

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**  
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
им. проф. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

---

**М.А. Ханмамедов, Д.Д Капралов, А.О. Ушкань**

# **Лабораторные работы по 3D моделированию деталей РЭС в программном продукте SolidWorks**

**Методические рекомендации**

**СПб ГУТ)))**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2018**

## Лабораторная работа №1

Цель: научиться использовать операции «Вытянутая бобышка», «Резьба», «Вытянутый вырез».

Создадим винт М3, используя простейшие операции SolidWorks.

1. Создадим деталь при помощи функции **Файл – Новый – Деталь**.
2. Выберем рабочую плоскость «**Спереди**» в дереве моделей, как указано на рисунке 1.

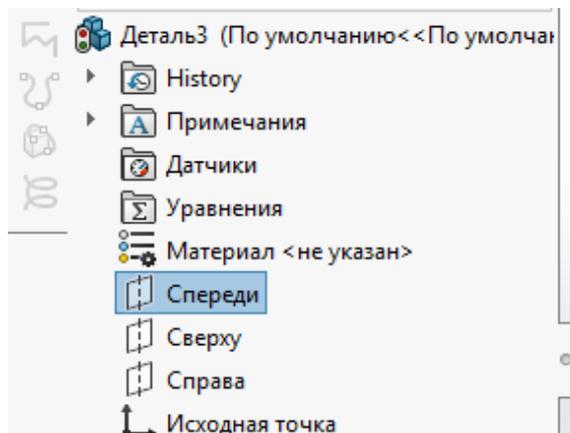


Рисунок 1 – выбор рабочей плоскости

3. Войдем в режим эскиза при помощи кнопки «**Эскиз**» на вкладке «**Эскиз**». Рисунок 2.

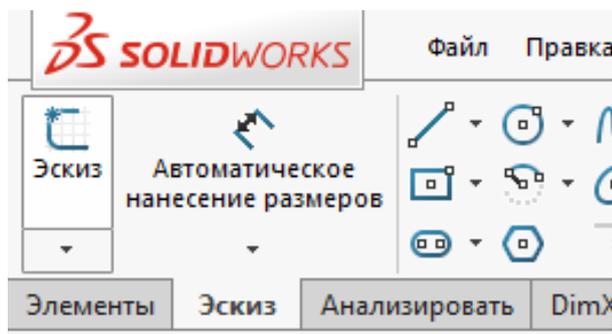


Рисунок 2 – режим эскиза

4. На панели свойств видов выбрать вид спереди или нажать **Ctrl+1** по умолчанию. Рисунок 3.

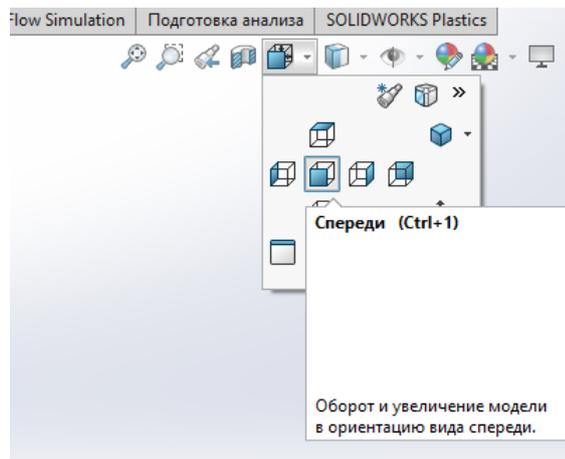


Рисунок 3 – выбор вида

5. На панели операций выбрать элемент «**Окружность**». Рисунок 4.

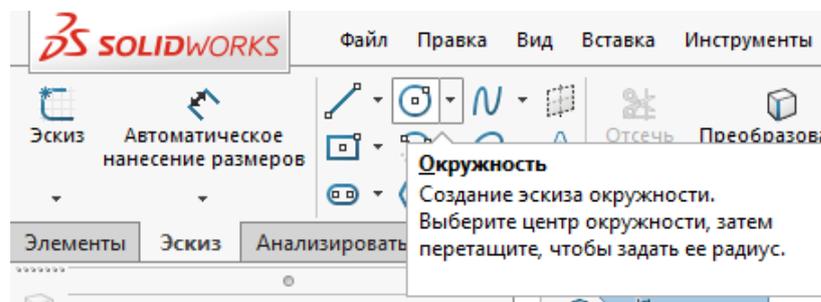


Рисунок 4 – выбор инструмента «Окружность»

6. Щелкнуть в начало координатной оси и построить окружность радиусом 2,75 мм, как показано на рисунке 5.

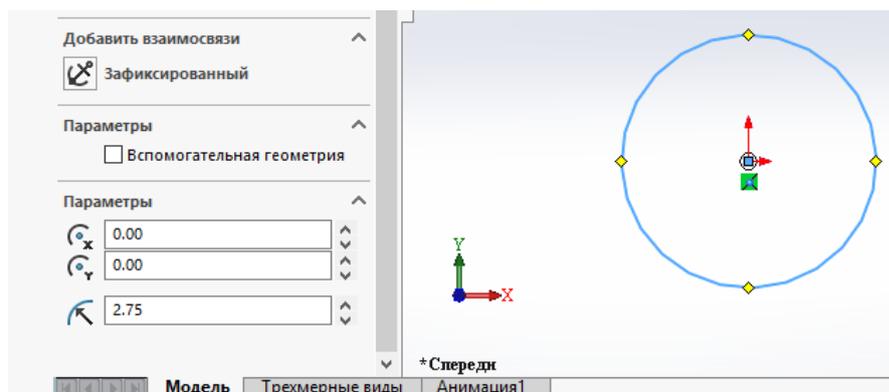


Рисунок 5 – создание окружности

7. Выйти из режима эскиза путем нажатия кнопки «**Выход из эскиза**» или  в правом верхнем углу рабочей области.

8. Выбрать созданный эскиз в дереве моделей и нажать на инструмент «Вытянутая бобышка/основание» на панели инструментов «Элементы» как на рисунке 6.

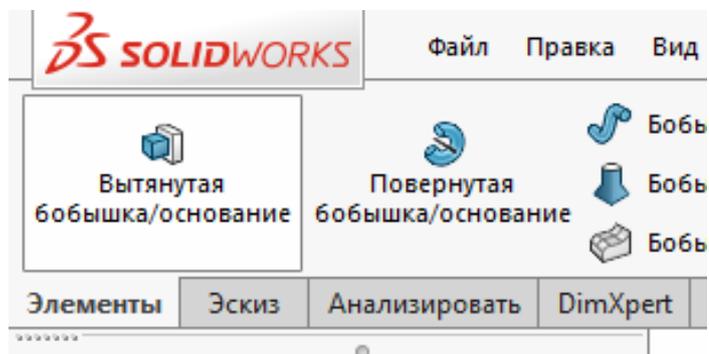


Рисунок 6 – выбор инструмента «Вытянутая бобышка/основание»

9. Вытянуть эскиз на 2 мм и нажать на  в правом верхнем углу экрана. Рисунок 7.

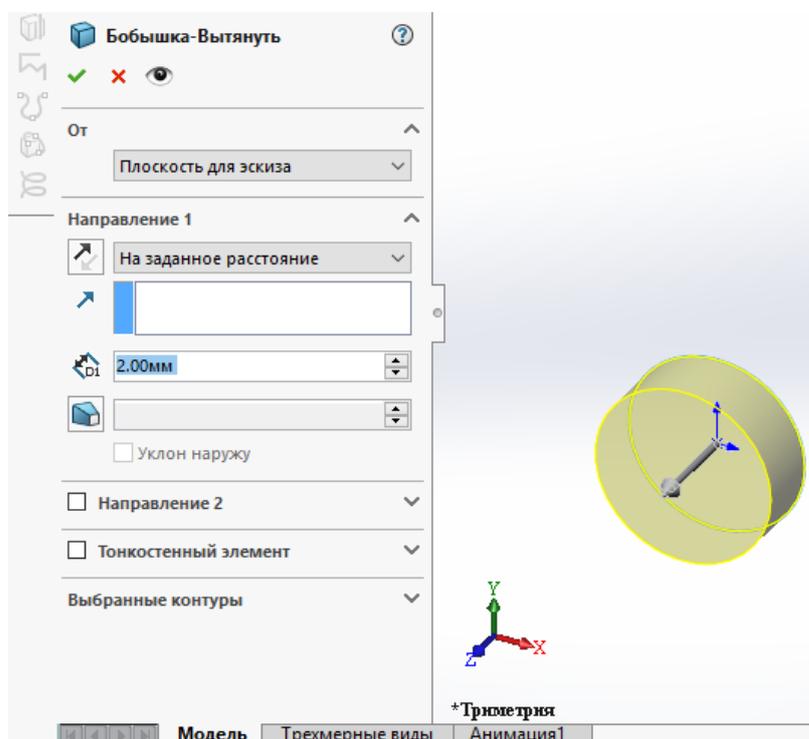


Рисунок 7 – выполнении операции вытягивания

10. Выбрать вид сзади на панели свойств видов (см. п. 4) или нажать Ctrl+2. Выбрать в качестве рабочей плоскости заднюю грань и войти в режим эскиза. Рисунок 8.

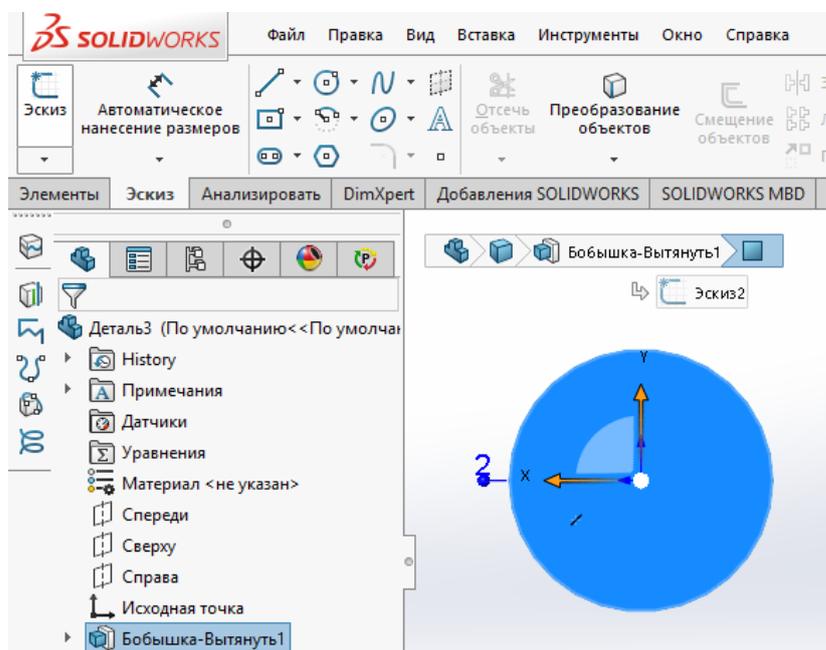


Рисунок 8 – выбор задней грани

11. Начертить окружность из центра радиусом  $R=1.5$  мм. Рисунок 9.

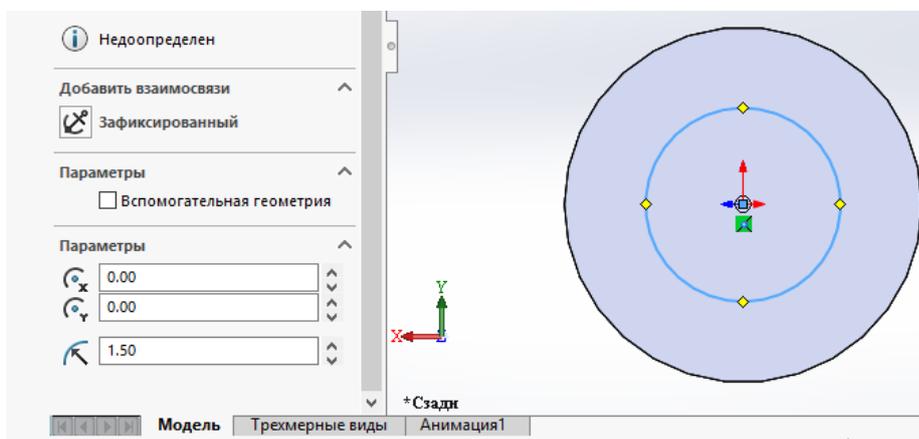


Рисунок 9 – создание окружности на задней грани

12. Выйти из режима эскиза, нажав на конопку «Выход из эскиза». Выбрать созданный эскиз и применить к нему операцию «Вытянутая бобышка/основание». Задать длину стержня  $l=10$  мм. Рисунок 10.

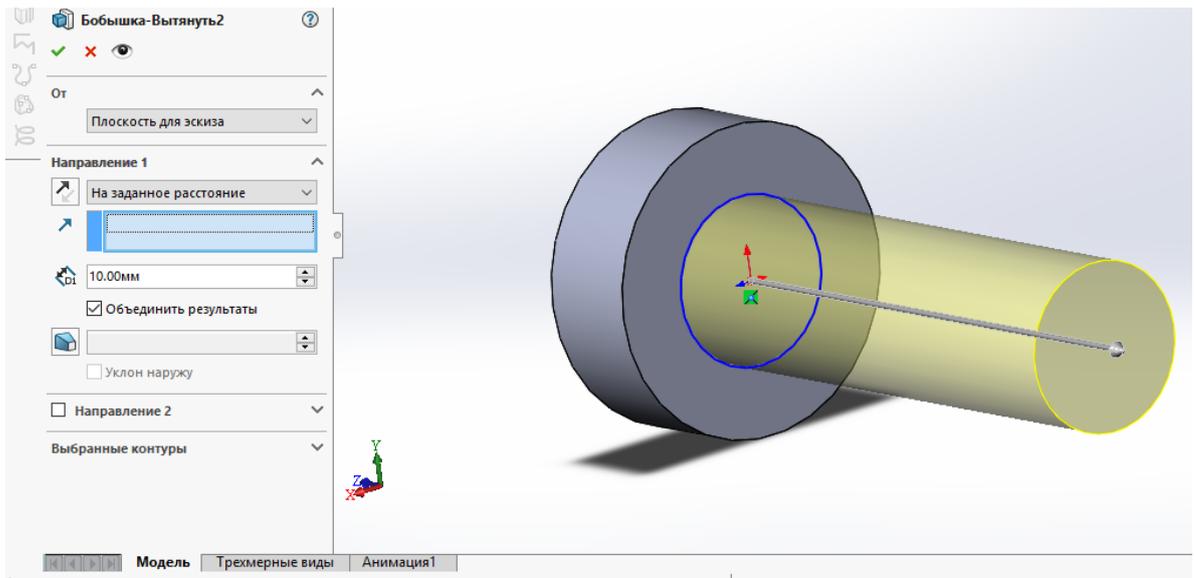


Рисунок 10 – вытягивание стержня

13. На панели закладок выбрать **Вставка – Элементы – Резьба**.  
Рисунок 11.

