

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» в г. Петровске

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г. Петровске
Е.А. Бесшапошникова
«30» июня 2021 г.




МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по дисциплине

МДК. 01.02. «Методы создания и корректировки компьютерных моделей»

Специальности

15.02.09 «Аддитивные технологии»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой) комиссии
общепрофессиональных дисциплин,
профессиональных модулей специальностей
технического профиля
«14» июня 2021 года, протокол №13
Председатель ПЦК  /Т.А.Лескина/

Петровск 2021

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины МДК. 01.02. «Методы создания и корректировки компьютерных моделей», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.09 «Аддитивные технологии» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 02. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 03. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 04. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 05. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 08. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

ОК 09. Ориентироваться в условиях смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Применять средства бесконтактной оцифровки для целей компьютерного проектирования, входного и выходного контроля

ПК 1.2. Создавать и корректировать средствами компьютерного проектирования цифровые трехмерные модели изделий.

При выполнении лабораторных работ студент должен знать:

- Типы систем бесконтактной оцифровки и области их применения;
 - Принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки;
- Правила осуществления работ по бесконтактной оцифровки для целей производства;
- Правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем, геометрические построения и правила вычерчивания технических деталей;
 - Классы точности и их обозначение на чертежах;
 - Способы графического представления технологического оборудования и выполнения технологических схем в ручной и машинной графике;
 - Виды электронных приборов и устройств, базовые электронные элементы и схемы;

- Устройство, правила калибровки и проверки на точность систем бесконтактной оцифровки;
- Требования к компьютерным моделям, предназначенным для производства на установках послойного синтеза
- Правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;
- Типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления;
- Требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации;
- Методы измерения параметров и определения свойств материалов;
- Основные положения и цели стандартизации, сертификации и технического регулирования; Технические регламенты;
- Требования качества в соответствии с действующими стандартами;
- Основные понятия метрологии и технических измерений:
- Виды, методы, объекты и средства измерений; методы определения погрешностей измерений;
- Устройство, назначение, правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов;
- Основы взаимозаменяемости и нормирование точности; система допусков и посадок; квалитеты и параметры шероховатости;
- Основные сведения о сопряжениях в машиностроении;
- Система автоматизированного проектирования и ее составляющие;
- Принципы функционирования, возможности и практическое применение программных систем инженерной графики, инженерных расчетов, автоматизации подготовки и управления производства при проектировании изделий;
- Теория и практика моделирования трехмерной объемной конструкции, оформления чертежей и текстовой конструкторской документации;
- Системы управления данными об изделии (системы класса PDM);
- Понятие цифрового макета
- Виды вредных и опасных факторов на производстве, средства защиты;
- Правила безопасной эксплуатации установок и аппаратов;
- Особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности;

При выполнении лабораторных работ студент должен уметь:

- Выбирать необходимую систему бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей (руководствуясь необходимой точностью, габаритами объекта, его подвижностью или неподвижностью, световозвращающей способностью и иными особенностями);
- Осуществлять наладку и калибровку систем бесконтактной оцифровки;
- Выполнять подготовительные работы для бесконтактной оцифровки;
- Выполнять работы по бесконтактной оцифровке реальных объектов при помощи систем оптической оцифровки различных типов;
- Выполнять графические изображения технологического оборудования и технологических схем в ручной и машинной графике;
- Выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов, узлов в ручной и машинной графике;
- Использовать электронные приборы и устройства;
- Осуществлять проверку и исправление ошибок в оцифрованных моделях;
- Осуществлять оценку точности оцифровки посредством сопоставления с оцифровываемым объектом;
- Моделировать необходимые объекты, предназначенные для последующего производства в компьютерных программах, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели;
- Выполнять комплексные чертежи геометрических тел и проекции точек, лежащих на их поверхности, в ручной и машинной графике;
- Оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией;
- Читать чертежи, технологические схемы, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности;
- Выбирать средства измерений;
- Выполнять измерения и контроль параметров изделий;
- Определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;
- Определять характер сопряжения (группы посадки) по данным чертежей, по выполненным расчетам;
- Применять требования нормативных документов производимой продукции и производственным процессам;
- Использовать в профессиональной деятельности программные продукты автоматизированного проектирования технологических процессов.

Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объем лабораторных занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность лабораторного занятия - 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ дисциплины «Методы создания и корректировки компьютерных моделей» содержит 4 лабораторных занятий.

**Перечень лабораторных работ
по дисциплине «Методы создания и корректировки компьютерных
моделей»**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Осуществление проверки и исправление ошибок после 3D
сканирования

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Осуществление проверки и исправление ошибок после 3D
сканирования

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Подготовка STL файлов к 3d печати Netfabb Studio 6.4

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Подготовка STL файлов к 3d печати Netfabb Studio 6.4

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Лабораторной работы включают в себя задания следующих видов:

Выполнение тестовых заданий

Для проверки и последующего анализа своих знаний Вам предлагается пройти тестовые задания. Выбор заданий осуществляется тестирующей системой случайным образом.

Тестовые задания интерактивны. По структуре формирования ответа различают следующие типы заданий:

- тесты восстановления соответствия - предусматривают восстановление соответствия между одинаковыми по величине, но различными по записи числами.
- тесты восстановления порядков - предусматривают расстановку чисел в соответствие с указанным порядком.
- тесты единственного выбора - предусматривают выбор одного правильного ответа из нескольких предложенных вариантов,
- тесты открытого типа - предусматривают ввод текстовых данных.

При вводе ответа необходимо соблюдать следующие правила:

- курсор нужно поместить в окно для ввода,
- вписывать слова нужно без сокращения,
- вписывать числовые выражения нужно без пробелов, строго следуя образцу, приведенному в задании.

Несоблюдение правил выполнения тестов открытого типа приведет к обозначению ответа как неверного.

Перед выполнением задания внимательно прочитайте его формулировку и предлагаемые варианты ответа. Отвечайте только после того, как Вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они представлены в тесте. Выбор правильных ответов осуществляется путем выбора правильных ответов из списка.

