

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ "МИСиС"

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ДЕМОВАРИАНТА КОНКУРСНЫХ ЗАДАНИЙ
ПРАКТИЧЕСКОГО ЭТАПА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «КОНСТРУИРОВАНИЕ» В
ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SolidWorks

Автор:
к.т.н. доц. каф. ГОТиМ
Кривенко А.Е.

Москва, 2022

Содержание

1. Спецификация конкурсных материалов для проведения практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «Инженерный класс» по направлению «Конструкторское проектирование»	3
2. Обобщённый план конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса	4
3. Демонстрационный вариант конкурсных заданий практического этапа Конкурса.....	7
4. Критерии снижения оценки выполненных заданий	11
5. Решение заданий демоварианта в программном комплексе Solid Works ...	12
6. Список источников информации.....	28

1. Спецификация конкурсных материалов для проведения практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «Инженерный класс» по направлению «Конструкторское проектирование»

1.1 Назначение конкурсных материалов

Материалы практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня практической подготовки участников Конкурса.

1.2 Условия проведения

практический этап Конкурса проводится в очной и очной дистанционной форме. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса. Задания экзаменационного билета практического этапа конкурса можно выполнять с использованием следующих **CAD-систем** и их версий:

- **Autodesk Fusion 360;**
- **Autodesk Inventor** (версии 2019-2022);
- **SolidWorks** (версии 2020–2022).
- **Компас 3D** (версии 2017, 2020).

1.3 Продолжительность выполнения

На выполнение заданий практического этапа Конкурса отводится 90 минут.

1.4 Содержание и структура

Задания практического этапа Конкурса разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе».

Индивидуальный вариант участника формируется автоматически во время проведения теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений из базы конкурсных заданий.

Индивидуальный вариант участника включает 4 задания, базирующихся на содержании элективных курсов 3D-моделирование; Технологии современного производства.

1.5 Система оценивания

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Каждое задание оценивается от 10 до 20 баллов. Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60 баллов. Для получения максимального балла за практический этап Конкурса необходимо дать верные ответы на все задания.

2. Обобщённый план конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса

№ задания	Уровень сложности	Темы элективного(ых) курса(ов)	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
1.	базовый	Создание твердых тел и определение их свойств	Создать трехмерную модель по	10

			<p>предоставленным эскизам.</p> <p>Назначить ей указанный материал и определить ее массу</p>	
2.	повышенный	Создание твердых тел и определение их свойств	<p>Выполнить редактирование существующей трехмерной модели.</p> <p>Назначить ей указанный материал и определить ее массу</p>	15
3.	повышенный	Создание твердых тел и определение их свойств	<p>Выполнить создание трехмерной модели по заданному рисунку с размерами.</p> <p>выполнить</p>	15

4.	высокий	Создание сборок деталей	Создать сборку по рисунку и	25
			предоставленным компонентам. В созданной сборке должно осуществлять движение всех компонентов (кроме закрепленных) и недолжно быть их взаимного пересечения	20
			Сумма баллов:	60

3. Демонстрационный вариант конкурсных заданий практического этапа Конкурса

3.1 Пример состава задания практического этапа Конкурса.

Построение и редактирование трехмерных моделей

1 Уровень сложности. Открыть файл **Create 1**. Методом «по сечениям» (лофт) создать трехмерную модель используя элементы **Эскиз 1** и **Эскиз 2**. Используя элементы **Эскиз 3** и **Эскиз 4**, создать вырез на трехмерной модели (Рекомендовано использовать метод «смещения по траектории» (сдвиг). Зеркально отразить вырез на трехмерной модели. Назначить трехмерной модели материал (представлен в таблице 1) и определить ее массу. Пример выполнения задания представлен на рисунке 1. -10 баллов

2 Уровень сложности. Открыть файл **Modify 1**. Увеличить диаметр отверстий на **6мм**. Создать оболочку толщиной **10мм**. Создать скругления с радиусом **4мм** на всех внешних кромках корпуса модели. Назначить трехмерной модели материал (представлен в таблице 1) и определить ее массу. Пример выполнения задания представлен на рисунке 2. -15 баллов.

2 Уровень сложности. Создать трехмерную модель согласно рисунку 3. Назначить трехмерной модели материал (представлен в таблице 1) и определить ее массу. -15 баллов.

3 Уровень сложности. Открыть файл **Assemble 1** (или набор файлов). Создать сборку по рисунку и предоставленным компонентам. В созданной сборке должно осуществляться движение всех компонентов (кроме закрепленных) и не должно быть их взаимного пересечения. Пример выполнения задания представлен на рисунке 4. - 20 баллов

CAD- система\Материал	Задание 1	Задание 2	Задание 3
SolidWorks	Сталь AISI 1020	Сталь ASTM A36	Легированная сталь