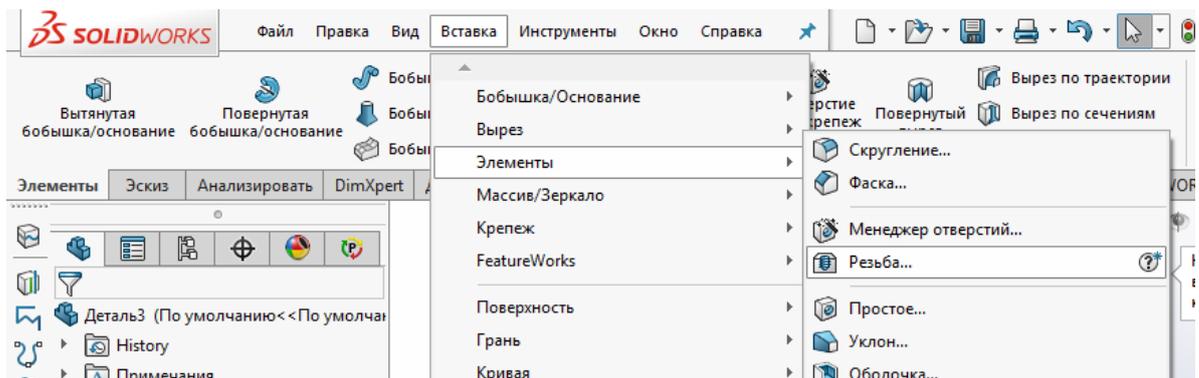


Рисунок 11 – выбор элемента «Резьба»

14. Выбрать нижнюю кромку, подсвеченную на рисунке 12 и задать следующие параметры:

1. Граничное условие: на заданное расстояние 9 мм.
2. Технические условия – тип: Metric Die.
3. Размер: M3x0.5 (при необходимости значения можно вести вручную, нажав на соответствующие значки диаметра и шага).
4. Метод резьбы: вытянуть резьбу.

5. Зеркальный профиль – отобразить по горизонтали

6. Параметры резьбы: правая резьба

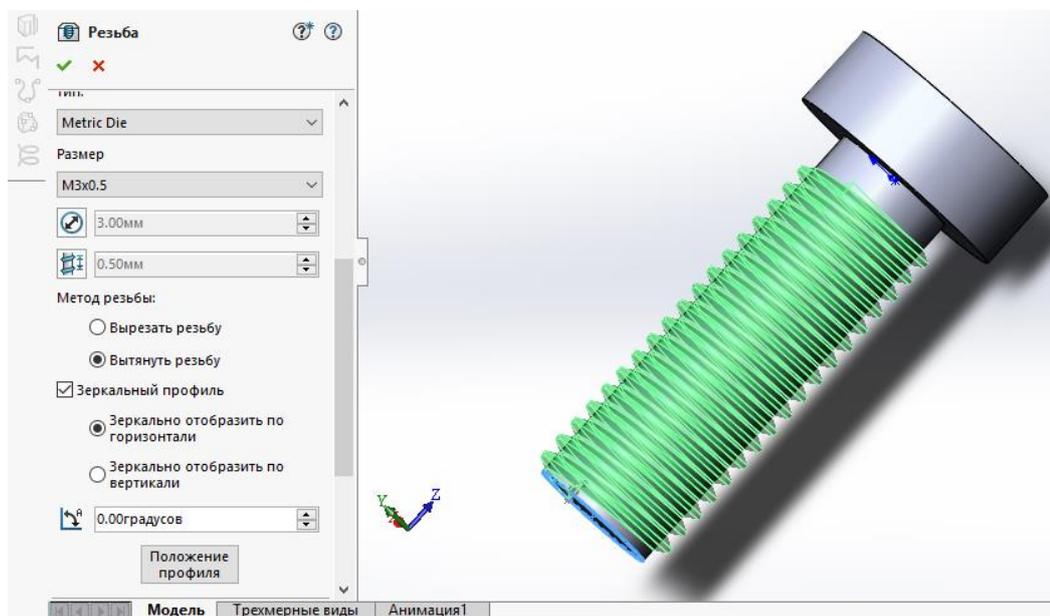


Рисунок 12 – создание резьбы

15. Выбрать вид спереди, выделить переднюю грань головки и войти в режим эскиза.

16. Выбрать инструмент прямоугольник и из выпадающего списка нажать на «**Прямоугольник из центра**». Рисунок 13.

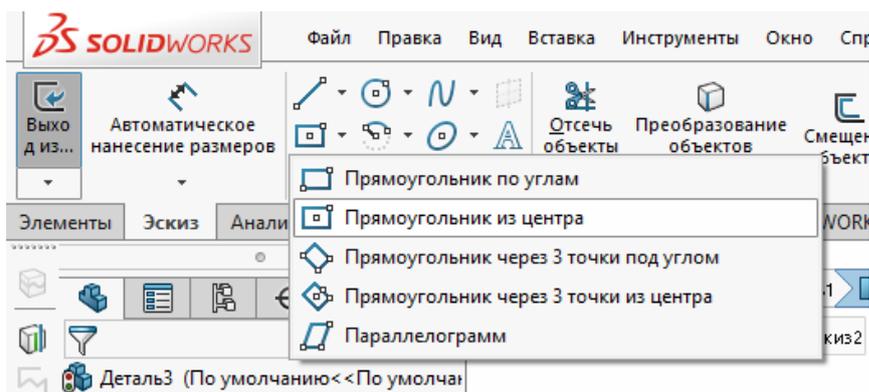


Рисунок 13 – выбор инструмента «Прямоугольник из центра»

17. На передней грани начертить два перпендикулярных друг другу прямоугольника, щелкнув в начало координатной оси. Выбрать инструмент «**Автоматическое нанесение размеров**» на панели инструментов и

обозначить размеры сторон прямоугольников 0.5 мм и 4.3 мм согласно рисунку 14.

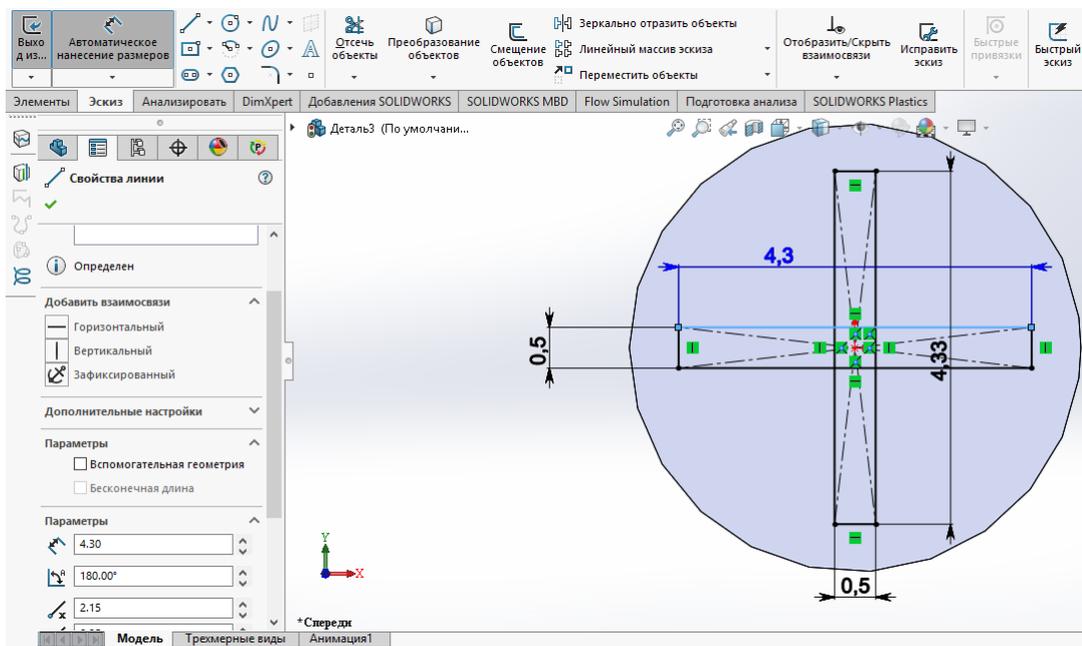


Рисунок 14 – автоматическое нанесение размеров

18. На панели инструментов выбрать «Отсечь объекты» и удалить лишние элементы, чтобы контуры не пересекались и выйти из режима эскиза. Рисунок 15.

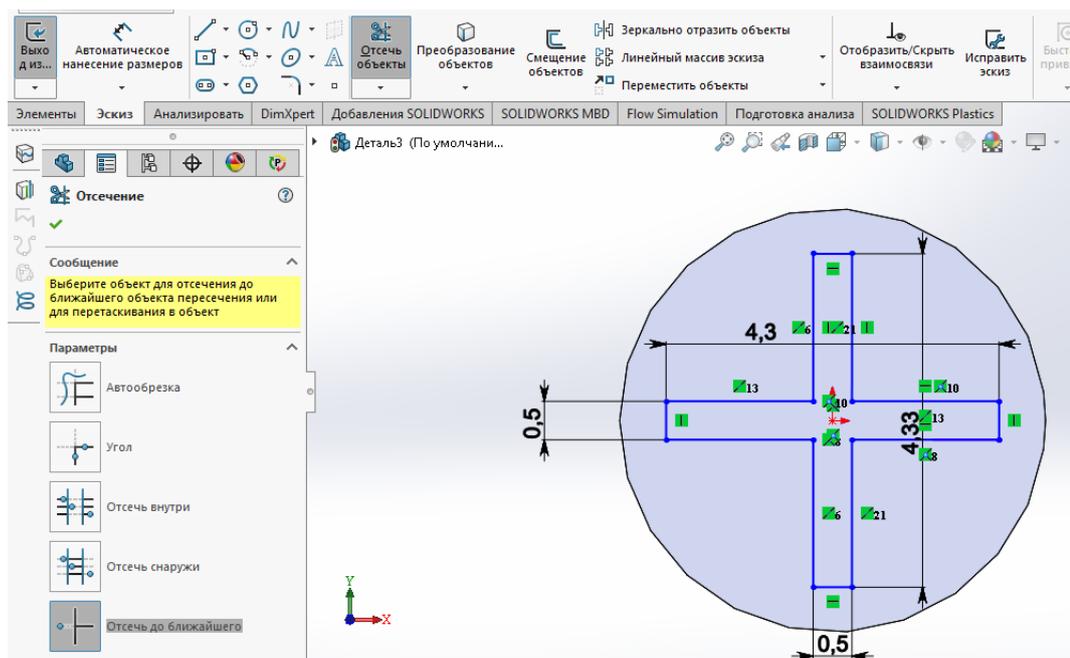


Рисунок 15 – отсекание лишних объектов

19. Выделить созданный эскиз в дереве моделей. На панели инструментов «Элементы» выбрать функцию «Вытянутый вырез». Рисунок 16.

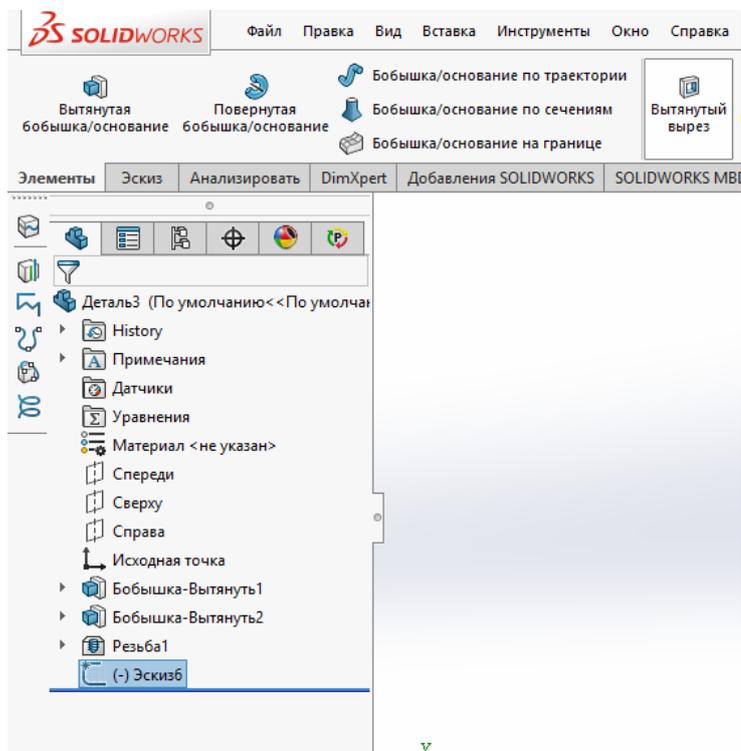


Рисунок 16 – вытянутый вырез

20. Вырезать отверстие на 1 мм, как показано на рисунке 17. Закончить операцию.

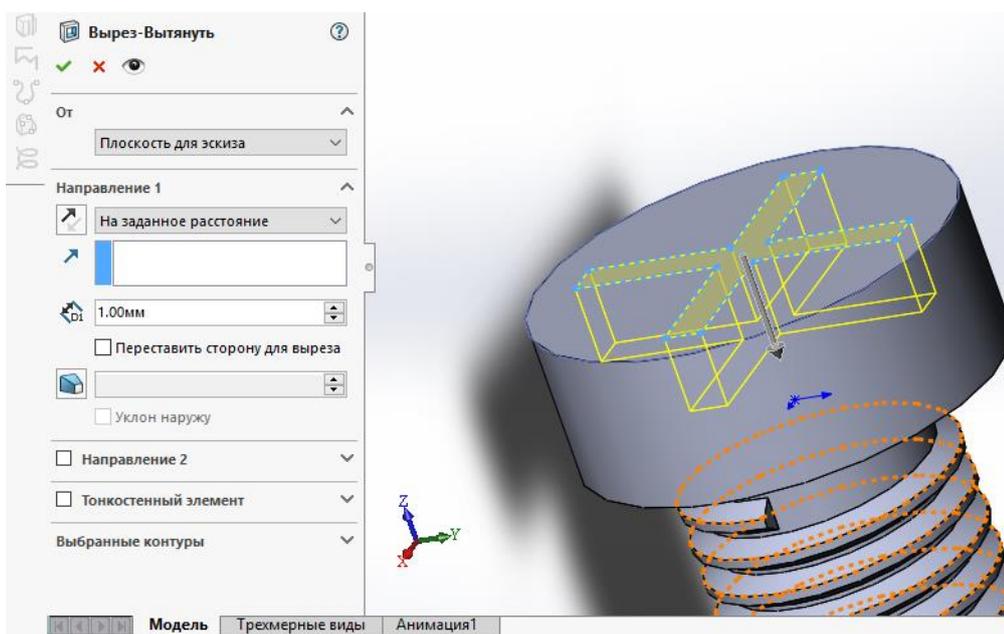


Рисунок 17 – создание шлица.