Тестовые задания оцениваются в баллах. Все вопросы имеют свое балльное значение, что определяется, в первую очередь, сложностью самого вопроса.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов. По завершении тестирования баллы суммируются.

После выполнения тестовых заданий обязательно сохраните Ваши ответы и предоставьте их учителю.

Создание презентаций

ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ.

Правило 1. Содержание должно быть структурировано.

Содержание презентации должно быть четко структурировано: каждый новый слайд должен логически вытекать из предыдущего и одновременно подготавливать появление следующего. Лучший способ проверить, правильно ли построена презентация, — быстро прочитать только заголовки. Если после этого станет ясно, о чем презентация — значит, структура построена верно.

Правило 2. Краткость — сестра убедительности.

После того как содержание презентации собрано, с ним следует аккуратно поработать, сократив его насколько возможно. Оптимальным объемом презентации считается 24 традиционных слайда, если презентация уместается в 16 слайдов — еще лучше, ну а 12 и менее слайдов — это то, что редко встречается и крепко запоминается. В среднем, один слайд - это 1,5 минуты выступления.

ПРАВИЛА СОЗДАНИЯ СЛАЙДОВ.

Правило 1. Думать о зрителе.

При разработке формы презентации всегда следует думать о том, как зритель ее будет видеть. В первую очередь нужно решить, где зрители будут смотреть вашу презентацию: на бумаге, экране монитора или на большом экране с помощью проектора. На конкурс вы создаете презентации для экрана монитора! И возможно, вашу презентацию захотят распечатать. Это следует учитывать при выборе размера и цвета шрифтов.

Правило 2. Последовательность и единство оформления.

Все однотипные элементы должны всегда быть в одном месте: если зритель знает, где ждать заголовков, а где график, он лучше схватывает суть дела. Заголовок — всегда в одном месте экрана. График — всегда в одном месте экрана. И т.д. Однотипные подписи — одинакового цвета и размера. И т.д.

Правило 3. Нет тексту!

«Нет» любому тексту, кроме абсолютно необходимого. Читать страницу за страницей и запоминать текст совсем непросто. Количество текста на слайдах должно составить не более 35% от всего содержимого слайдов. Весь ненужный текст следует оставить либо для устного выступления (для текста доклада, т.к. у нас заочная конференция), либо заменить его графиками, картинками и т.д.

ВАЖНЫЕ ЗАПРЕТЫ.

1. Изображения и текст на слайдах не должны быть мелкими (даже если презентация готовится для экрана).

2. Если презентация будет цветной, то следует избегать ярких, так называемых чистых тонов — алого, ярко-синего, зеленого, фиолетового (они режут глаз). Такие краски следует зарезервировать для выделения действительно ключевых моментов, а для рядовых изображений использовать пастельные тона и контрастные сочетания цветов шрифта и фона.

3. Пестрота на экране (больше четырех цветов одновременно).

4. Самый главный запрет - спецэффекты. Анимации наподобие вращающихся заголовков, переворачивающихся слайдов, любые звуки - все это лишь отвлекает слушателей и необоснованно растягивает время презентации.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫСТУПЛЕНИЯ.

Презентация состоит из двух частей: демонстрация слайдов и сопровождение их текстом. Слайды — поддержка выступления, а не наоборот. Очень часто докладчик вместо выступления просто зачитывает текст на слайдах. Таких ораторов слушатели не уважают, текст они могут и сами прочитать.

Именно поэтому на конкурс мы обязательно требуем ТЕКСТ ДОКЛАДА.

Правило 1. Стройте выступление на аргументах, а не на слайдах.

Если презентация сделана правильно и текст хорошо сбалансирован другими визуальными элементами, то все равно не следует вести свою аудиторию по презентации, как экскурсовод туристов: «посмотрите налево, посмотрите направо». Презентер должен вести аудиторию не от слайда к слайду, а от тезиса к аргументу, от аргумента к примеру, от вывода к выводу. Нельзя говорить «перейдем на страницу 7», надо — «как именно мы решаем эту проблему, рассказывается на слайде 7». Нельзя говорить «посмотрите на следующий слайд», надо «и что же из этого следует? А вот что!» - и показываем слайд.

Правило 2. Готовьтесь к выступлению.

Выступление должно быть подготовлено, прорепетировано и отхронометрировано (подогнано под временные рамки).

Правило 3. Помните, что аудитория — это живые люди. Позволяйте себе эмоции.

Позволяйте себе в тексте восклицательные знаки. Текст вовсе не должен быть сухим! Вы не диктор ТВ, вы живой человек, который свято верит в то, о чем он рассказывает

Работа за компьютером

При любой работе должны соблюдаться определённые правила поведения и безопасности, чтобы сохранить своё здоровье и уберечься от возможных травм или каких-либо заболеваний. Профилактика лучше лечения, поэтому правила работы за компьютером необходимо знать всем, ведь мы всё больше и больше времени проводим именно за компьютером — за ним сидим на работе, и за ним же сидим дома.

Памятка ниже будет весьма полезна для людей всех возрастных категорий, чья жизнь или работа напрямую связана с ПК и на компьютере приходится долго и часто работать.

1. Сидите прямо.
2. Вам должно быть удобно. Но это не значит, что надо подгибать ноги под себя или класть ногу на ногу, сутулиться. Этого делать НЕЛЬЗЯ!
3. Верхняя часть монитора должна быть расположена на уровне глаз или чуть ниже, а нижняя чуть ближе к Вам.
4. Расстояние между монитором и глазами должно быть 45-75 см.
5. Освещение должно падать так же как и при писании с левой стороны, свет не должен быть сильно ярким или тусклым.
6. Не забывайте моргать, при моргании глаз омывается слёзной жидкостью и не пересыхает, а пересыхание глаза вредит зрению.

7. Периодически необходима зарядка для глаз, которую можно делать и на работе, и дома.

8. Каждый час работы за компьютером делайте перерыв на 15-20 минут.

9. Можете купить специальные очки для работы за ПК, их можно найти в каждой оптике.

10. Если Вы устали, началось чувство сонливости или тяжести в глазах, Вы не должны продолжать работу!

11. Обязательно каждый день надо проветривать комнату, вытирать пыль, влажная уборка только на пользу пойдёт.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Осуществление проверки и исправление ошибок после 3D сканирования

Цель:

Оборудование: ПК.