Рисунок 1

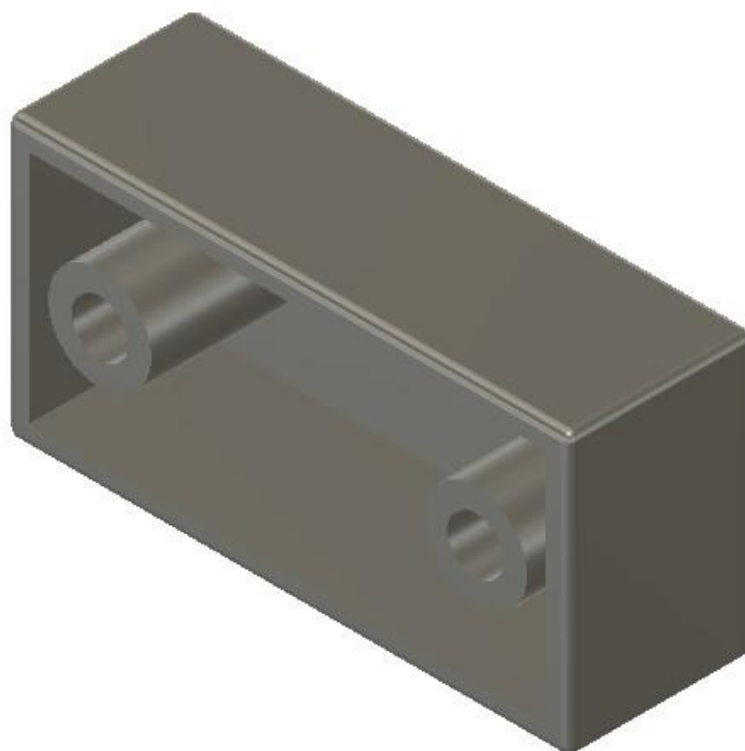


Рисунок 2

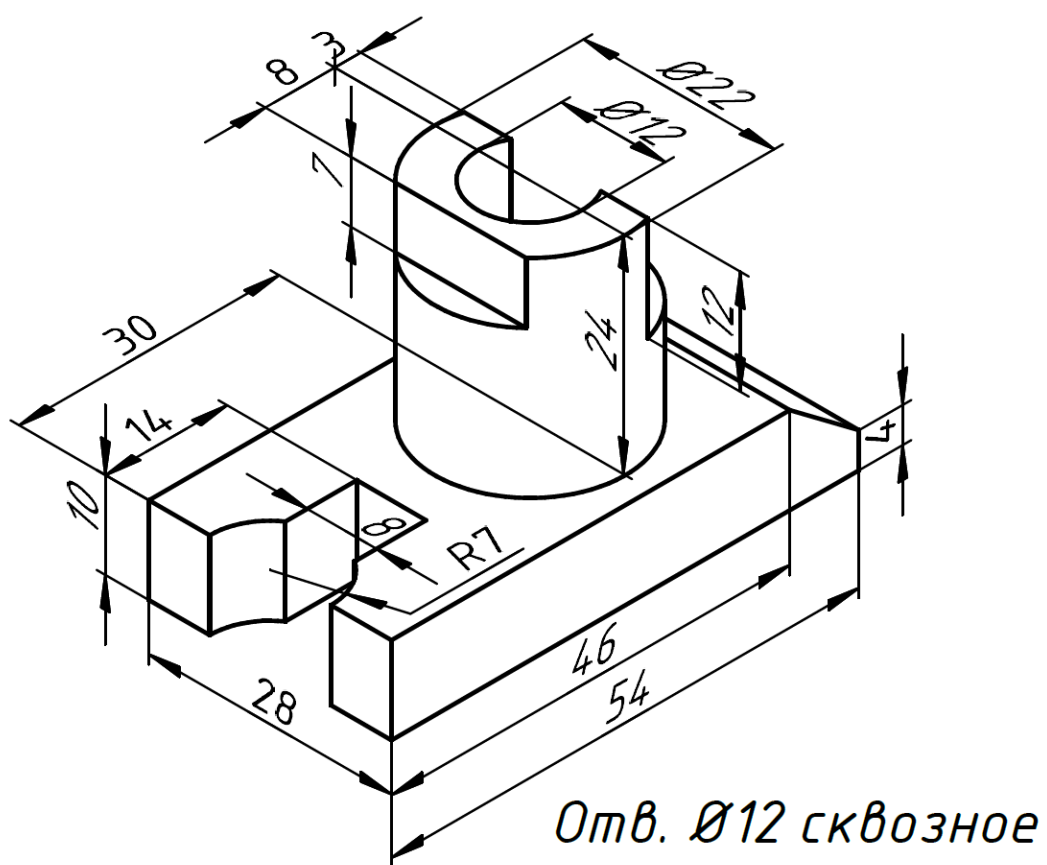


Рисунок 3

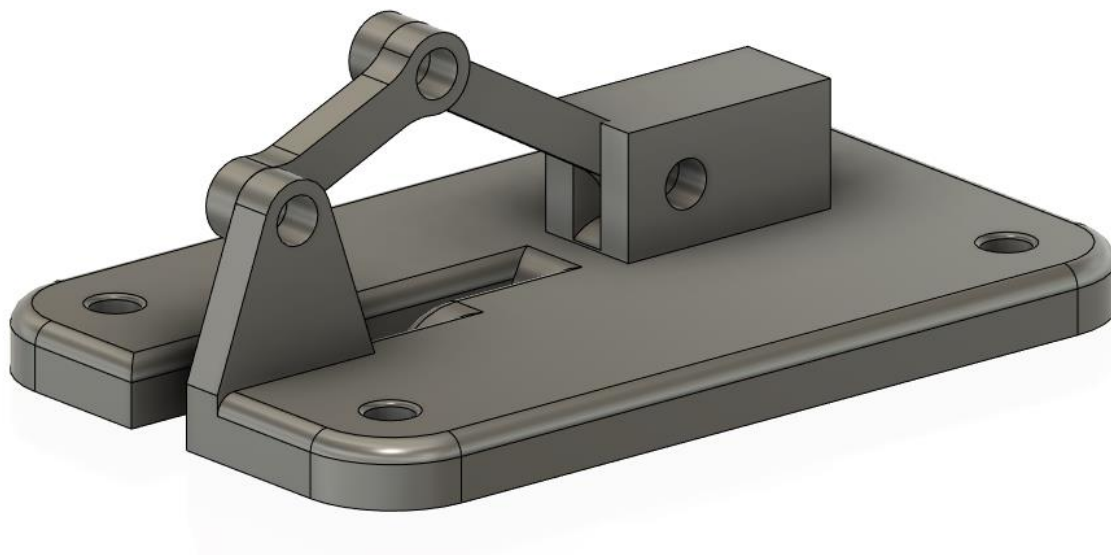


Рисунок 4

4. Критерии снижения оценки выполненных заданий

Критерий	Количество снижаемых баллов
Неправильно задан материал трехмерной модели	2
Неправильно определена масса трехмерной модели	2
При создании трехмерной модели были использованы инструменты, применение которых не требовалось при создании этой модели (Применение инструмента перемещения, создание лишних эскизов и т.д.)	2
Неправильно применены эскизы для создания трехмерной модели	5
Неправильно применены инструменты создания трехмерной модели	5
Неправильно применены инструменты редактирования трехмерной модели	5
Созданная трехмерная модель не соответствует рисунку в задании	5-10
Неправильно созданы зависимости и типы движений сборки	5-10
Созданная сборка не выполняет правильное движение ее компонентов	5
Компоненты сборки пересекают друг друга при движении	5

5. Решение заданий демоварианта в программном комплексе Solid Works

Для работы над заданием необходимо создать на рабочем столе папку, назвать её своими ФИО и разместить там файлы задания. Далее необходимо создать в папке одноименный текстовый файл, в него вы будете записывать результаты измерений в соответствии с заданием.

Прежде, чем приступить к выполнению заданий ознакомимся с приемами работы в SolidWorks.

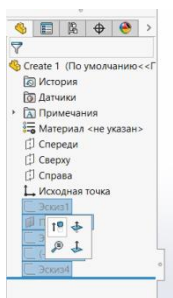


Рисунок 5. Всплывающее меню

Наиболее быстрый доступ к ряду необходимых команд дает всплывающее меню (рис. 5). Всплывающее меню открывается при нажатии на любую кнопку мыши, когда курсор наведен на какой либо геометрический объект, в графическом окне или дереве конструирования. Всплывающее меню содержит основные инструменты для данного объекта.

Ряд действий и инструментов доступны через контекстное меню (рис. 6).