21. На панели инструментов «Элементы» выбрать операцию «Скругление» и выделить грани согласно рисунку 18. Радиус скругления равен 2 мм. Закончить операцию.

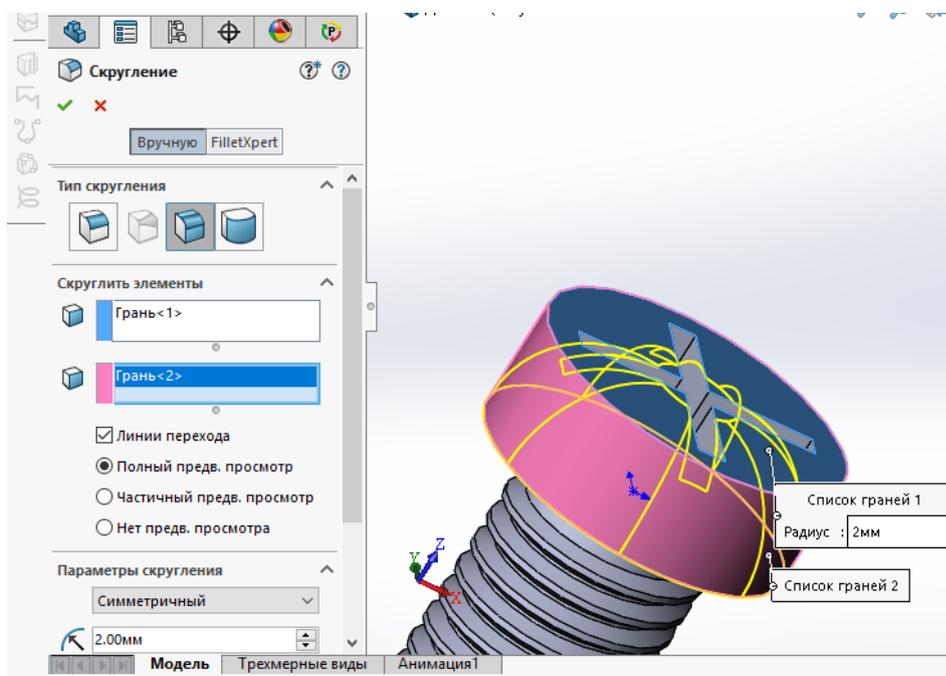


Рисунок 18 – скругление головки

22. Сохранить деталь под именем «Винт М3», нажав Файл – Сохранить. Результат можно увидеть на рисунке 19.

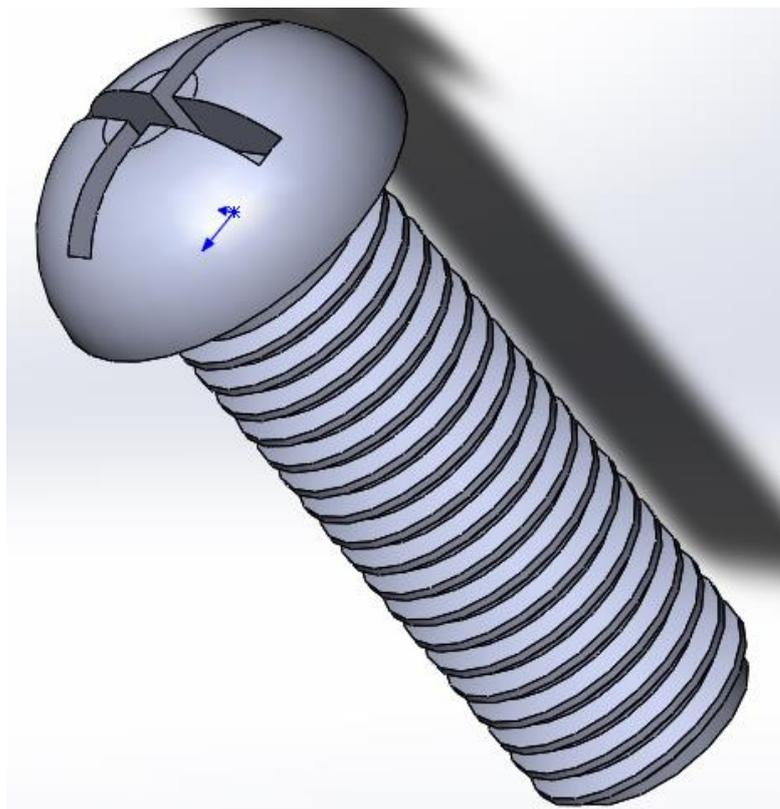


Рисунок 19 – итоговый результат проектирования.

Вывод: были изучены простейшие операции SolidWorks «**Вытянутая бобышка**», «**Резьба**», «**Вытянутый вырез**».

## Лабораторная работа №2

Создадим электролитический конденсатор К50-35, используя операции SolidWorks.

1. Создать новую деталь (Файл – Создать - Деталь).
2. В качестве рабочей области выберем вид справа. На панели видов также выберем ориентацию справа (или сочетание клавиш Ctrl+4)
3. Войдем в режим эскиза. Нарисовать эскиз, как показано на рисунке 1. Для создания осевой линии выберем инструмент «Осевая линия» на панели эскиза во вкладке «Линия».

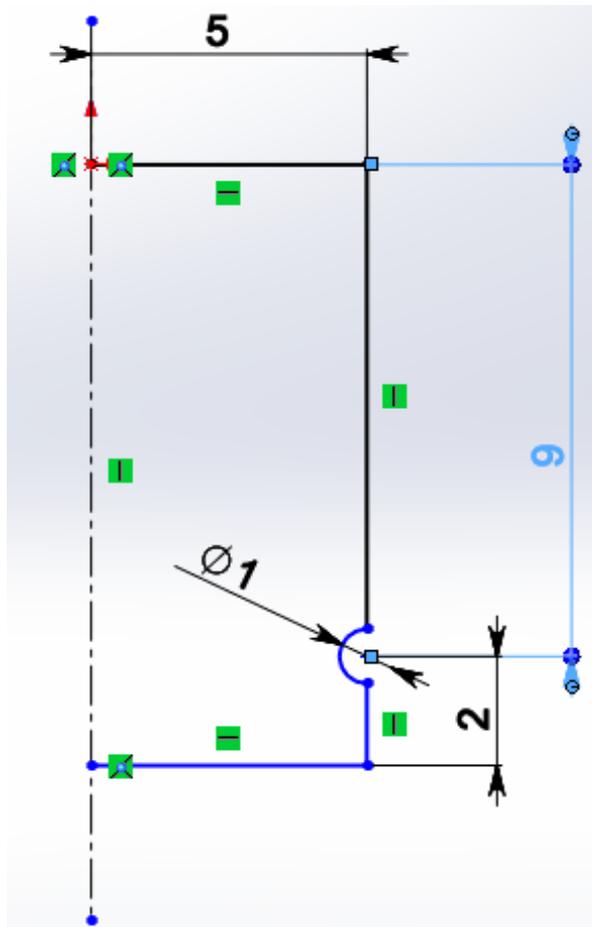


Рисунок 1 – эскиз конденсатора

4. Выбрать инструмент «Скругление» (рис. 2).

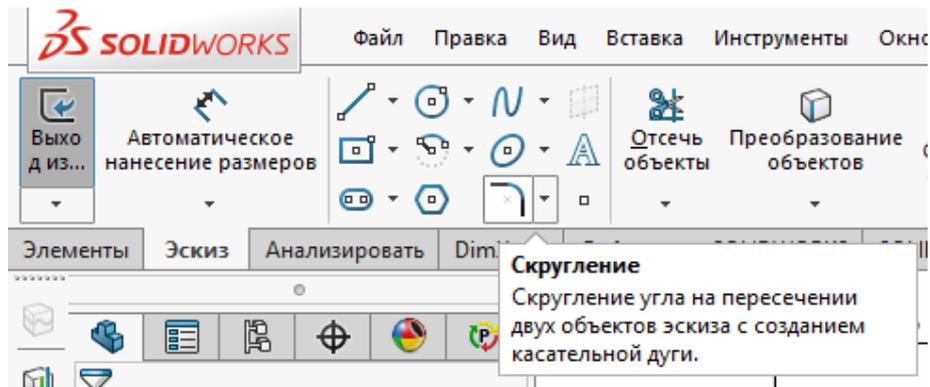


Рисунок 2 – выбор инструмента «Скругление»

5. Выделить линии, как показано на рисунке 3. Радиус скругления 0,5 мм. Повторить операцию для нижних граней.

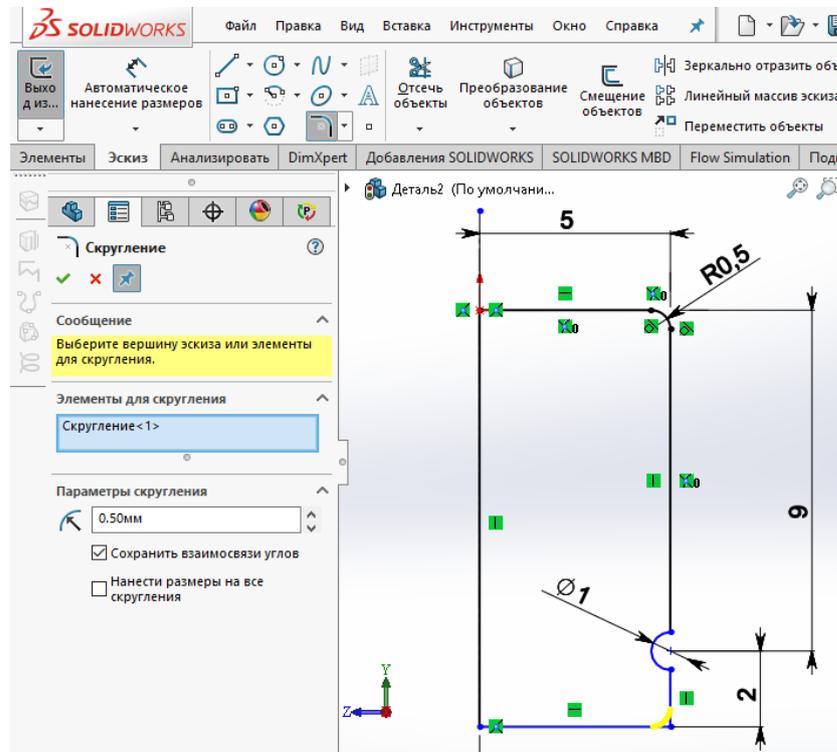


Рисунок 3 – скругление граней

6. Выделить созданный эскиз в дереве моделей. На панели «Элементы» выбрать операцию «Повернутая бобышка/основание» (рис. 4)

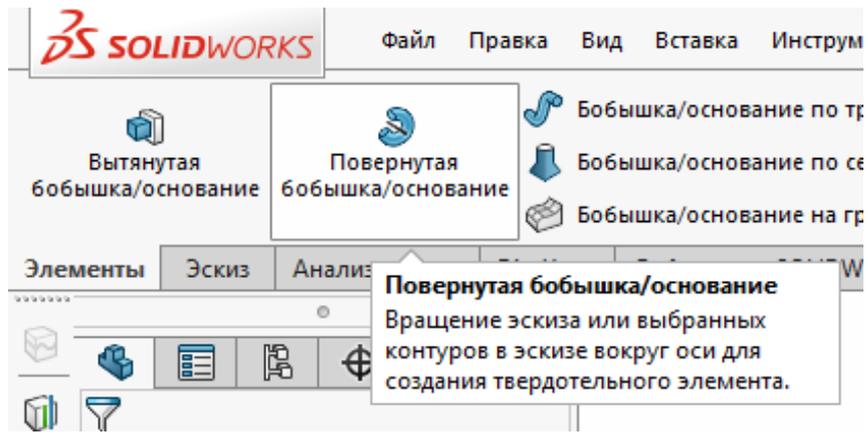


Рисунок 4 – выбор операции «Повернутая бобышка/основание»

7. Выбрать направление: на заданное расстояние. Угол поворота 360°. Закончить операцию (рис. 5)

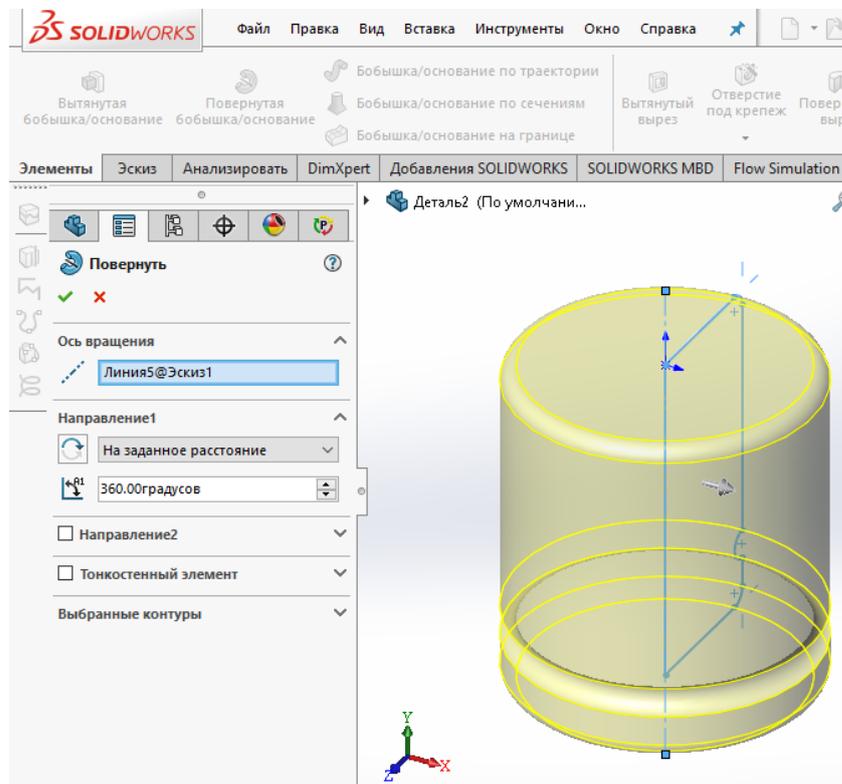


Рисунок 5 – операция «Повернутая бобышка/основание»

8. Выбрать вид снизу (сочетание клавиш Ctrl+6), выделить грань и войти в режим эскиза.