Справочный материал: 1, 2.

Содержание работы

1. Организационный момент

- Проверка готовности учащихся к уроку.
- Приветствие.
- Проверка готовности ребят к уроку

2. Постановка темы и цели урока

3. Повторение изученного материала

Задание 1

Требования к моделям для 3D печати.

- Перечень форматов файла по технологиям 3D.

1. FDM (ABS, PLA пластики, FLEX, HIPS и т.п.): **.STL .OBJ**

2. SLS (полиамид): **.STL .OBJ**

3. SLA, DLP (фотополимер): **.STL .OBJ**

4. SLM (металл): **.STL+STP(STEP) .OBJ+STP(STEP)**

5. Многоцветный гипс: **.OBJ+текстурная**

развертка .WRL+текстурная развертка

- Полигональная сетка.

1. Полигональная сетка должна быть единой и закрытой. Модель состоящая из нескольких полигональных сеток не допускается! Пересечение полигональных сеток не допускается! Дырки в сетке не допускаются!

2. Несколько моделей в одном файле не допускается. Каждый объект требуется сохранять отдельным файлом.

3. Количество полигонов не должно превышать 500 000.

4. Толщина стенки не менее 0,9 мм.

5. Инвертированные нормали не допускаются! Внешняя нормаль должна смотреть наружу. Особенно часто возникает данная проблема при зеркальном отображении модели в некоторых программах трехмерного моделирования.

6. Размеры модели должны соответствовать размерам реального объекта.

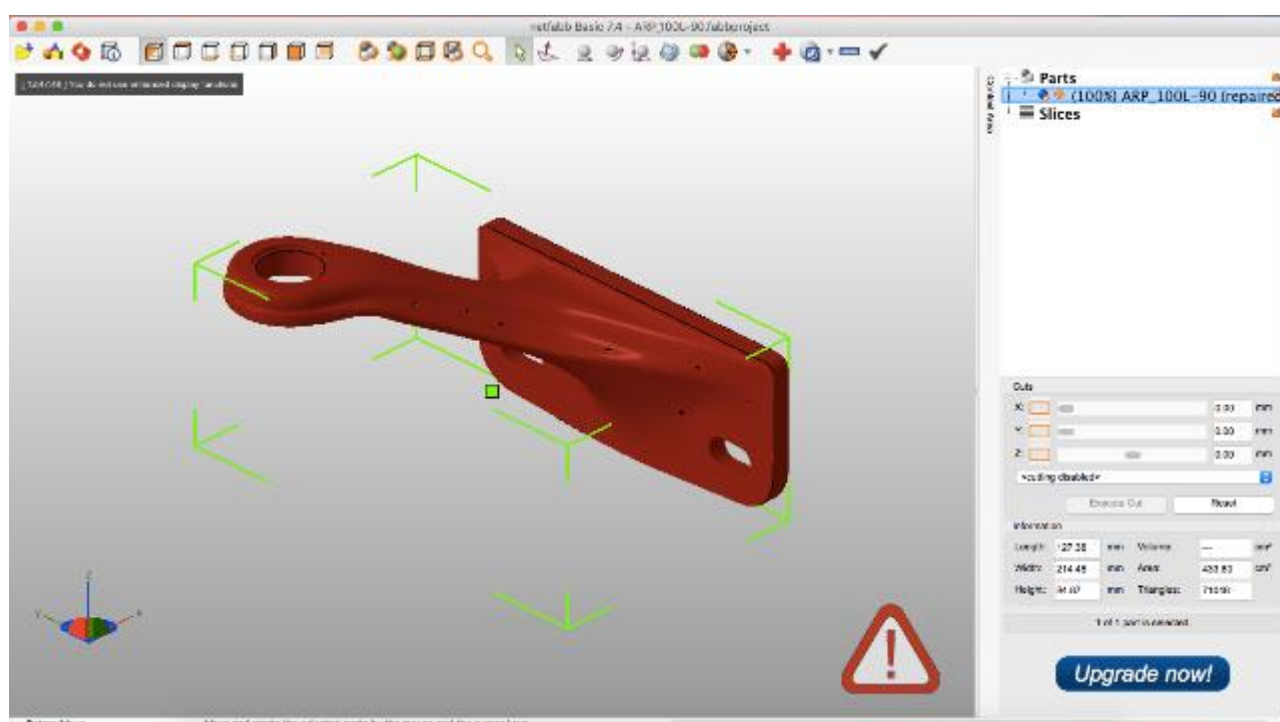
В 95% случаев ошибки в файлах не являются критическими и их можно легко исправить в специализированных программах, которые легко можно найти в интернете. Даже если Вы уверены, что с моделью все в порядке, не мешает лишний раз проверить ее на правильность.

- NETFABB — как решение большинства ошибок файла.
- MESHMIXER — мощная и удобная альтернатива.