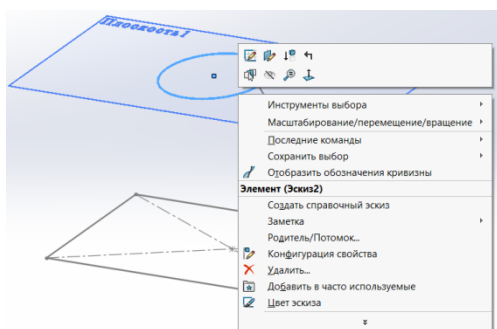


Рисунок 6. Контекстное меню

Контекстное меню открывается при нажатии правой клавиши мыши и его содержимое зависит от того на что указывает или где находится курсор мыши.

Остальные команды находятся во вкладках ленточного интерфейса. Для выполнения заданий вам понадобятся вкладки «Эскиз», «Элементы», «Анализировать» и «Сборка», для работы в файле сборки.

Вкладка «Эскиз» содержит инструменты создания и редактирования эскизов определяющих формы создаваемых тел и отверстий.

Во вкладке «Элементы» находятся инструменты позволяющие создать тела и отверстия.

Вкладка анализировать содержит инструменты оценки размеров и форм объемов и пустот.

Вкладка сборка объединяет инструменты создания и управления виртуальными механизмами.

Для выделения двух и более объектов надо нажать и удерживать клавишу Control.

Выбирать объекты можно в области построений и в «Дереве конструирования».

«Дерево конструирования» - иерархическая структура содержащая сведения об исходных настройках файла и порядке создания модели. Д.к. расположено в первой вкладке панели управления (рис. 7)

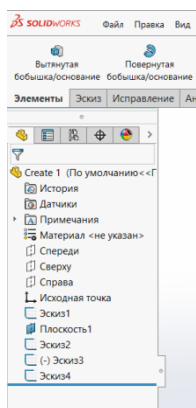


Рисунок 7. Дерево конструирования

Если вы включили инструмент вкладки «Элемент» ленточного интерфейса, для выбора эскизов можно использовать плавающее дерево конструирования. Оно появляется в левом верхнем углу графической области, когда активизируется «Менеджер свойств» (вторая вкладка панели управления рис. 8).

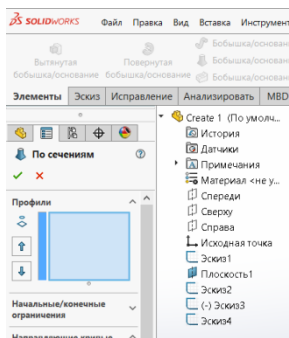


Рисунок 8. Плавающее дерево конструирования

В SolidWorks вы получите одинаковый результат если сначала включите инструмент, а потом укажете эскизы и если сначала выберете эскизы, а потом включите инструмент.

Откроем файл необходимый для выполнения первого задания (Create 1). Сделаем видимыми эскизы, содержащиеся в этом файле. Выделим эскизы в дереве конструирования и выберем команду «Высветить» во всплывающем меню (рис. 5). Выделим в дереве конструирования эскизы 1 и 2 и включим инструмент «По сечениям» во вкладке «Элементы» рис. 9

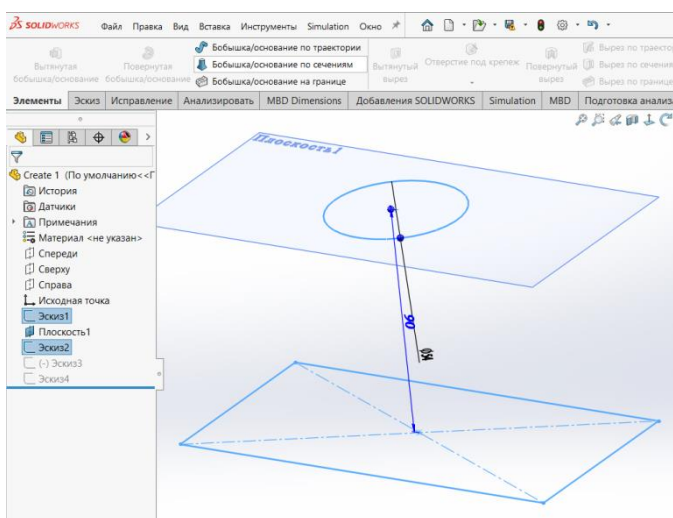


Рисунок 9. Создание тела по сечениям

Тело по двум сечениям создается методом линейной интерполяции. Будущее тело отображается в режиме предпросмотра. Необходимо подтвердить его создание, нажав зеленую галочку в Менеджере свойств, графической области или в контекстном меню.

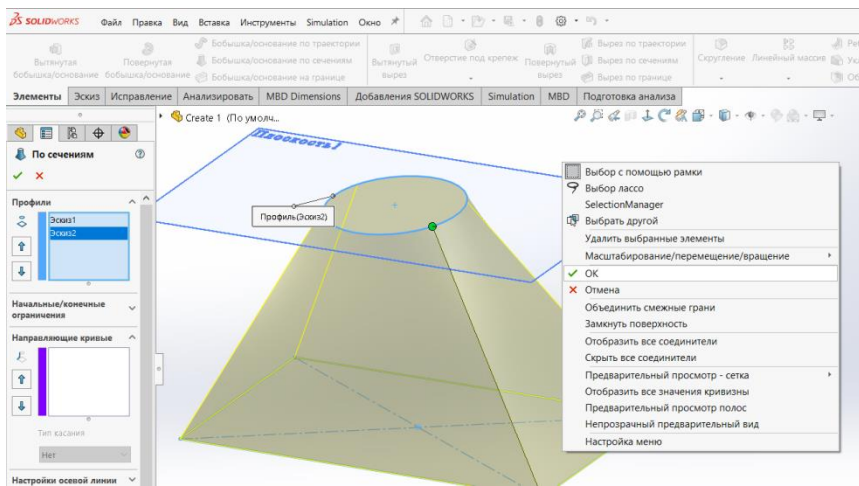


Рисунок 10. Подтверждение создания тела по сечениям

Для создания выреза по траектории необходимо использовать одноименный инструмент вкладки «Элементы». Порядок использования инструмента аналогичен первому. Необходимо выделить эскизы 3 и 4 и включить инструмент «Вырез по траектории» (рис. 11).

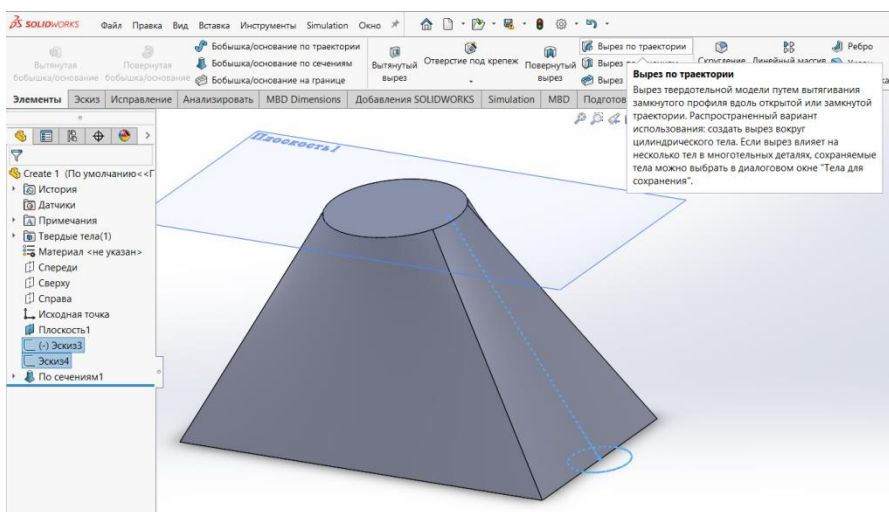


Рисунок 11. Создание выреза по траектории

Программа автоматически распознает, какой эскиз является режущим контуром, а какой играет роль траектории. В случае ошибки настройки можно скорректировать (рис. 12).