9. Из начала координат начертить окружность диаметром 5 мм (рис. 6)

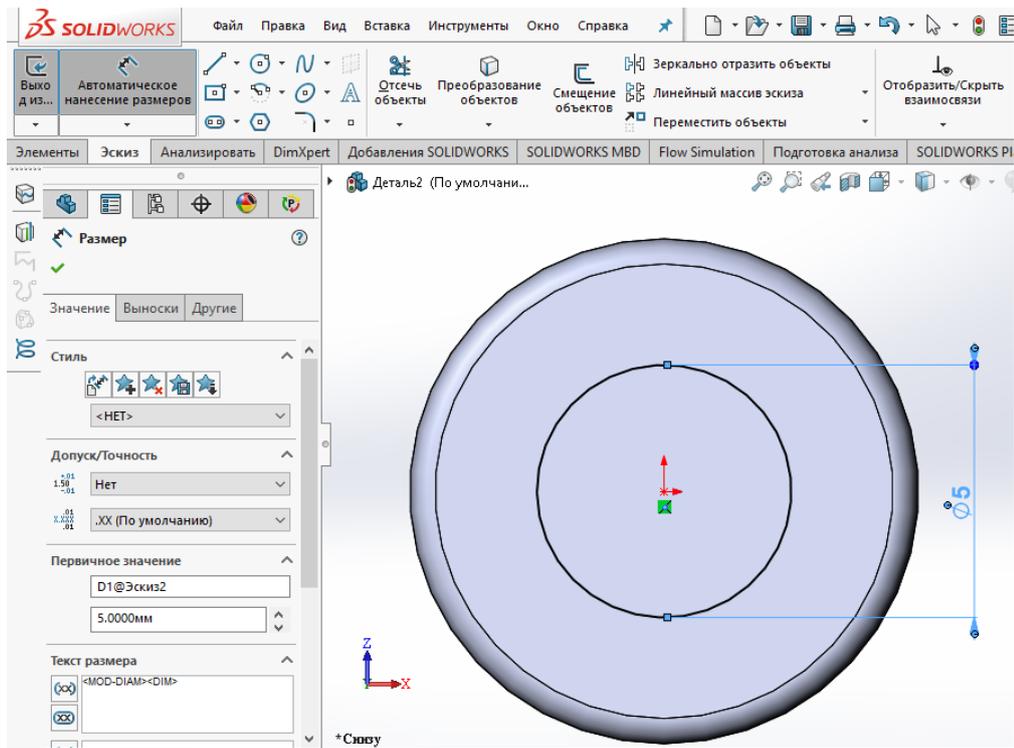


Рисунок 6 – вспомогательная окружность

10. Начертить две окружности диаметром 0,6 мм, как показано на рисунке 7. Удалить вспомогательную окружность. Завершить эскиз.

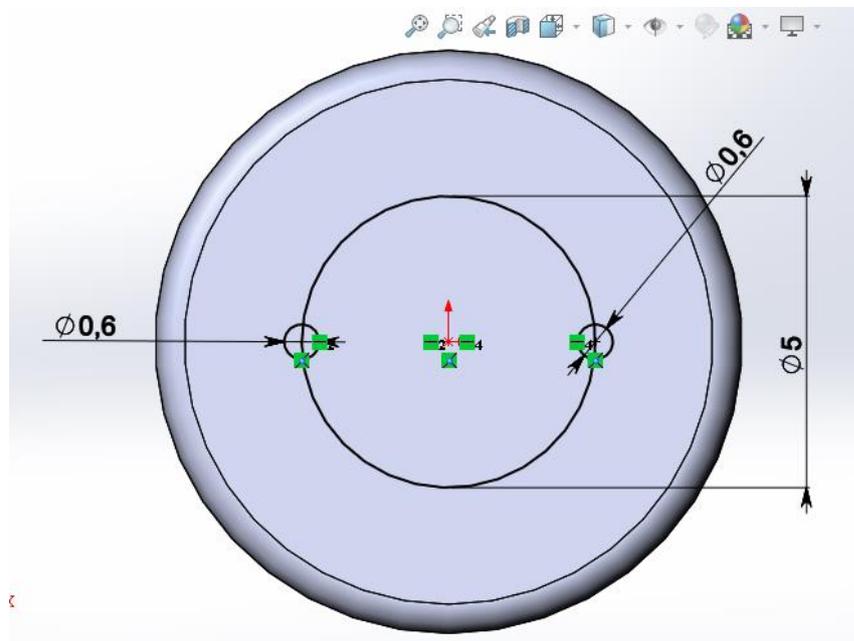


Рисунок 7 – эскиз контактов конденсатора

11. Выделить созданный эскиз в дереве моделей. Выбрать операцию «Вытянутая бобышка». Вытянуть контакты на 15 мм (рис. 8).

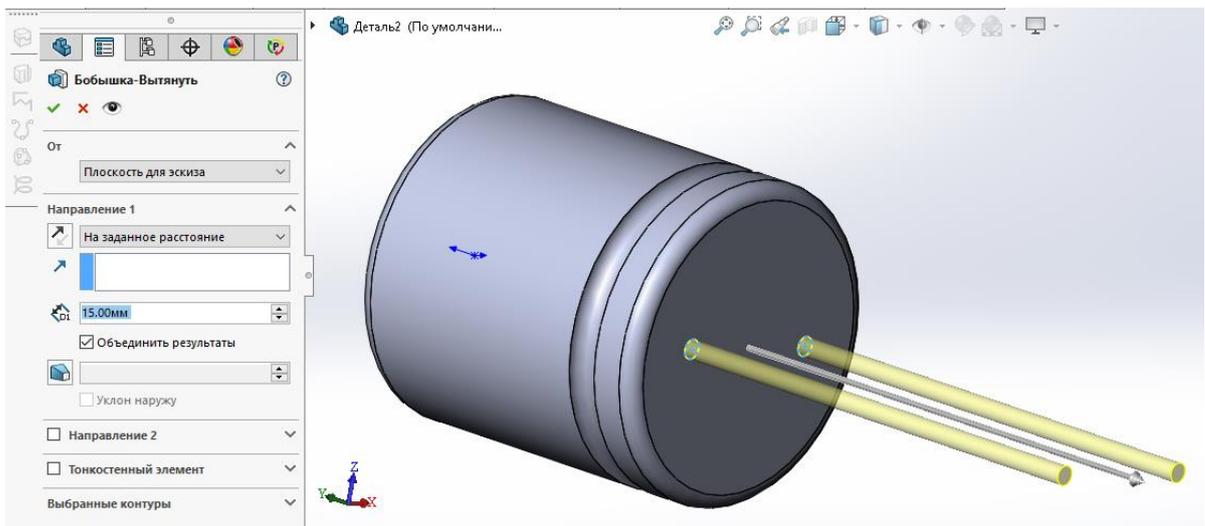


Рисунок 8 – вытягивание контактов

12. Для большей реалистичности модели изменим цвет конденсатора. Для этого в дереве модели нужно выбрать операцию вращения, щелкнуть правой кнопкой мыши и нажать «**Внешние виды**», «Повернуть 1», как указано на рисунке 9

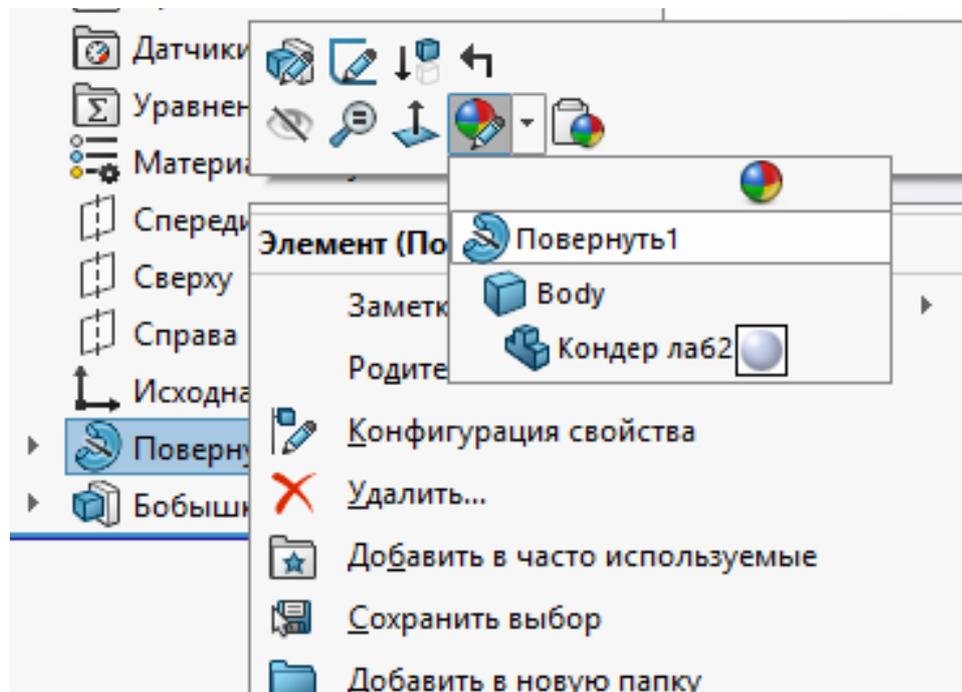


Рисунок 9 – «Внешние виды»

13. Справа откроется панель инструментов. Выберем произвольный цвет из встроенной библиотеки SolidWorks. Для примера был выбран цвет Покрашенный – Машина – Черный (рис. 10).

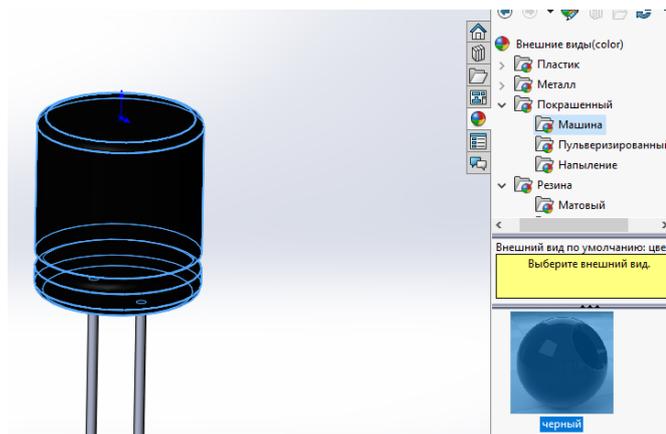


Рисунок 10 – выбор цвета

14. Сохранить деталь под именем «Электролитический конденсатор», нажав Файл – Сохранить. Результат можно увидеть на рисунке 11.

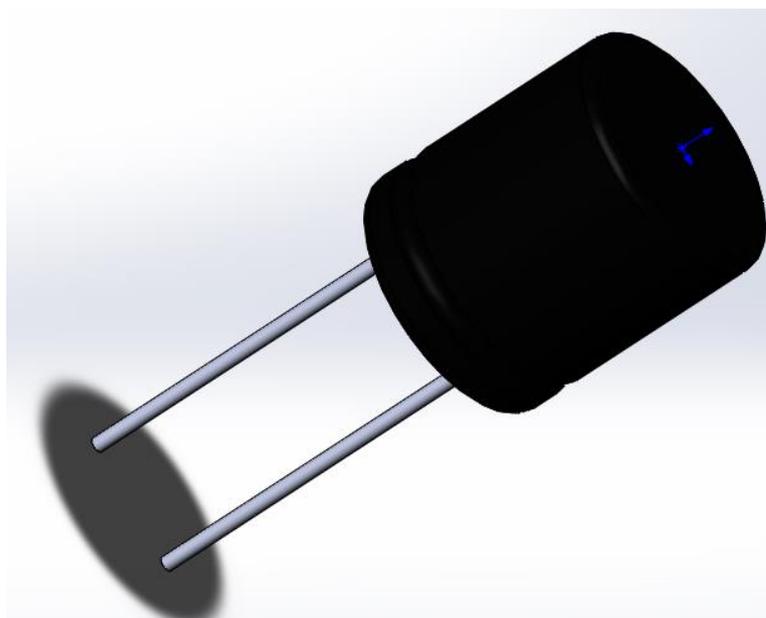


Рисунок 11 – электролитический конденсатор

## Лабораторная работа №3

Создание корпуса для блока питания.

1. Создать новую деталь (Файл – Создать - Деталь).
2. В качестве рабочей области выберем вид спереди. На панели видов также выберем ориентацию спереди (или сочетание клавиш Ctrl+1)
3. Из начала координат создадим прямоугольник с размерами 150x140 мм (рис 1). Рекомендуется использовать автоматическое нанесение размеров. Выйти из режима эскиза.

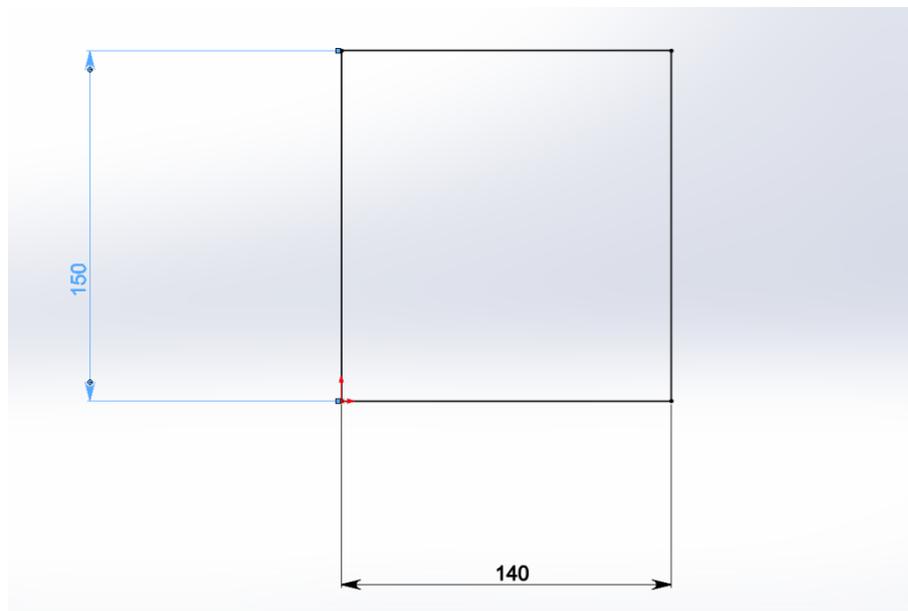


Рисунок 1 – создание прямоугольника

4. Выбрать созданный эскиз в дереве модели. Нажать **Вставка – Листовой металл – Базовая кромка** (рис 2).