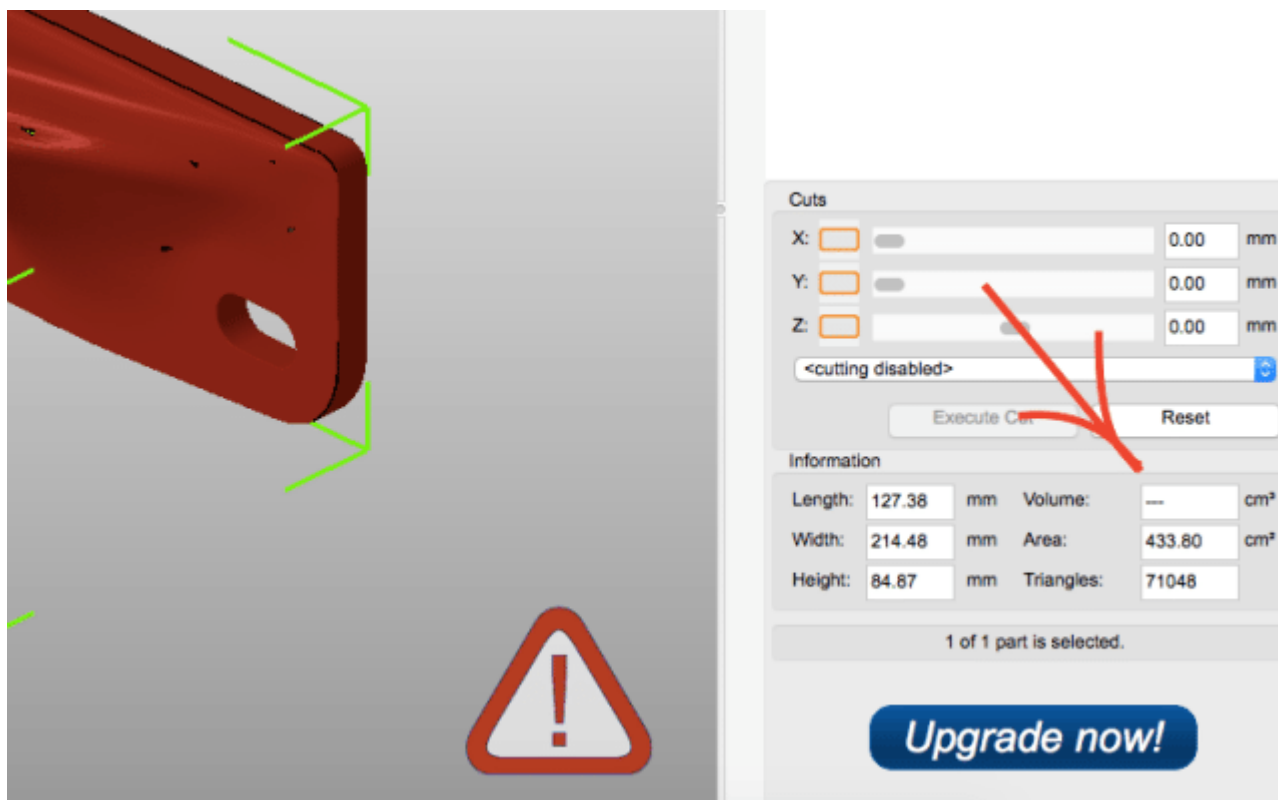
Исправление не критических ошибок с помощью NetFabb.

NETFABB ([скачать для PC](#) или [скачать для Mac](#)) — программа, позволяющая решить практически любой вопрос, связанный с 3D печатью. Давайте пройдем по основным функциям этого ПО, который в свое время выкупил сам Autodesk.

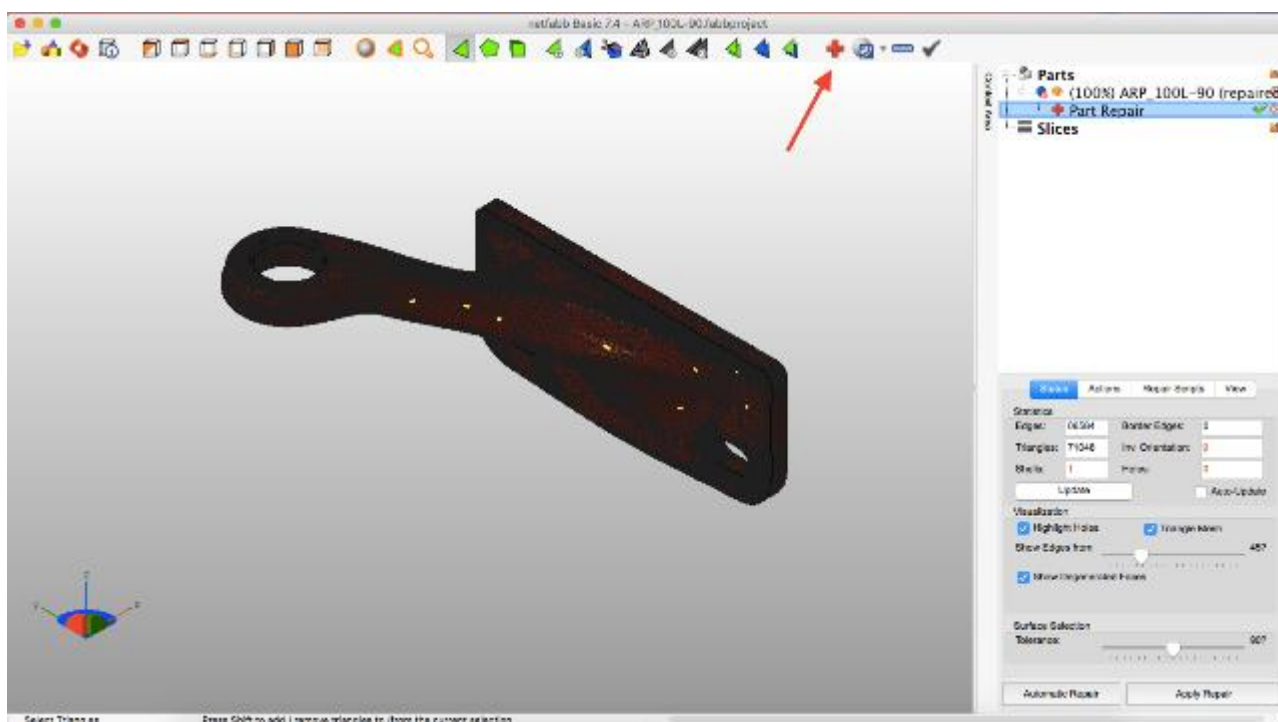
Зеленый цветом программа показывает внешнюю часть полигона, красным цветом внутреннюю его нормаль. В идеале модель должна быть вся зеленая. Если Вы наблюдаете красные пятна, то это полигоны, которые вывернуты наружу. Если красным цветом выделена вся модель, значит вся полигональная сетка вывернута наружу.



Даже если модель зеленая, но в Вашем файле есть ошибки, программа выдаст большой восклицательный знак в нижнем правом углу экрана, а также не сможет посчитать объем Вашей модели.



Для лечения модели необходимо нажать на красный крестик на панели инструментов в верхней части экрана. Программа переведет Вас в режим лечения, а желтым цветом укажет на разрывы полигональной сетки, если такие имеются.

