровой обработки моделей и моделирования в профессиональных САПР-средах.

Практика включала в себя работу с ручным измерительным инструментом, такими как штангенциркуль, микрометр, угломер, а также с современными 3D-сканерами и программным обеспечением: RangeVision, Artec Studio, SkanCenter, Geomagic Design X, MeshMixer, SolidWorks. Были получены навыки калибровки оборудования, подготовки и оцифровки реальных объектов, обработки облаков точек, создания STL-моделей и их редактирования. Отдельное внимание было уделено параметрическому моделированию, сборкам, конфигурациям, чертежам и подготовке моделей к 3D-печати.

Полученные знания и навыки позволили сформировать целостное представление о цикле создания цифровой модели изделия от момента измерения до формирования полной CAD-документации. Эти умения являются важной основой для будущей профессиональной деятельности в области аддитивных технологий и цифрового производства.

Практика была проведена в полном объёме, поставленные цели достигнуты, учебные задачи выполнены.