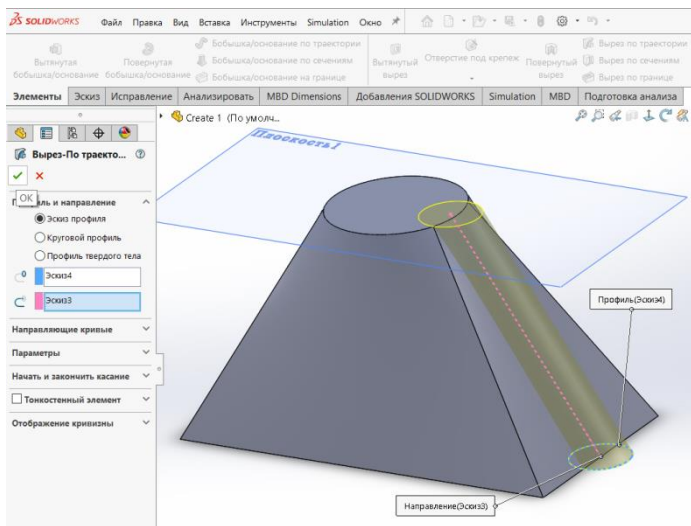


Рисунок 12. Вырез по траектории

Зеркальное отображение объектов – операция создания симметричных элементов конструкции модели. Для выполнения операции необходимо указать плоскость симметрии и набор копируемых элементов (рис. 13). Элементы для зеркального отображения можно выбирать в дереве конструирования или в графической области «щелкнув курсором» на поверхности элемента.

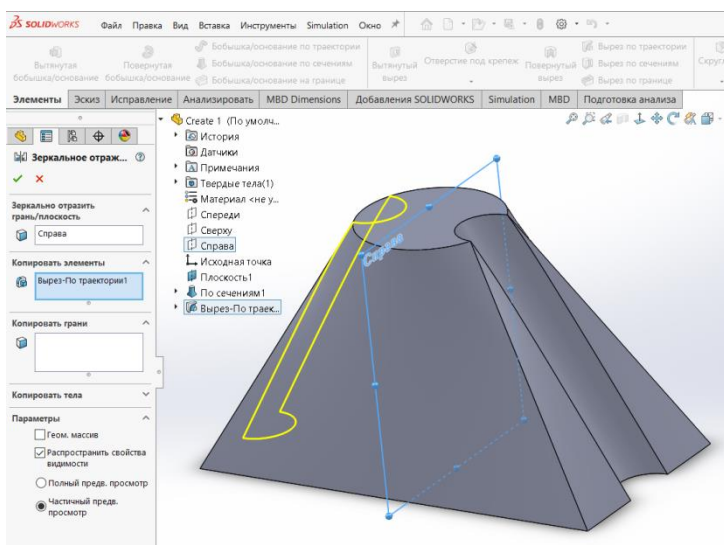


Рисунок 13. Зеркальное отражение

Материал модели выбирается из библиотеки материалов входящей в стандартный набор SolidWorks. Включить просмотр библиотеки можно, вызвав контекстное меню ветви «Материал» «Дерева конструирования» модели (рис. 14). В открывшемся диалоговом окне надо выбрать библиотеку «solidworks materials»,

раздел «сталь» установить курсор на требуемую марку стали и нажать кнопку «Применить» (рис. 15). Далее окно можно закрыть любым удобным способом.

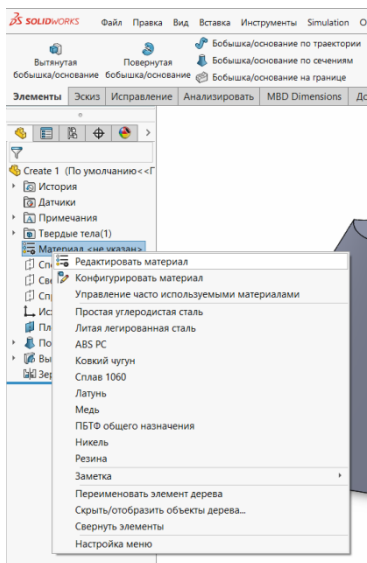


Рисунок 14. Контекстное меню ветви «Материал» «Дерева конструирования» модели

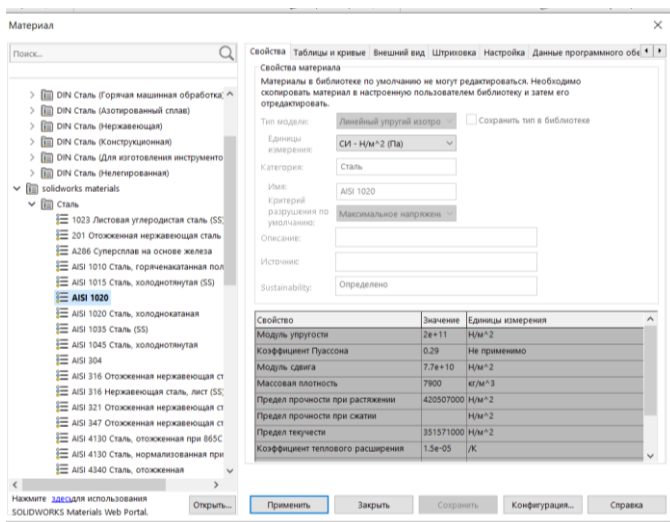


Рисунок 15. Выбор материала модели

Массу детали определяет инструмент «Массовые характеристики» расположенный во вкладке «Анализировать» ленты. Единицы измерения массы по умолчанию соответствуют единицам измерения файла. Изменить их можно через меню настройки единиц измерения в правом нижнем углу окна программы (рис. 16).

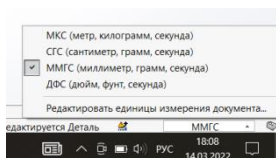


Рисунок 16. Настройка единиц измерения

В файл ответов необходимо записать массу модели в граммах. Файл содержащий модель сохранить присвоив ему имя: ФИО Задание 1.

Во второй задаче необходимо модифицировать модель уже имеющуюся во втором файле.