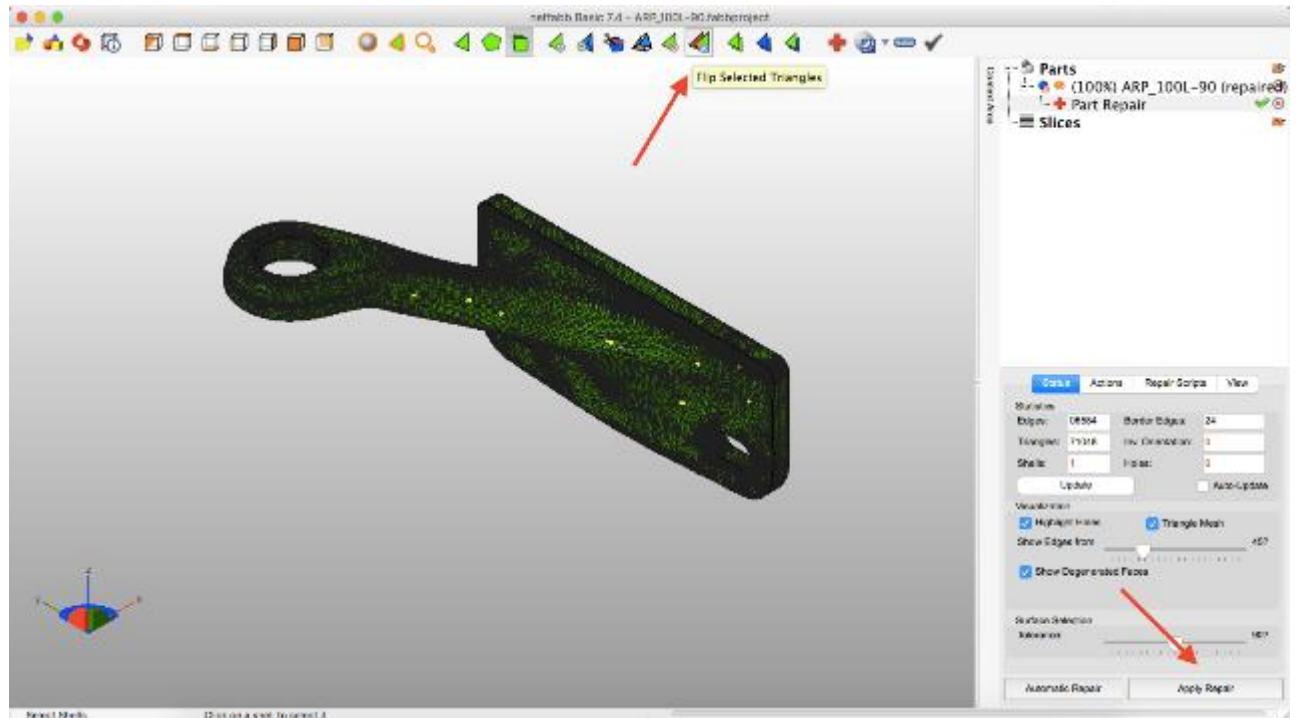


В данной программе есть функции удаления или добавления полигонов, изменения размеров или пропорций. (Оставлю данные функции на самостоятельное изучение). Рекомендую изучить всю панель инструментов,

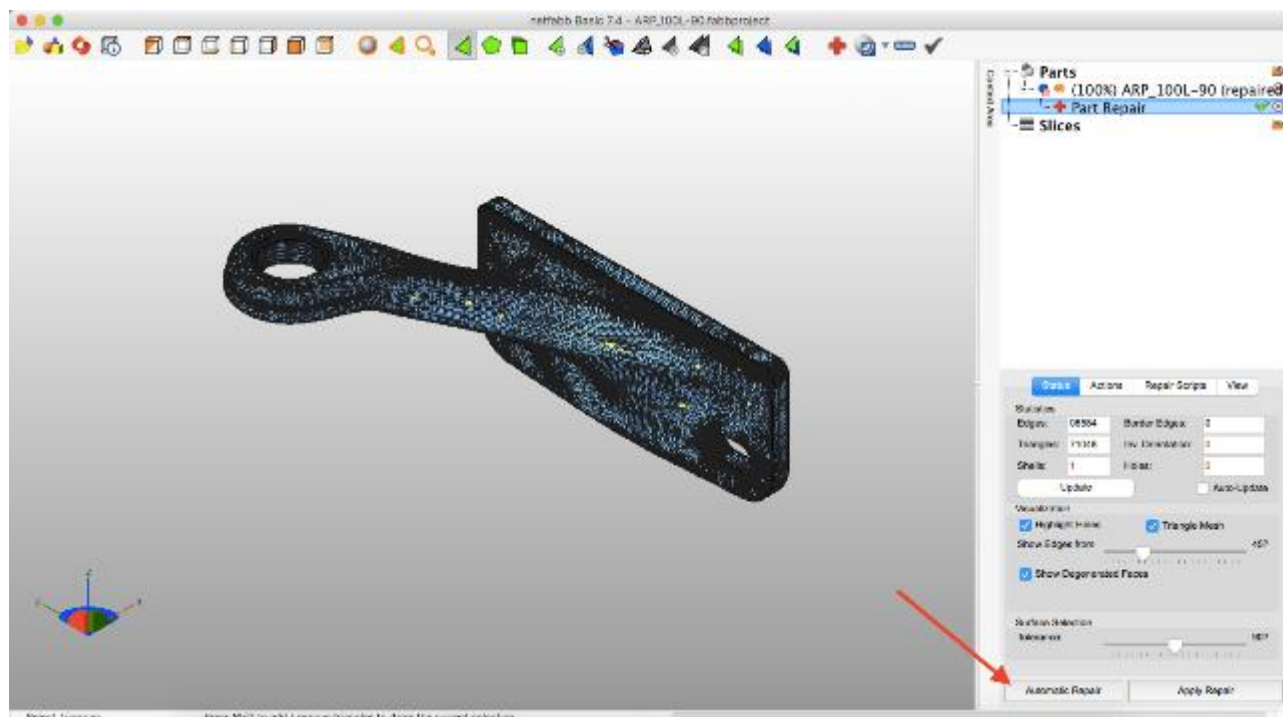
чтобы легко понимать, как, где и какие полигоны мы можем выделять и что мы можем менять.