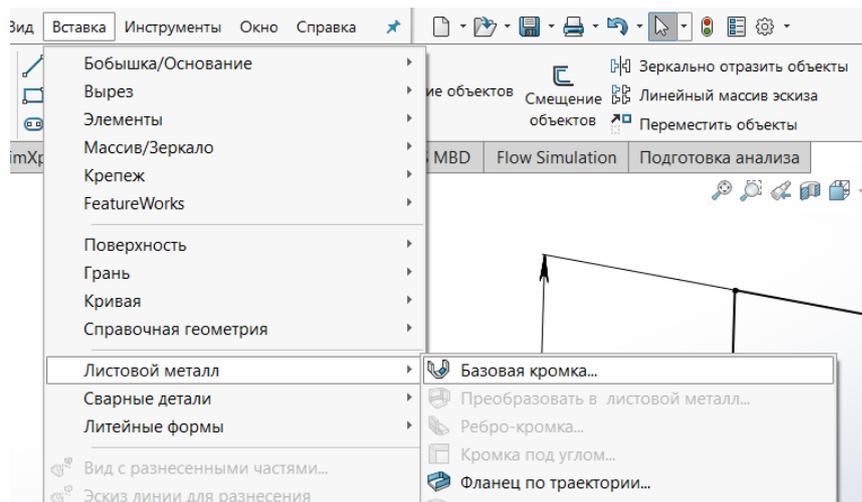


Рисунок 2 – выбор базовой кромки

5. Настройки установить в соответствии с рисунком 3.

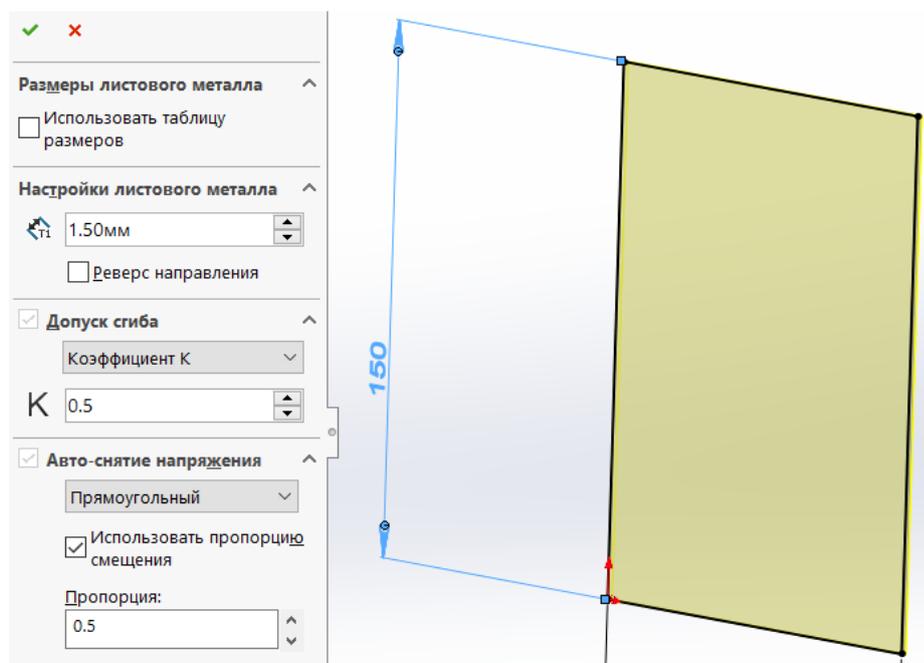


Рисунок 3 – настройки базовой кромки

6. Выбрать в качестве материала пористую углеродную сталь (рис. 4).

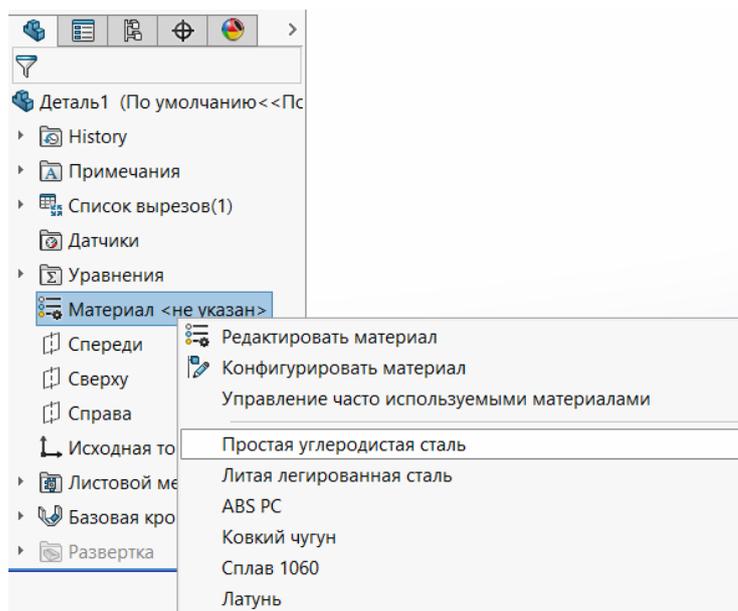


Рисунок 4 – выбор материала

7. Нажать **Вставка – Листовой металл – Ребро-кромка** (рис. 5).

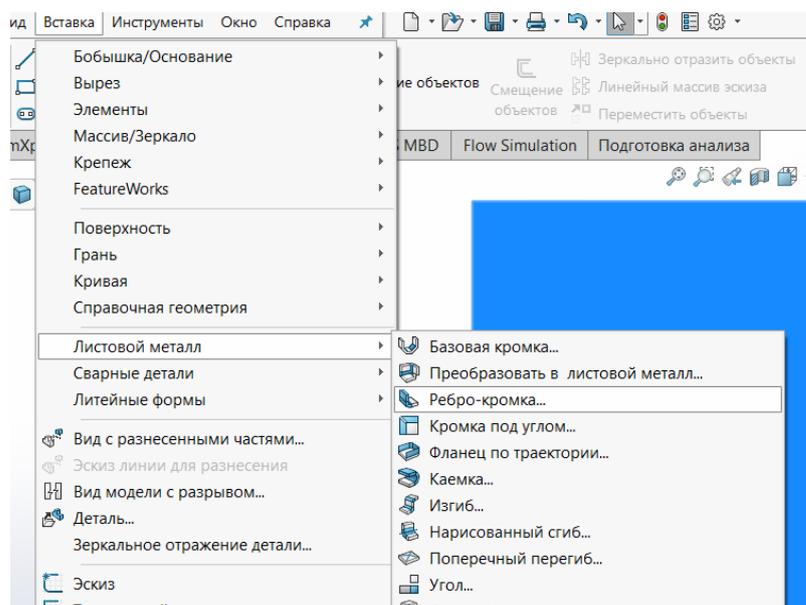


Рисунок 5 – выбор ребра-кромки

8. Выделить четыре кромки, согласно рисунку 6. Высота грани 80 мм, радиус сгиба 3 мм. Подтвердить операцию.

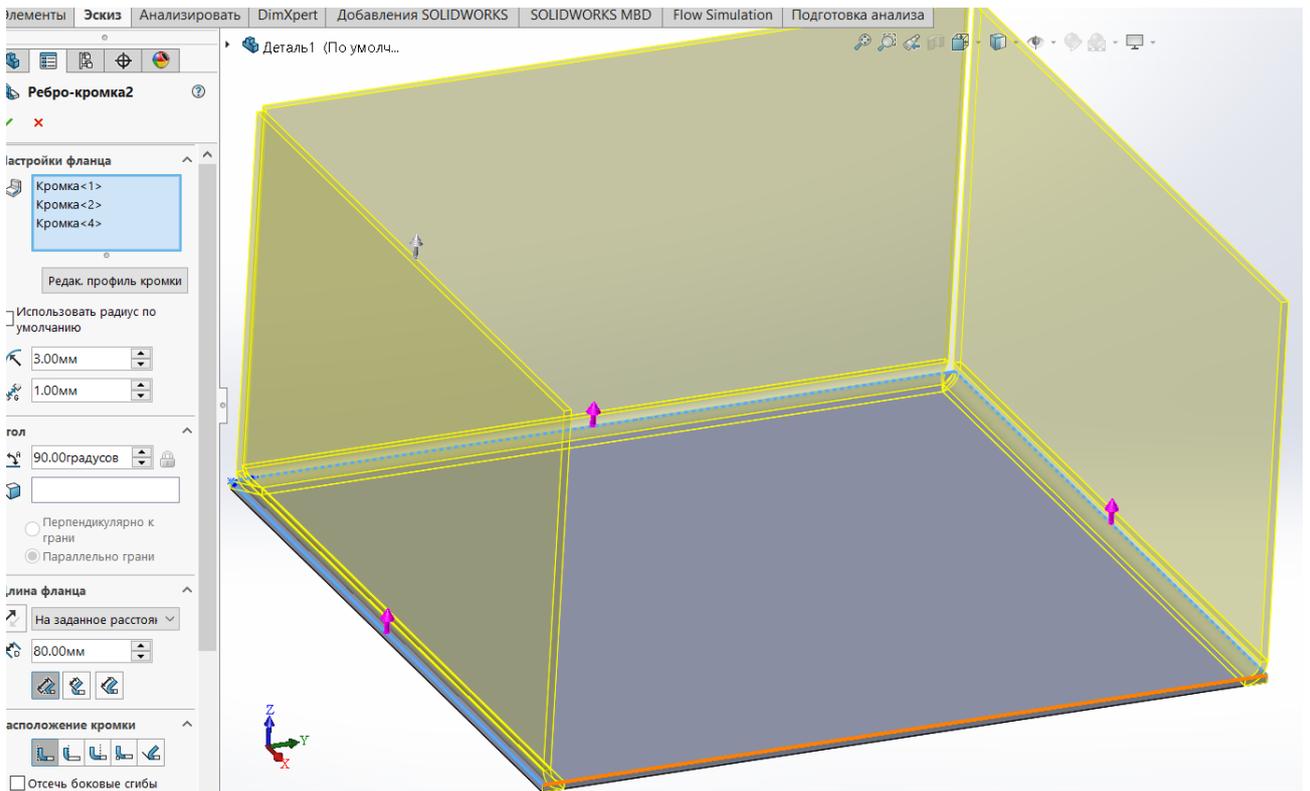


Рисунок 6 – выделение кромок

9. Нажать **Вставка – Листовой металл – Угол** (рис. 7)

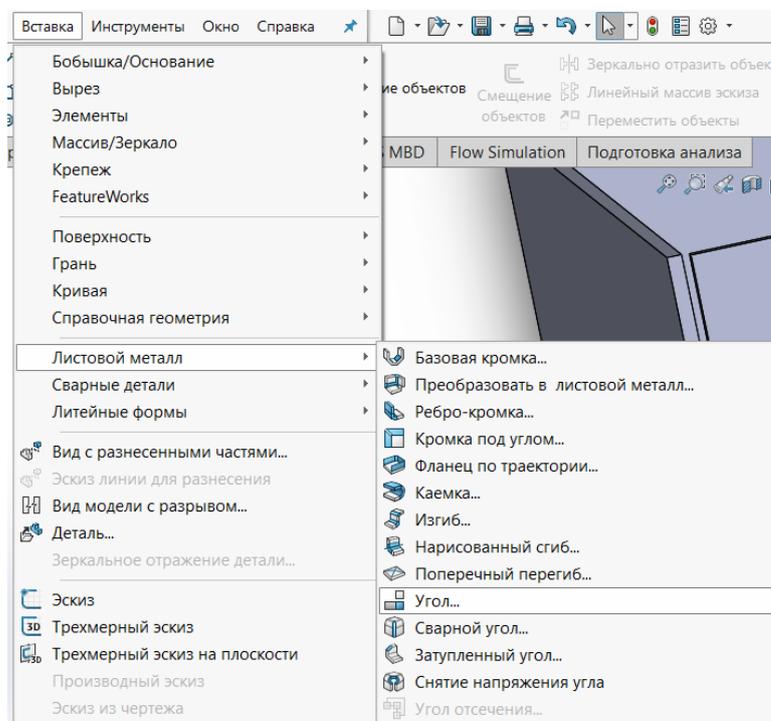


Рисунок 7 – выбор угла

10. Выбрать четыре грани, как показано на рисунке 8. Тип угла: стыковое соединение. Подтвердить операцию.

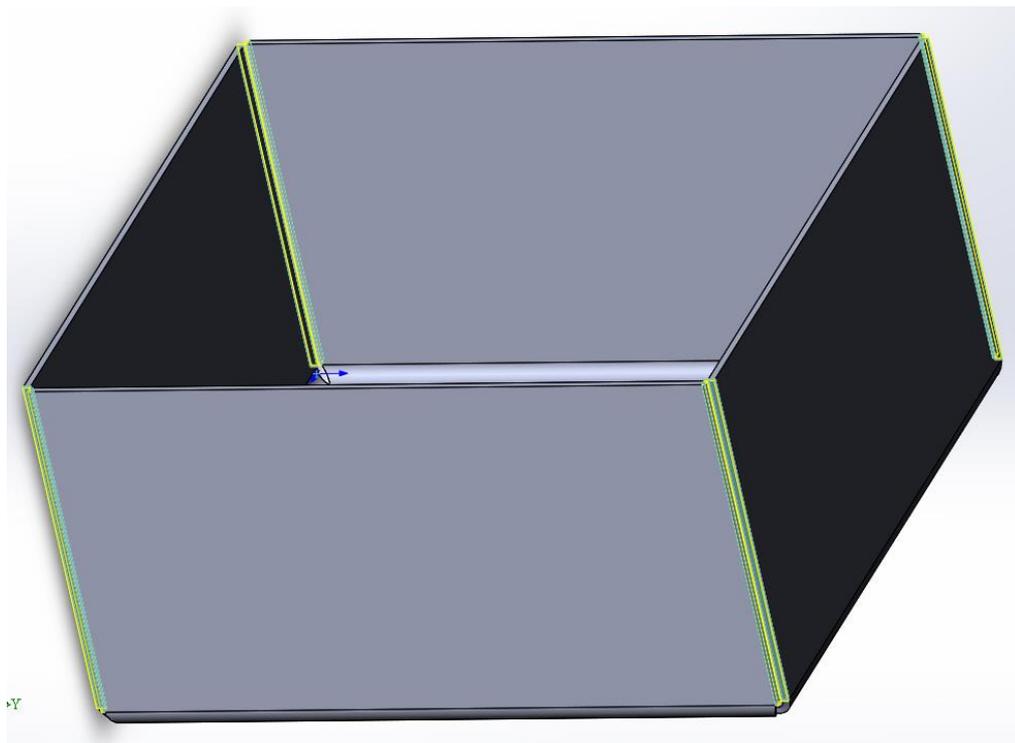


Рисунок 8 – выбор граней

11. Нажать **Вставка – Листовой металл – Ребро-кромка**.