Эскизы, формирующие модель определены размерами, поэтому для выполнения первого задания задачи необходимо изменить значение размера отверстия. Сделать это можно в режиме редактирования эскиза элемента «Вырез вытянуть» или прямым редактированием размера. Для того, чтобы размеры стали видны надо выделить элемент или его эскиз в дереве конструирования или в графической области (рис. 17).

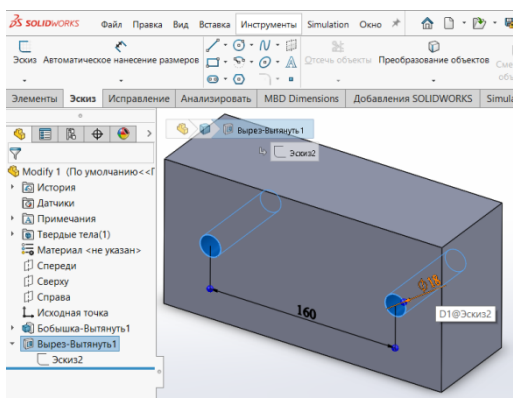


Рисунок 17. Размеры эскиза

Перейти в режим редактирования размера можно выполнив одинарный или двойной клик на значении размера. Необходимую величину приращения можно прибавить к значению размера (рис. 18) и подтвердить действие нажав кнопку Enter. Если деталь не перестроилась автоматически нужно нажать кнопку с изображением светофора или горячие клавиши Ctrl+B.

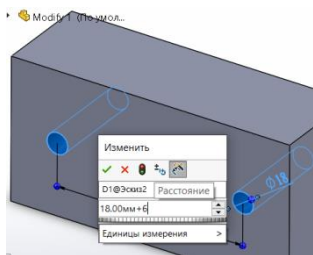


Рисунок 18. Изменение размера

Для создания оболочки используется одноименный инструмент размещенный во вкладке «Элементы». Чтобы убрать некоторые грани модели их нужно добавить в список удаляемых граней в менеджере свойств инструмента «Оболочка» (рис.19).

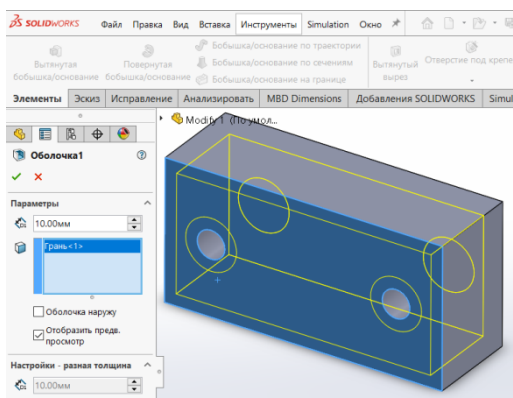


Рисунок 19. Создание оболочки

Для добавления скруглений в модель нужно включить соответствующий инструмент вкладки «Элементы» и последовательно указать курсором скругляемые объекты. Выбирать можно кромки и грани. При выборе грани будут скруглены все кромки принадлежащие этой грани. Всего должно быть скруглено 12 кромок, их можно выбрать, указав 4 грани.

После выполнения всех заданий по модифицированию, модели нужно присвоить материал, определить ее массу в граммах и записать результат в файл ответов.

Третье задание в каждом билете выполняется на основе представленного изображения. Изображение для нашего примера расположено на рисунке 3.

Деталь нужно мысленно разбить на простые формы, которые могут быть получены методом вытягивания.

Эскизы должны быть привязаны к системе координат файла, их положение в пространстве должно быть полностью определено. Для этого необходимо использовать геометрические и размерные взаимосвязи. Полностью определенный эскиз черного цвета (рис. 19). Чтобы не делать лишней работы плоскости для создания эскизов следует выбирать опираясь на точки привязки размеров детали, в эскизах и при построении тел следует использовать те размеры, которые даны на рисунке.

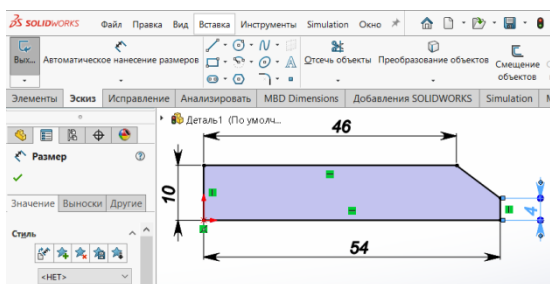


Рисунок 19. Эскиз основания

Поскольку деталь имеет симметричное основание его нужно создавать методом от средней плоскости (рис. 20).

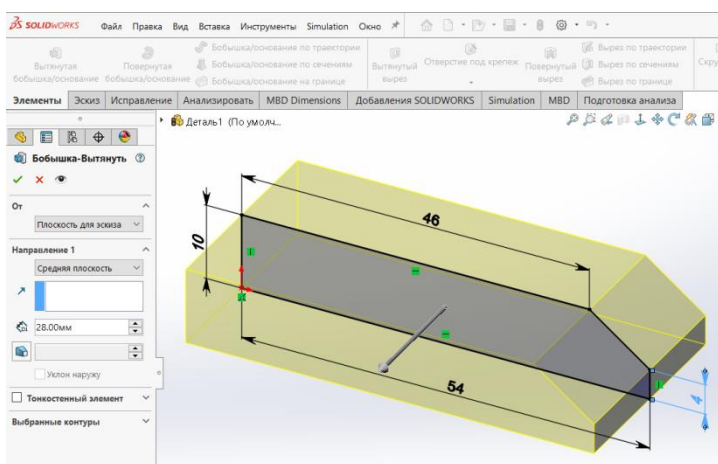


Рисунок 20. Создание тела вытягивания

Для размещения эскиза подходит любая горизонтальная плоскость, например верхняя поверхность основания. Эскиз выреза основания представляет комбинацию окружности и прямоугольника. Для удаления из контура внутренних линий можно воспользоваться инструментом «Отсечь объекты» вкладки «Эскиз». Для привязки эскиза можно использовать взаимосвязи, накладываемые на пары точек или осевую линию (рис. 21).