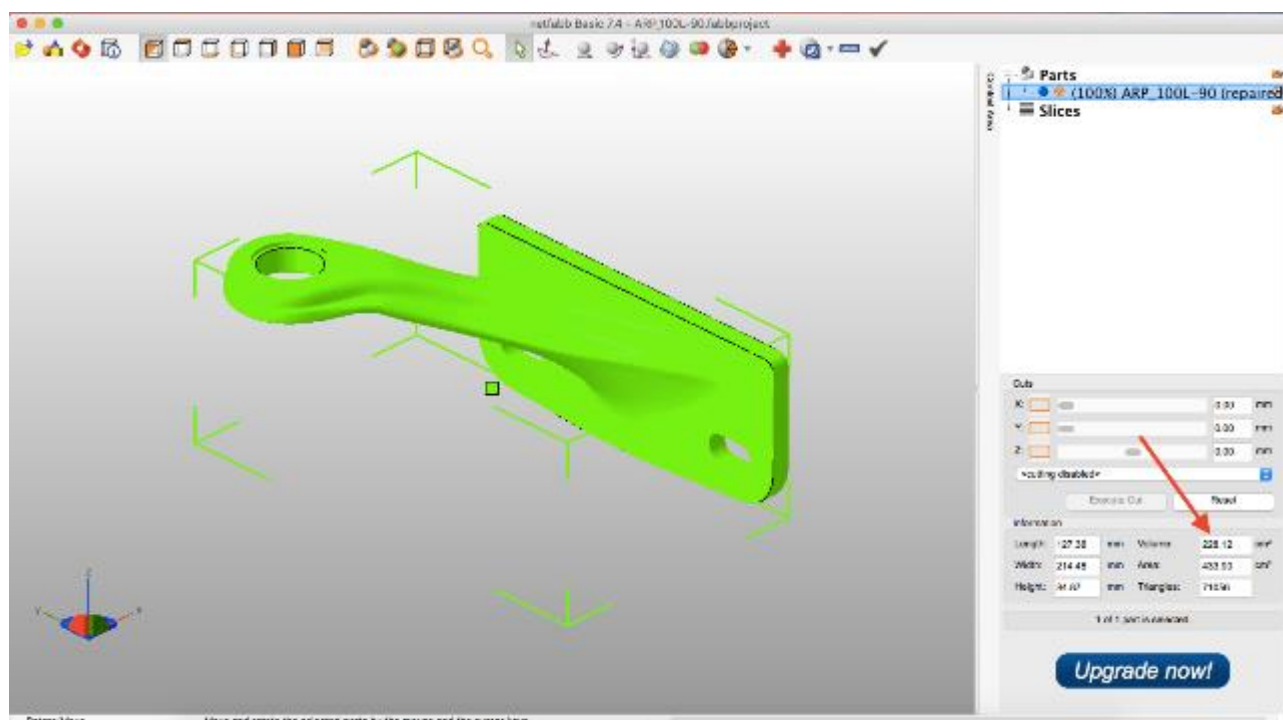
Для инвертирования нормалей необходимо выбрать полигоны, которые смотрят «не туда» и нажать на кнопку «инвертирование нормалей». Далее нажать на кнопку «Apply Repair».



Если Ваша модель изначально была вся зеленого цвета или инвертирование нормалей не убрало восклицательный знак, а объем до сих пор не посчитан, необходимо применить автоматическое лечение. Для этого опять перейдем в режим лечения, нажав на красный плюс. В режиме лечения выбираем «Автоматическое лечение», затем выбираем «Default Repair» и жмем «Exstrude».



Теперь программа сделала все возможное, чтобы автоматически починить модель. Нажимаем «Apply Repair».



Как правило, данные действия должны были починить Вашу модель. Если после проделанных операций Вам горит восклицательный знак и объема все равно нет, то Вы попали в число тех 5%, когда модель имеет ошибки критического характера и ошибки заложены еще на стадии моделирования.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Осуществление проверки и исправление ошибок после 3D сканирования

Цель:

Оборудование: ПК.

Справочный материал: 1,2.

Содержание работы

1. Организационный момент

- Проверка готовности учащихся к уроку.
- Приветствие.
- Проверка готовности ребят к уроку

2. Постановка темы и цели урока

3. Повторение изученного материала

Задание 1

Исправление не критических ошибок с помощью MeshMixer.

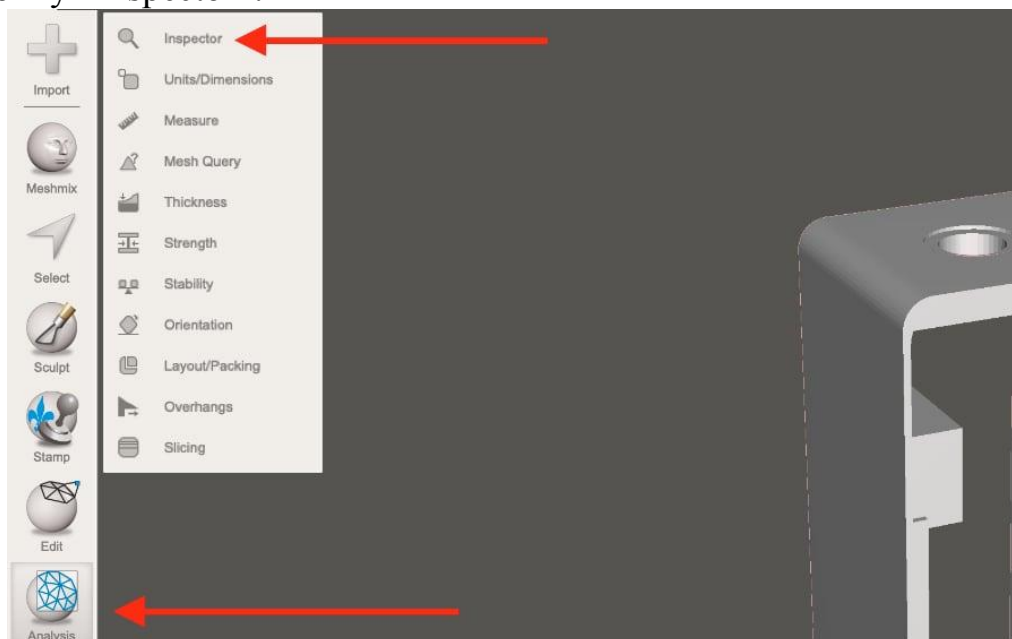
Autodesk **MeshMixer** – это бесплатная программа для работы с трехмерными сеточными моделями. Скачать программу можно [по ссылке](#). В программе нет инструментов для создания 3D-моделей, а есть широкий набор инструментов для их изменения и подготовки к трехмерной печати. Основное отличие этого программного обеспечения от NETFABB заключается в том, что MESHMIXER официально поддерживает последние версии macOS. Для меня это решающий фактор, потому что всегда ношу с собой MacBook, а компьютер с Windows находится только в офисе. В свою очередь NetFabb прекратила поддержку программного обеспечения для macOS.