12. Выбрать четыре ребра, как показано на рисунке 9. Длину фланца установить 20 мм. Подтвердить операцию.

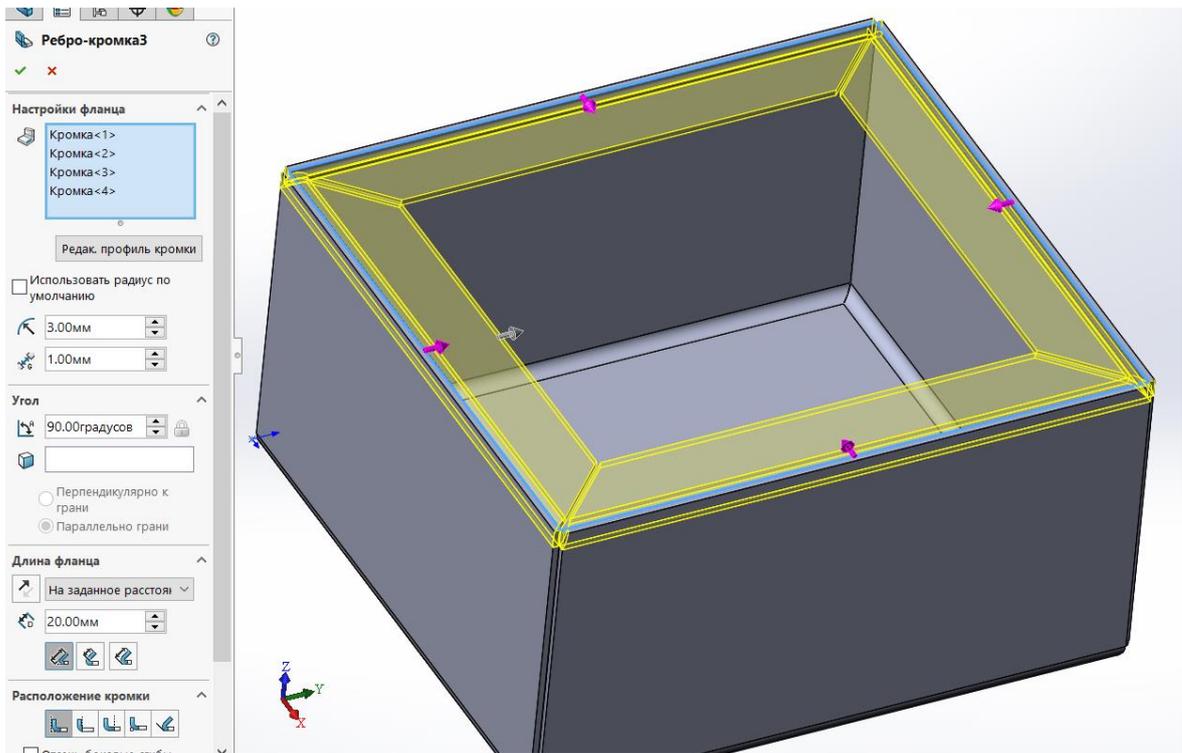


Рисунок 9 – выбор ребер

13. Выбрать плоскость согласно рисунку 10.

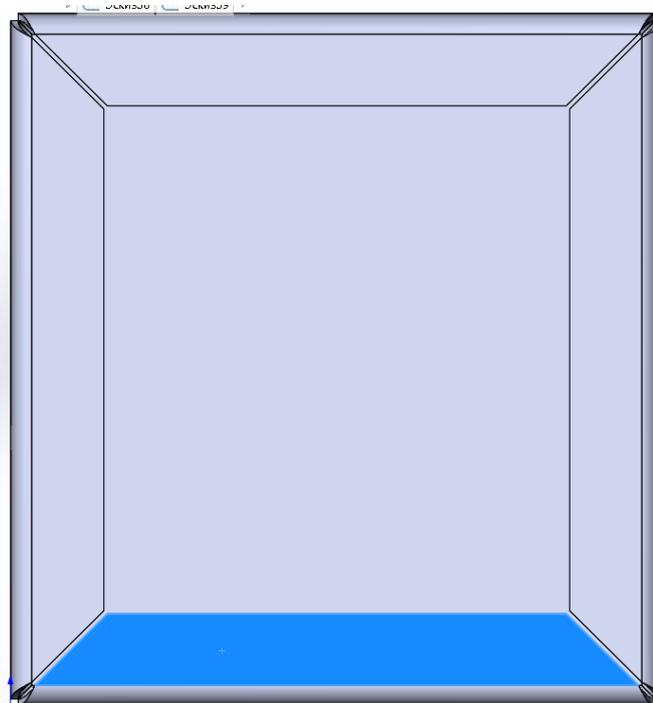


Рисунок 10 – выбор плоскости

14. Начертить эскиз и проставить размеры согласно рисунку 11.

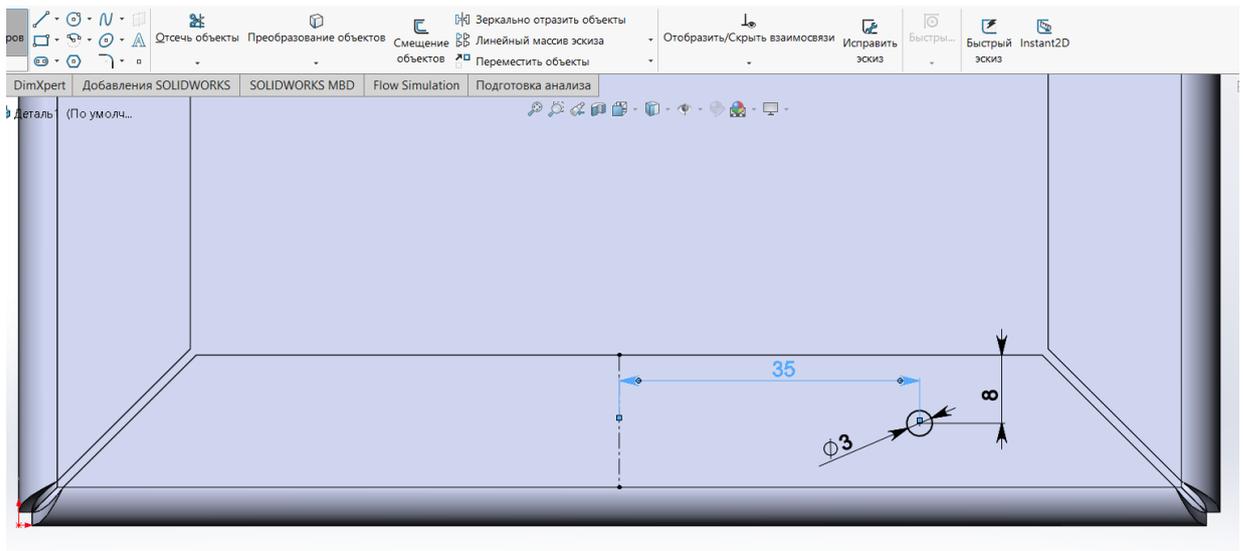


Рисунок 11 – создание эскиза

15. Выделить размеры, удерживая левую кнопку мыши. На панели инструментов «Эскиз» выбрать операцию «**Зеркально отразить объекты**» (рис. 12). В качестве оси симметрии выбрать осевую линию. Результат можно увидеть на рисунке 13.

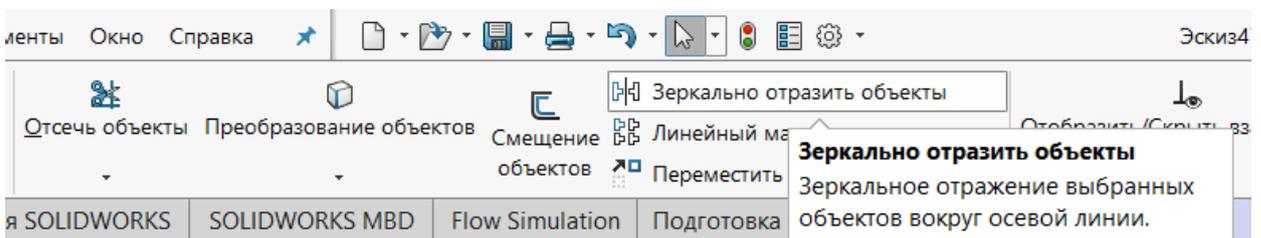


Рисунок 12 – выбор операции «Зеркально отразить объекты»

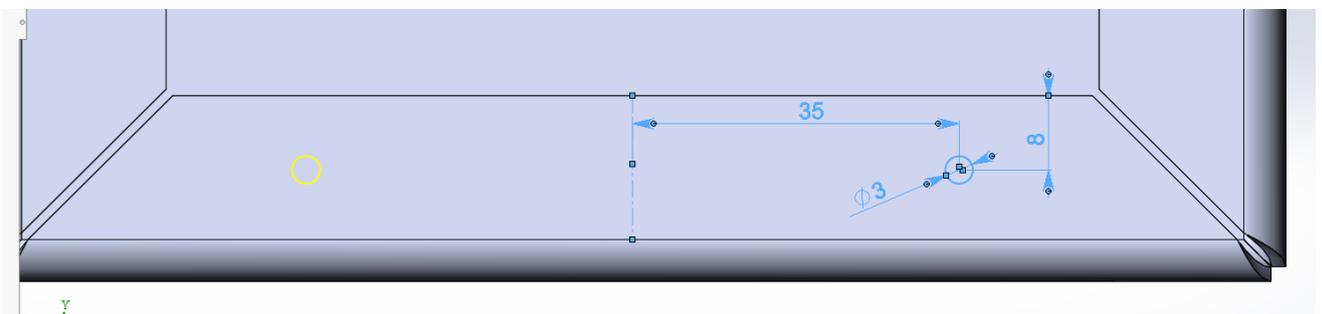


Рисунок 13 – отражение объекта

16. Начертить еще одну осевую линию, согласно рисунку 14.

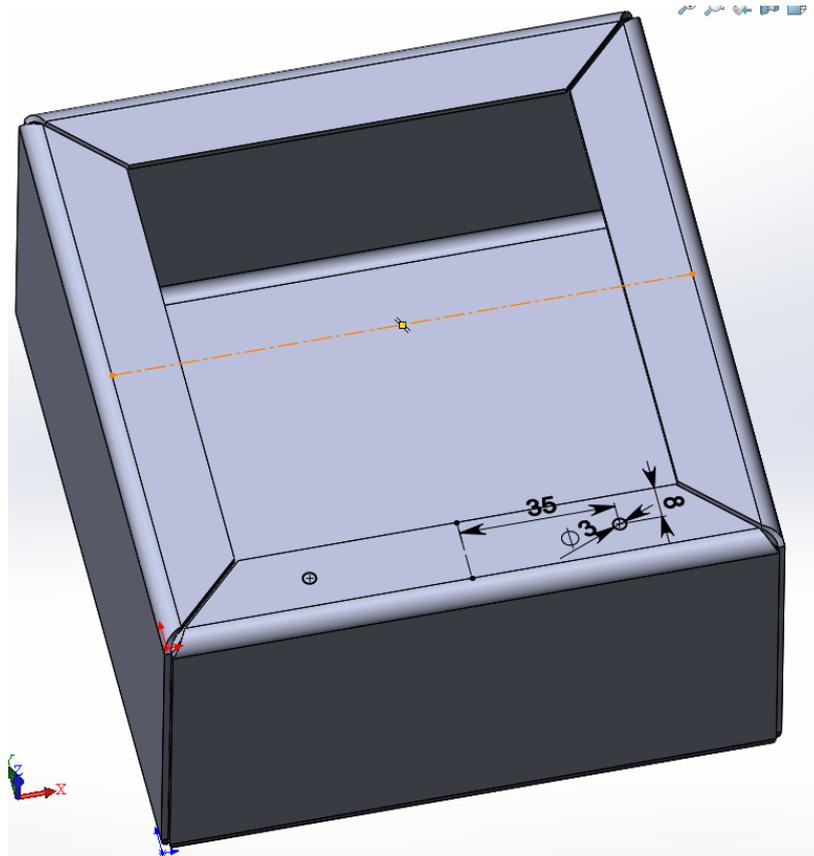


Рисунок 14 – проведение осевой линии

17. Выделить нарисованные окружности на этапе 14 и осевую линию. Повторить операцию «Зеркально отразить объекты». Результат показан на рисунке 15.

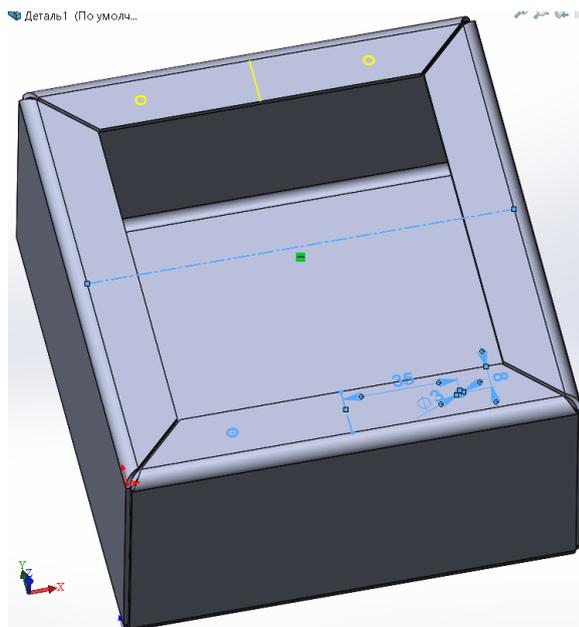


Рисунок 15 – зеркальное отражение отверстий

18. На оставшихся фланцах повторить этапы 12-16 (рис 16). Выйти из режима эскиза.