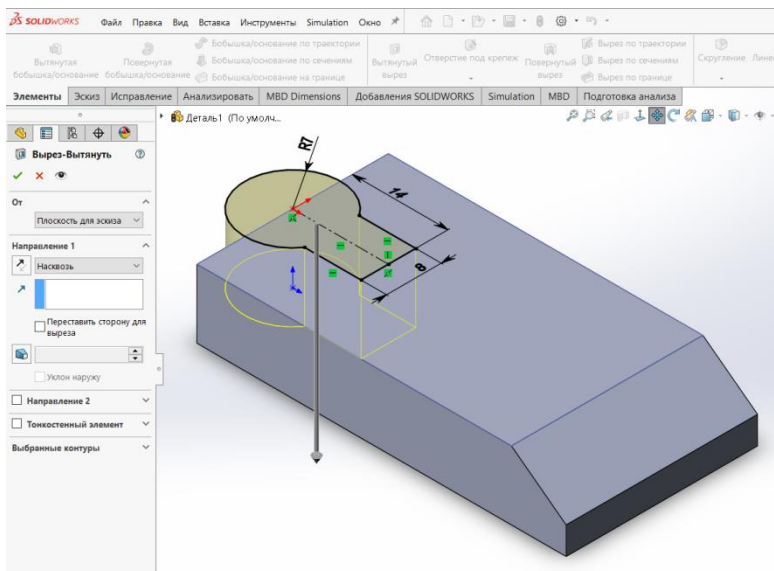


Рисунок 21. Вырез основания

Эскиз цилиндрического выступа в соответствии с рекомендациями также размещаем на верхней поверхности основания и вытягиваем на расстояние обозначенное размером на рисунке 3.

Один эскиз может быть использован несколько раз для создания тел и вырезов, поэтому для трех вырезов сделаем эскиз, созданный на верхней поверхности цилиндра уже известными приемами (рис. 22).

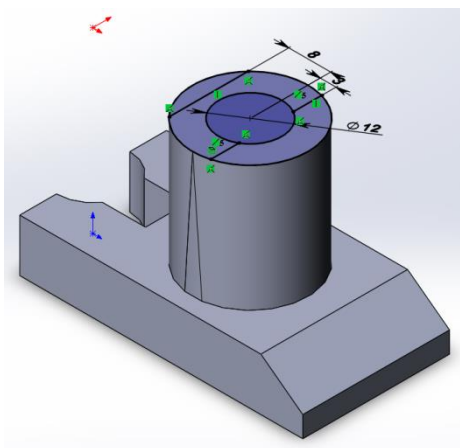


Рисунок 22. Многоконтурный эскиз для создания вырезов

Вырезы детали создаются на разную глубину, поэтому они должны создаваться по отдельности. При использовании многоконтурного эскиза необходимо выбрать нужный контур или контуры (рис. 23). элементом.

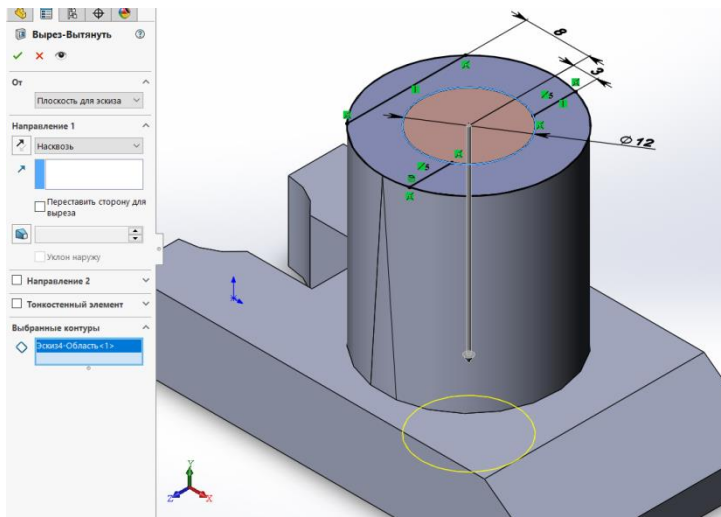


Рисунок 23. Создание выреза многоконтурным эскизом

Эскиз ассимилируется первым созданным и для повторного использования эскиза нужно выделить его в дереве конструирования (рис. 24).

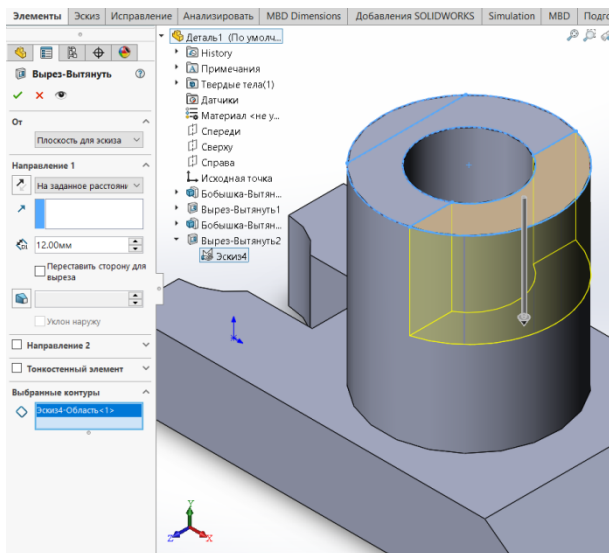


Рисунок 24. Повторное использование эскиза для выреза

Аналогичным образом в модель добавляется третий вырез, после этого модели нужно присвоить материал, определить ее массу в граммах и записать результат в файл ответов.

Четвертая задача заключается в сборке механизма из деталей. Детали уже добавлены в файл сборки и расположены там, в случайном порядке. Собрать механизм в соответствии с заданием, можно только накладывая взаимосвязи на детали. Первым действием следует зафиксировать основание. Для этого надо выбрать команду «Зафиксированный» в контекстном меню детали (рис. 25)

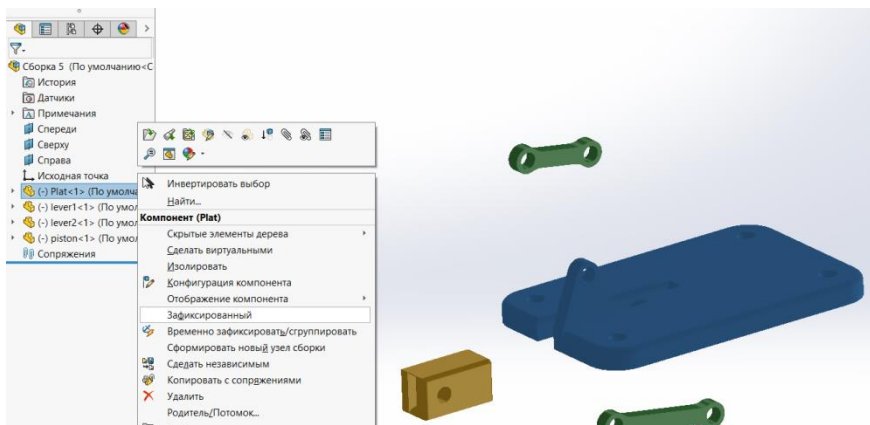


Рисунок 25. Ограничение подвижности основания

Далее можно собирать механизм, используя инструмент «Условия сопряжения» из вкладки «Сборка». Накладывать взаимосвязи можно на различные объекты, такие как кромки, вершины, грани, но я рекомендую сопрягать однотипные объекты, например, грани с гранями, линии с линиями. Для обеспечения подвижности механизма можно использовать два типа сопряжения: «Концентричность» для цилиндрических граней (рис.26) и «Совпадение» для плоских граней (рис. 27). Если во взаимосвязи «Концентричность» не включено ограничение вращения, рычаг свободно вращается вокруг оси цилиндрической грани.