Как и в случае с Netfabb, необходимо забросить модель в формате STL в окно программы MeshMixer.

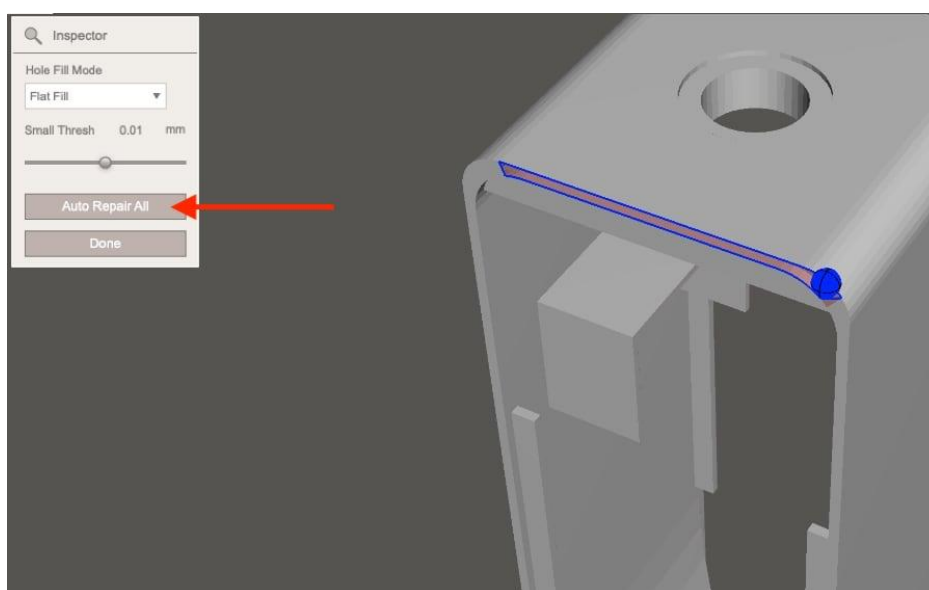


На первый взгляд модель выглядит хорошо, однако давайте попробуем проверить ее на пригодность к 3D-печати (на соответствие требованиям к

полигональной сетке). Для этого необходимо проанализировать модель на наличие ошибок. Для этого необходимо зайти в раздел «Analysis», далее нажать на кнопку «Inspector».



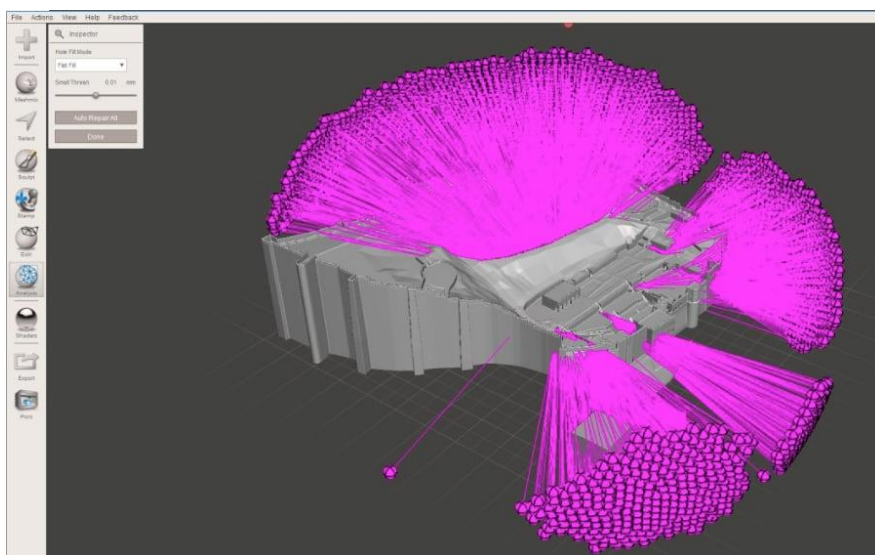
На экране мы видим, как программа выделила яркими цветами участки на модели, которые не соответствуют требованиям, а значит имеют ошибки.



Для того, чтобы исправить (вылечить) данные ошибки необходимо нажать на кнопку «Auto Repair All». Программа попытается убрать ошибки в автоматическом режиме. Проверку перед 3D-печатью необходимо производить в обязательном порядке. Даже если внешне Вам модель кажется подходящей, все равно стоит произвести проверку. На картинке ниже Вы можете увидеть ошибки, которые находятся внутри полигональной сетки, хотя внешне с моделью все хорошо.



Однако данное лечение помогает не всегда. Например, если в модели огромное количество ошибок, которые программа не способна убрать в автоматическом режиме, то Вам придется исправить модель самостоятельно в той программе, где изначально создавалась модель. В случае большого количества ошибок программа будет указывать на их наличие даже после того, как Вы попробовали сделать автоматическое лечение. На картинке ниже пример очень большого количества недочетов и ошибок, которые программа не в состоянии убрать сама.



Такое происходит, как правило, когда модель готовилась под визуализацию, а не 3D-печать. То есть присутствует огромное количество поверхностей, но они не связаны в единую сетку.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Подготовка STL файлов к 3d печати Netfabb Studio 6.4

Цель:

Оборудование: ПК.