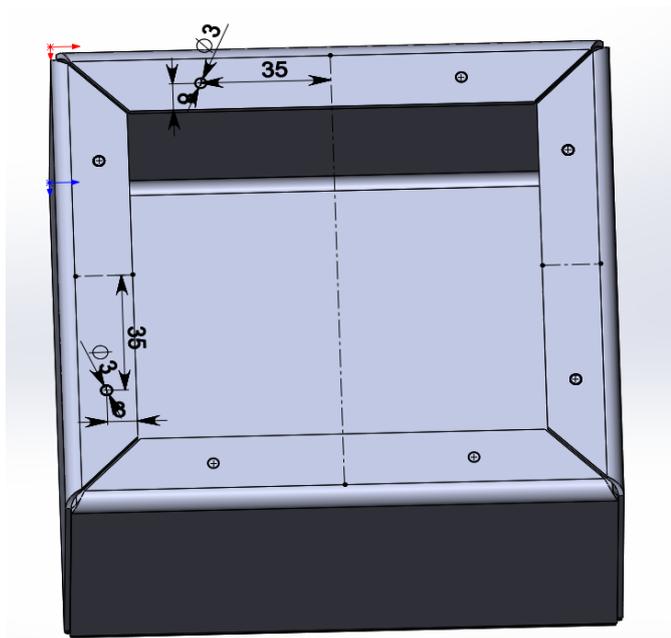


Рисунок 16 – создание эскиза отверстий

19. Выбрать операцию «**Вытянутый вырез**», затем выделить области внутри созданных восьми окружностей (рис. 17). Глубина выреза 10 мм.

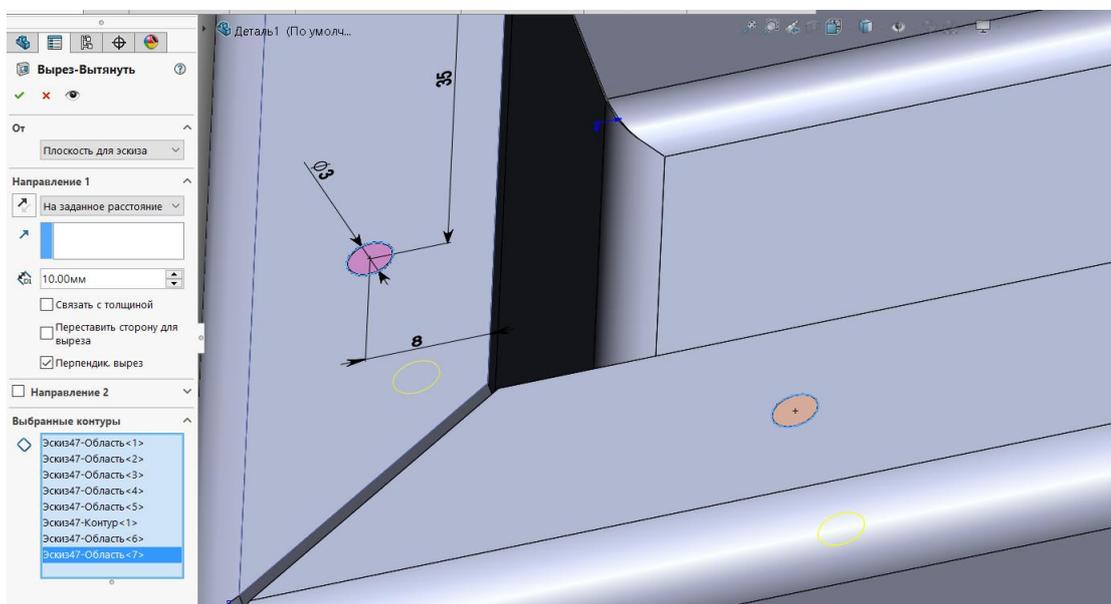


Рисунок 17 – создание отверстий

20. Выбрать вид снизу. На нижней плоскости провести осевую линию (рис. 18).

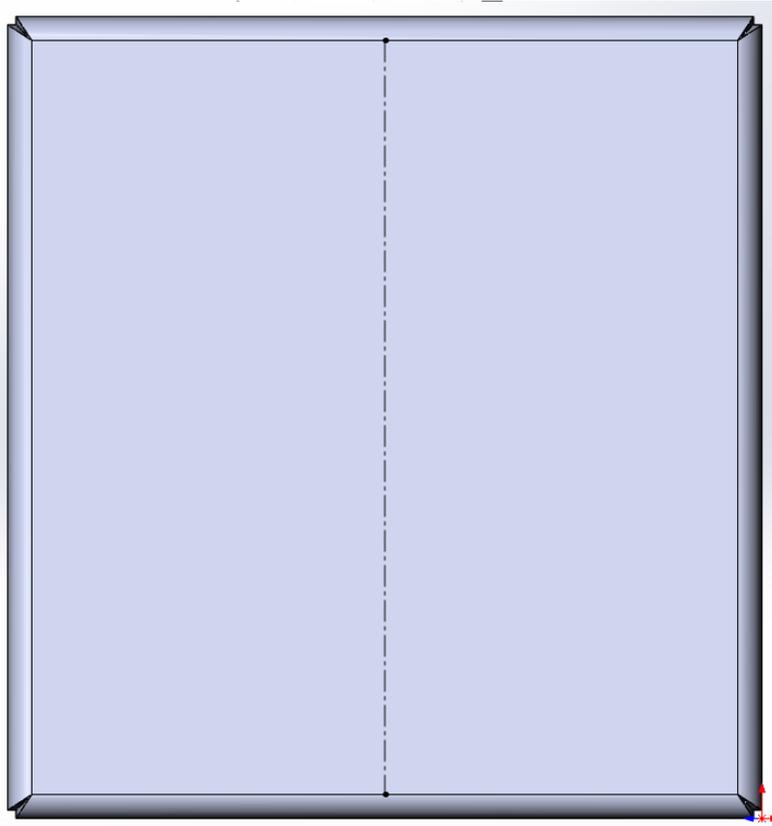


Рисунок 18 – проведение осевой линии на нижней плоскости

21. Из центра осевой линии провести окружность диаметром 6 мм (рис. 19). Выйти из режима эскиза.

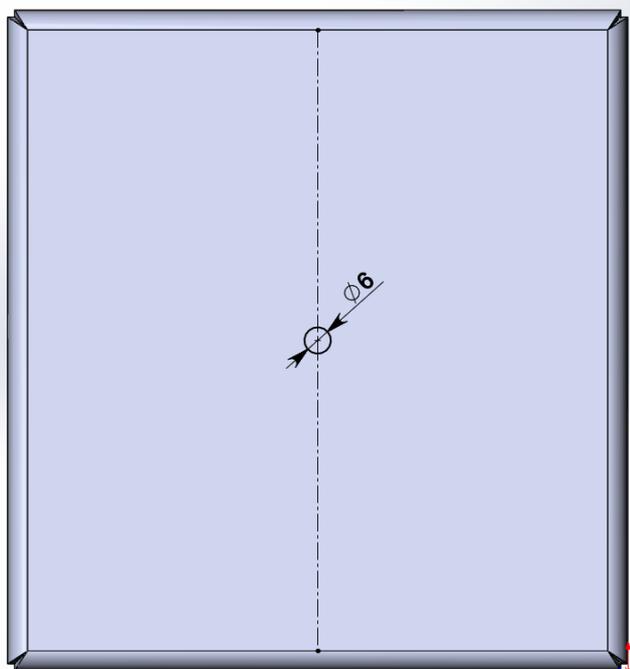


Рисунок 19 – проведение окружности

22. Выделить созданный эскиз в дереве модели, выбрать операцию «Вытянутый вырез». Глубина выреза 5 мм.

23. На этой же плоскости начертить прямоугольник и при помощи автоматического нанесения размеров добиться результата, показанного на рисунке 20.

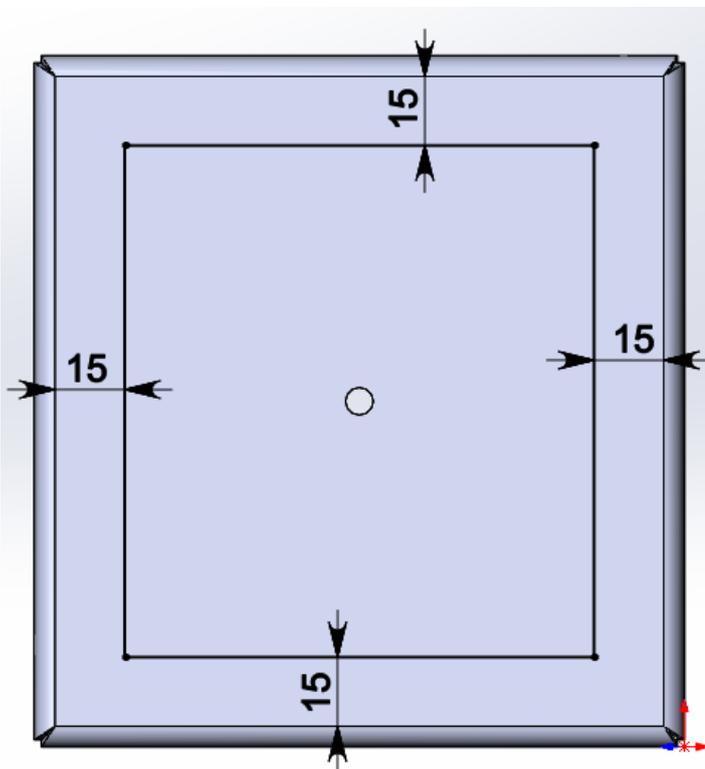


Рисунок 20 – создание границы заполнения

24. В дереве модели выделить созданное отверстие. Нажать **Вставка – Массив/зеркало – Массив заполнения** (рис. 21).

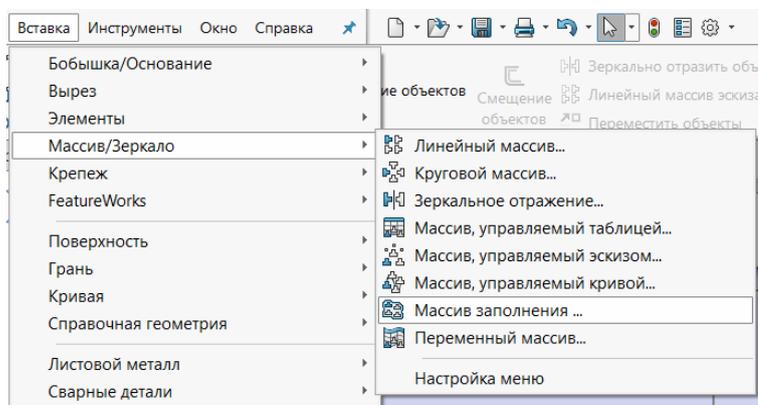


Рисунок 21 – выбор массива заполнения

25. Установить настройки согласно рисунку 22. Подтвердить операцию.

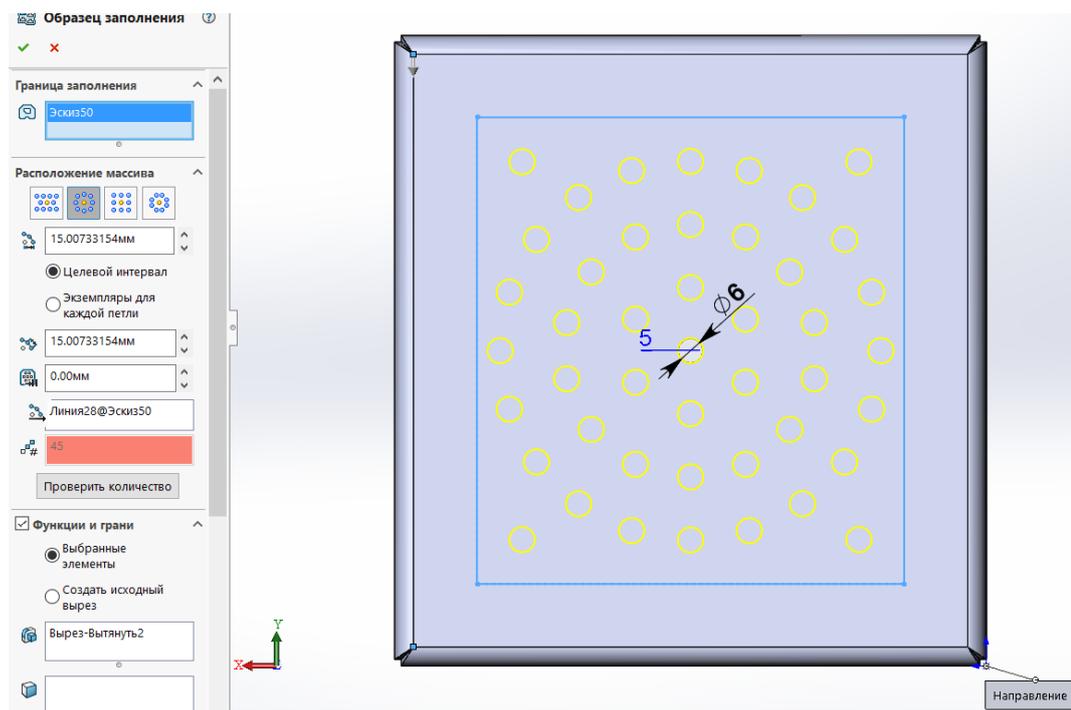


Рисунок 22 – массив заполнения

26. В дереве модели выбрать элемент «Развертка», нажать правой кнопкой мыши – Высветить (рис. 23).

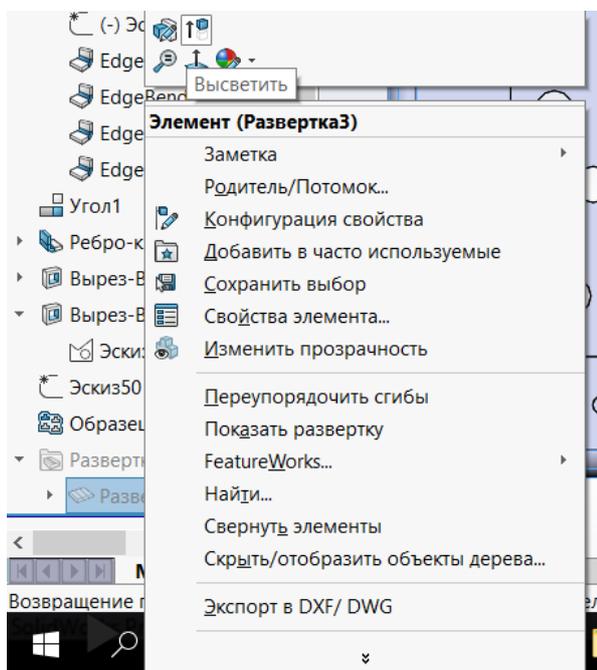


Рисунок 23 – отображение развертки

27. Результат показан на рисунке 24.