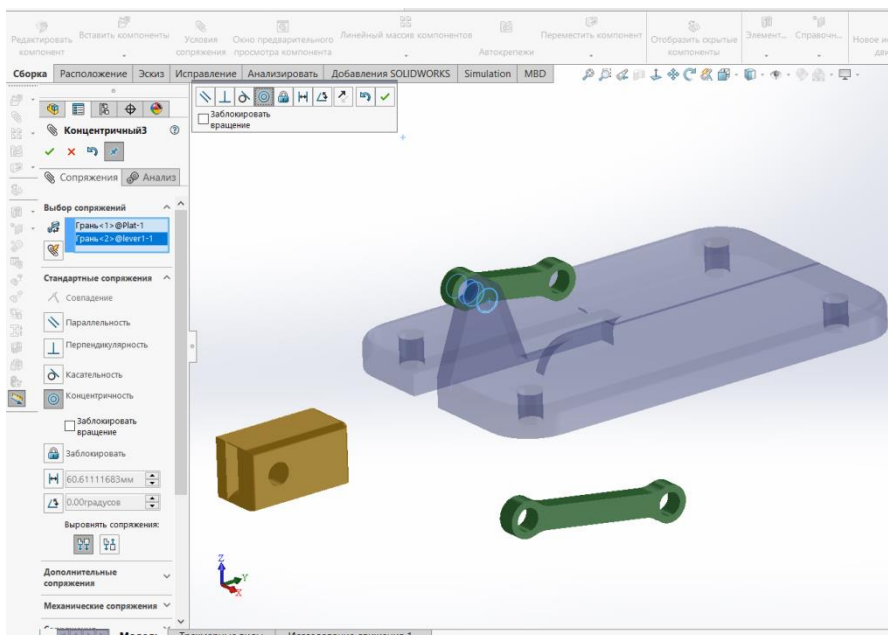


Рисунок 26. Наложение взаимосвязи Концентричность

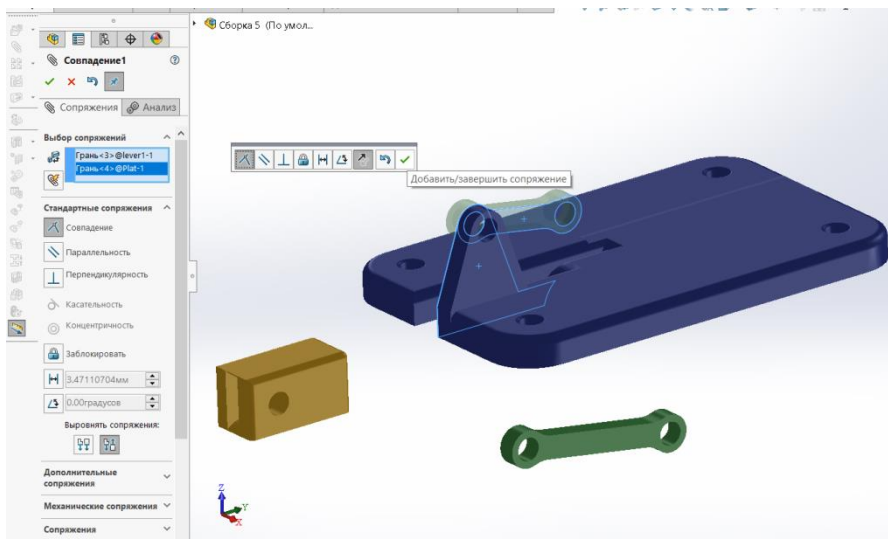


Рисунок 26. Наложение взаимосвязи Совпадение

Взаимосвязь «Совпадение» установленная для плоских граней допускает плоскопараллельные перемещения деталей друг относительно друга, включая также относительное вращение.

После того как механизм собран необходимо выполнить второе задание четвертой задачи: детали механизма не должны пересекаться.

Наличие взаимного проникновения деталей можно определить, используя инструмент «Проверка интерференции» (рис. 27)

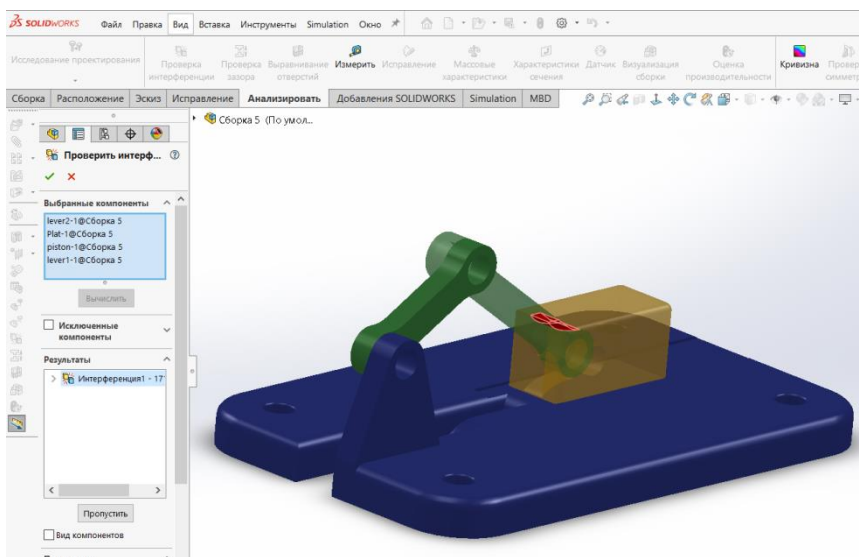


Рисунок 27. Проверка интерференции в сборке

Ограничить подвижность механизма можно, задав пределы перемещения одного из звеньев кинематической цепи. Лучше всего для этой задачи подходит короткий

шатуна. Пределы подвижности удобнее всего задать относительно вертикальной плоскости или некоторых наклонных поверхностей станины. Определить предельные допустимые углы поворота малого шатуна можно при помощи инструмента перемещения компонентов сборки. Один из режимов работы этого инструмента «Определение конфликтов». При включенной опции «Остановить при конфликте» детали можно перемещать при помощи мыши, но движение деталей останавливается в тот момент, когда поверхности каких либо двух деталей соприкасаются (рис. 27).