Справочный материал: 1,2.

Содержание работы

1. Организационный момент

- Проверка готовности учащихся к уроку.
- Приветствие.
- Проверка готовности ребят к уроку

2. Постановка темы и цели урока

3. Повторение изученного материала

Задание 1

После инсталляции Netfabb, запустите программу, после чего появится окно, как на картинке:

На картинке сверху выделены важные разделы интерфейса. Вы можете поворачивать модель, двигая мышкой удерживая правую кнопку, при выборе одного из стандартных видов, точка обзора вернётся в исходное положение.

Используйте скролл или одну из иконок, показанных выше, для изменения масштаба.

В разделе с общей информацией указан габаритный размер элемента, площадь поверхности и количество треугольных граней в модели. Данная информация может быть полезна при выборе технологии 3D печати.

Для исправления STL-файла мы будем использовать следующие разделы меню: анализ, исправление и измерение (analyse, repair, measuring).

При нажатии на кнопку «analyse» появится дополнительная информация о модели, включая сведения об ошибках, если таковые имеются. Функция «repair» проанализирует и исправит все найденные ошибки. *На самом деле, в сети есть много программ для просмотра STL-файлов, но лишь небольшая часть из них может исправлять ошибки.* В разделе измерения вы можете замерять различные части модели, выбирая различные полигоны. Это может быть полезно при минимальных размерах детали и проверке толщины стенок.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Подготовка STL файлов к 3d печати Netfabb Studio 6.4

Цель:

Оборудование: ПК.

Справочный материал: 1,2.

Содержание работы

1. Организационный момент

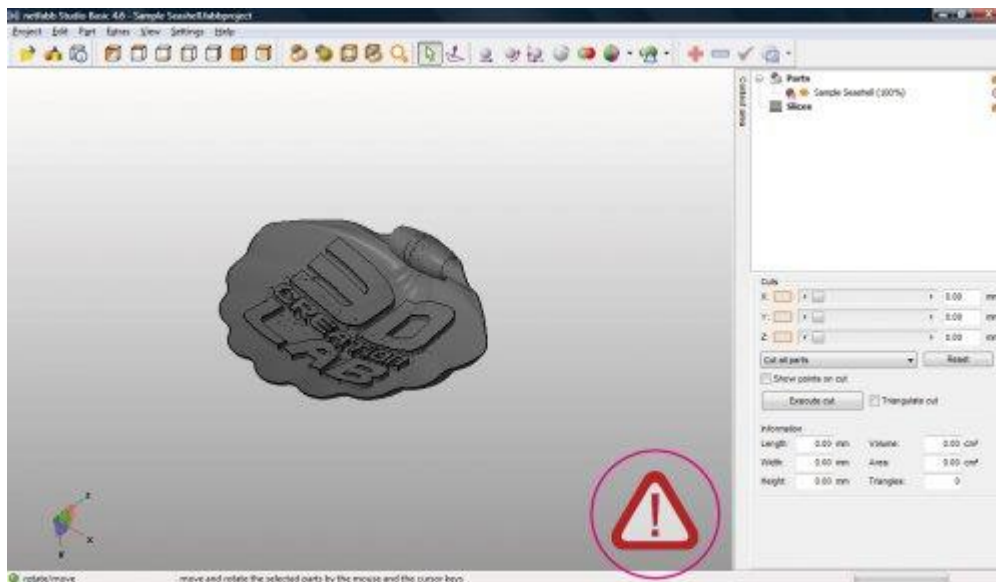
- Проверка готовности учащихся к уроку.
- Приветствие.
- Проверка готовности ребят к уроку

2. Постановка темы и цели урока

3. Повторение изученного материала

Задание 1

Исправление STL файла



На

скриншоте показана часть модели, загруженная в программу. На иконке в нижнем правом углу вы можете видеть, что после загрузки файла, программой были обнаружены ошибки.

Выберите часть модели, после чего она подсветится зелёным и появится ограничивающая рамка. Нажмите на кнопку «Repair», после чего откроется ещё одно окно в правом нижнем углу. Поставьте галочку в поле «auto-update» чтобы при работе с файлом данные постоянно обновлялись. Нажмите на кнопку «automatic repair», после чего появится всплывающее окно в середине экрана.

Здесь вы можете выбрать автоматическое исправление либо простое исправление (default repair, simple repair). Если выбрать автоматическое исправление (default repair), то программа сама произведёт все необходимые исправления, а иначе будет запрашивать о каждом изменении, так что

рекомендую использовать первую опцию. Далее нажмите на кнопку «execute» и Netfabb произведет исправления.

После этого поле статистики обновится и будет написано, что в 3D модели больше нет ошибок. Все ошибки должны иметь напротив значение “ноль”. Значение shell должно равняться одному, но может быть и больше, если STL-файл состоит из нескольких частей.

Теперь осталось нажать «Apply Repair» а так же подтвердить, что вы желаете удалить исходную часть. Для сохранения нажмите «Part>Export Part>as STL (binary)» и вы получите исправленный STL файл.

Информационное обеспечение обучения

Печатные издания

Основные учебные издания

1. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие для СПО / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Саратов : Профобразование, 2021. — 139 с. — ISBN 978-5-4488-1193-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105721>

2. Штейнбах, О. Л. Инженерная и компьютерная графика. AutoCAD : учебное пособие для СПО / О. Л. Штейнбах, О. В. Диль. — Саратов : Профобразование, 2021. — 131 с. — ISBN 978-5-4488-1175-3. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/106615>

Дополнительные учебные издания

3. Забелин, Л. Ю. Компьютерная графика и 3D-моделирование : учебное пособие для СПО / Л. Ю. Забелин, О. Л. Штейнбах, О. В. Диль. — Саратов : Профобразование, 2021. — 258 с. — ISBN 978-5-4488-1188-3. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/106619>

4. Штейнбах, О. Л. Компьютерная графика. Проектирование в среде AutoCAD : учебное пособие для СПО / О. Л. Штейнбах, О. В. Диль. — Саратов : Профобразование, 2021. — 100 с. — ISBN 978-5-4488-1179-1. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/106620>