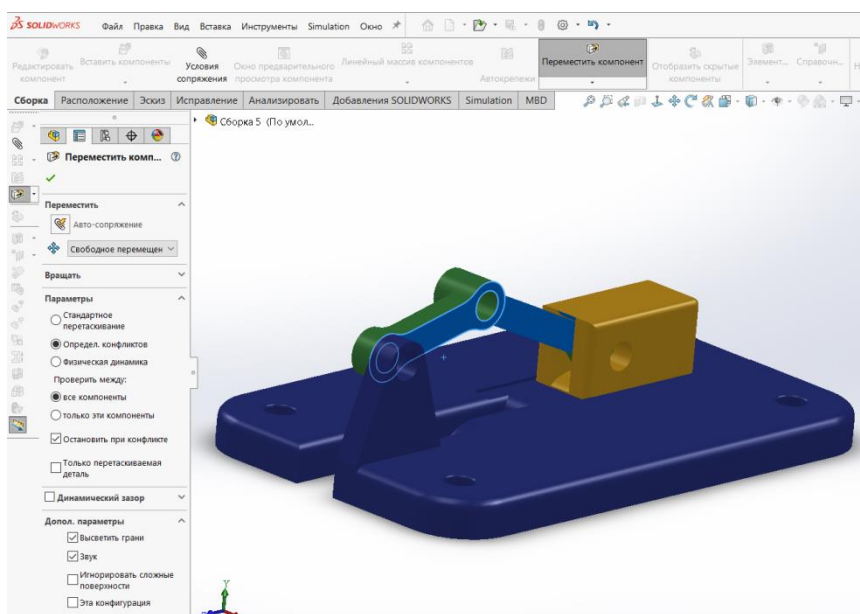


Рисунок 28. Определение конфликтов в сборке

Когда движение сборки остановилось нужно определить угол между двумя плоскостями, например так как это показано на рисунке. Инструмент «Измерить» находится во вкладке «Анализировать» Результат измерения – предельное значение угла поворота малого шатуна относительно выбранной плоскости (рис.29).

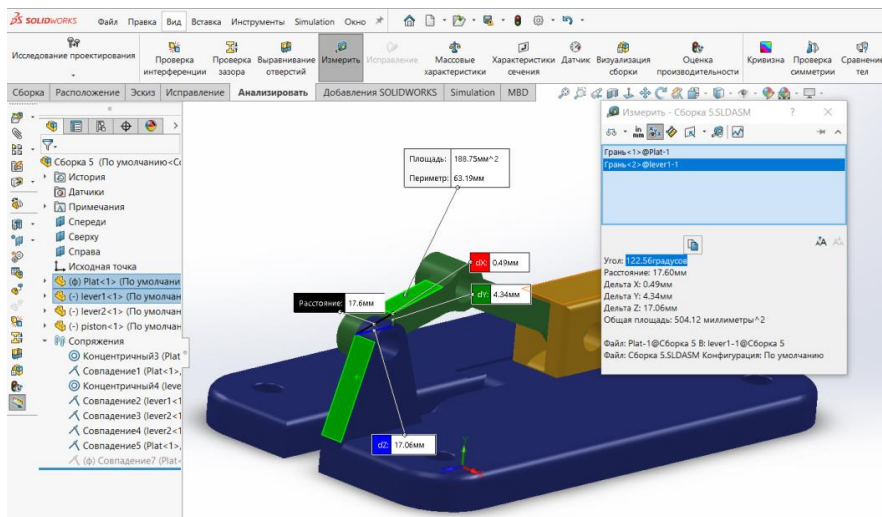


Рисунок 29. Измерение предельного угла поворота малого шатуна

Аналогичным образом определяется второе значение предельного угла поворота малого шатуна относительно выбранной поверхности. Значения угла нужно хорошо запомнить, а лучше записать.

Далее для ограничения подвижности механизма надо включить инструмент «Условия сопряжения» из вкладки «Сборка», в менеджере свойств инструмента открыть список дополнительных сопряжений и включить сопряжение «Предельный угол» указать сопрягаемые поверхности и ввести измеренные значения предельных углов, округлив больший угол в меньшую сторону, а меньший угол в большую сторону (рис. 30).

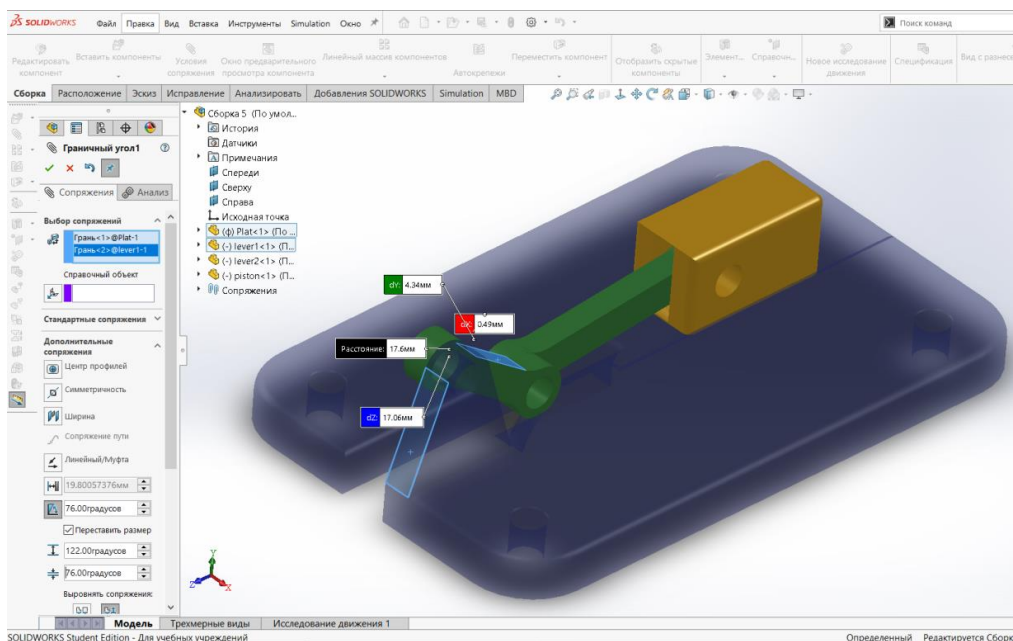


Рисунок 30. Настройка дополнительного сопряжения

Если поверхности при вводе значений углов встали не правильно, воспользуйтесь кнопками выравнивания сопряжения и опциональной кнопкой «Переставить размер» Комбинируя эти инструменты, возможно добиться правильного положения шатуна относительно станины.

Подтвердите действие, нажав зеленую галочку, проверьте сборку на интерференцию в крайних положениях шатуна, сохраните файл в папке.

Выполнение задания завершено.

После выполнения всех заданий необходимо проверить, что в рабочей папке есть текстовый файл с числовыми ответами и 4 файла SolidWorks с выполненными заданиями.

Если практическая часть конкурса проходит очно, то члены комиссии проверяют ответы и скачивают модели для проверки.

Если экзамен проводится дистанционно, то вам необходимо архивировать рабочую папку и загрузить в систему, в которой вам был предоставлен билет.

6. Список источников информации

1. Применение современных инженерных инструментов для конструирования: метод. указания / А.Е. Кривенко, С.Г. Губанов, О.Л. Дербенева, В.В. Зотов. – Москва: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2021. – 43 с.
2. Образовательный портал Knowledge Network. __