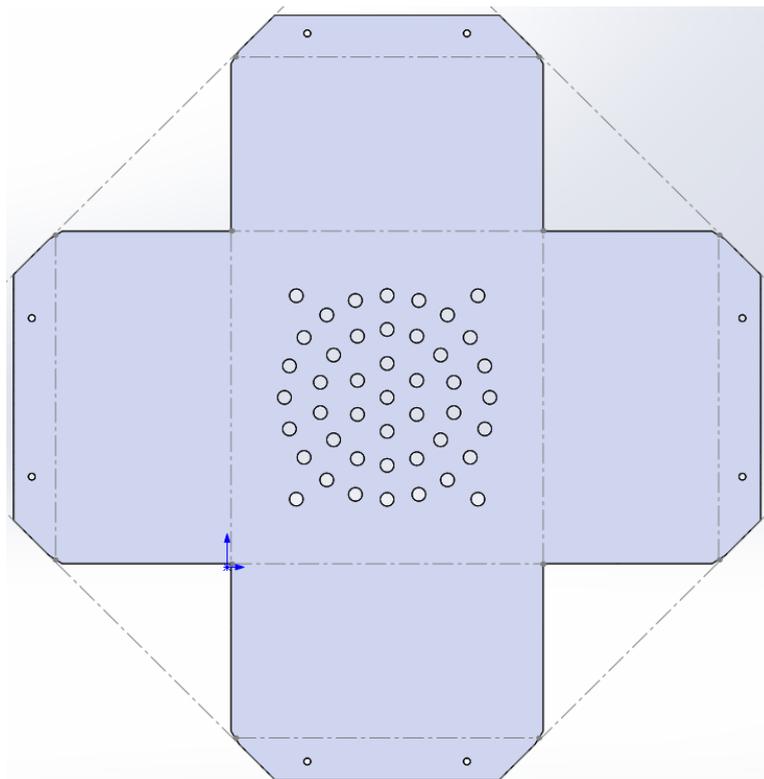


Рисунок 24 – развертка модели

28. Сохранить созданную модель под фамилией студента в папку с названием своей группы.

## Лабораторная работа №4

Создание вентиляции и крышки блока. Работа со сборкой.

1. Открыть файл «Короб», выданный преподавателем.
2. Нажать правой кнопкой на панели инструментов, выбрать «Листовой металл». Теперь на панели появилась соответствующая вкладка (рис. 1).

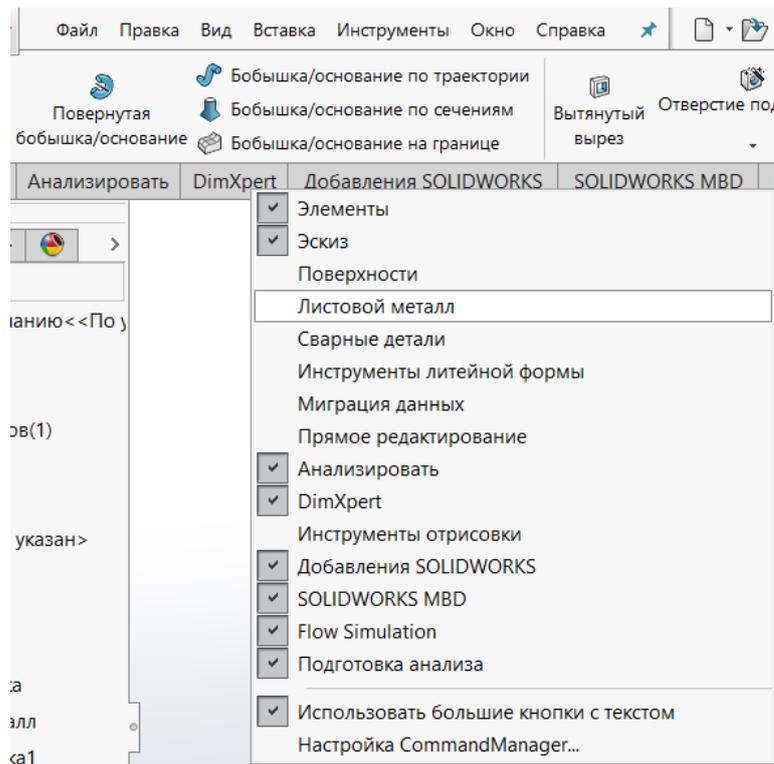


Рисунок 1 – добавление вкладки «Листовой металл»

3. На задней стенке короба (Ctrl+2) создать эскиз, как показано на рисунке 2.

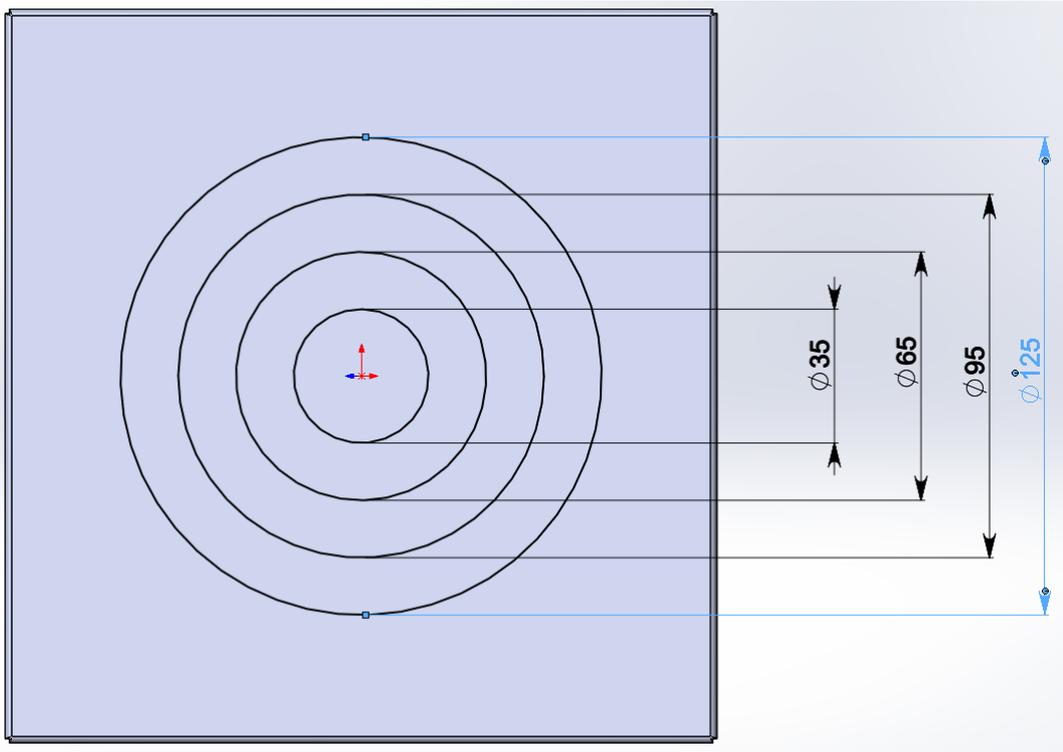


Рисунок 2 – создание эскиза на задней стенке

4. Провести вертикальную линию (рис. 3).

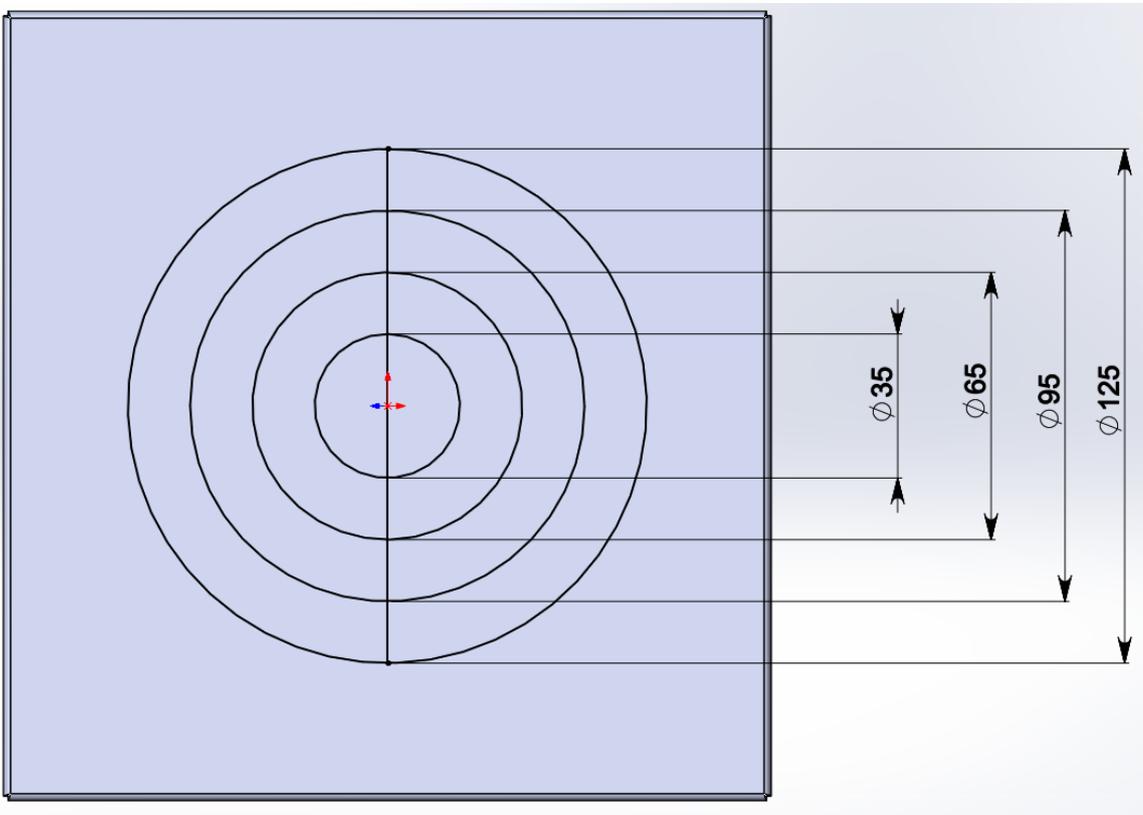


Рисунок 3 – создание линии

5. Выбрать операцию «Круговой массив эскиза». Задать параметры, указанные на рисунке 4. Подтвердить операцию.

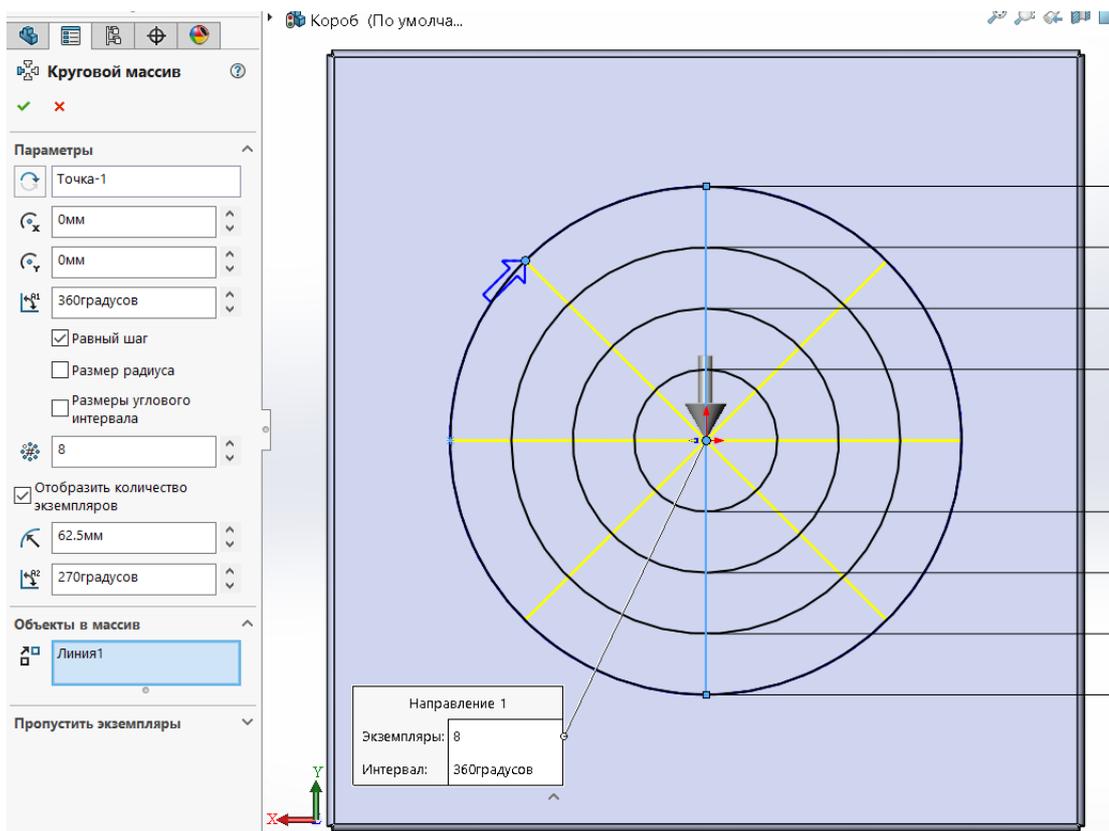


Рисунок 4 – создание кругового массива

6. Выбрать операцию «Входное отверстие» на вкладке «Листовой металл» (рис. 5).

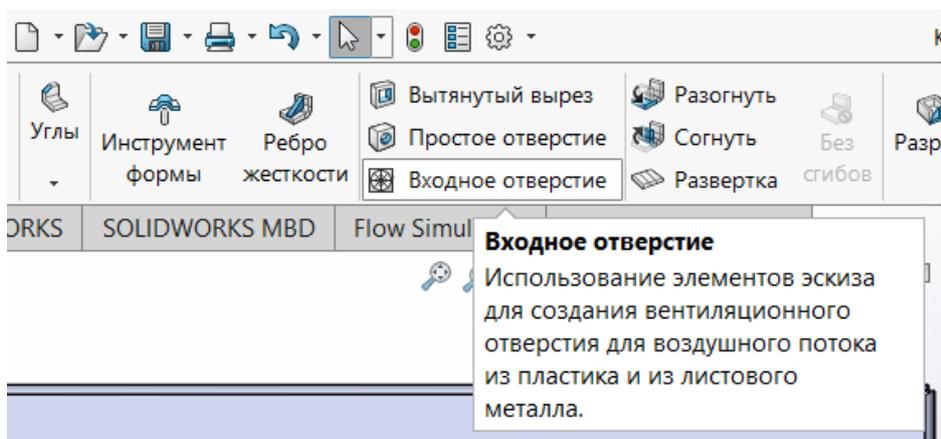


Рисунок 5 – выбор операции «Входное отверстие»

7. В качестве границы выбрать внешнюю окружность. В качестве ребер выбрать созданные круговым массивом линии и остальные окружности. Подтвердить операцию. Результат показан на рисунке 6.

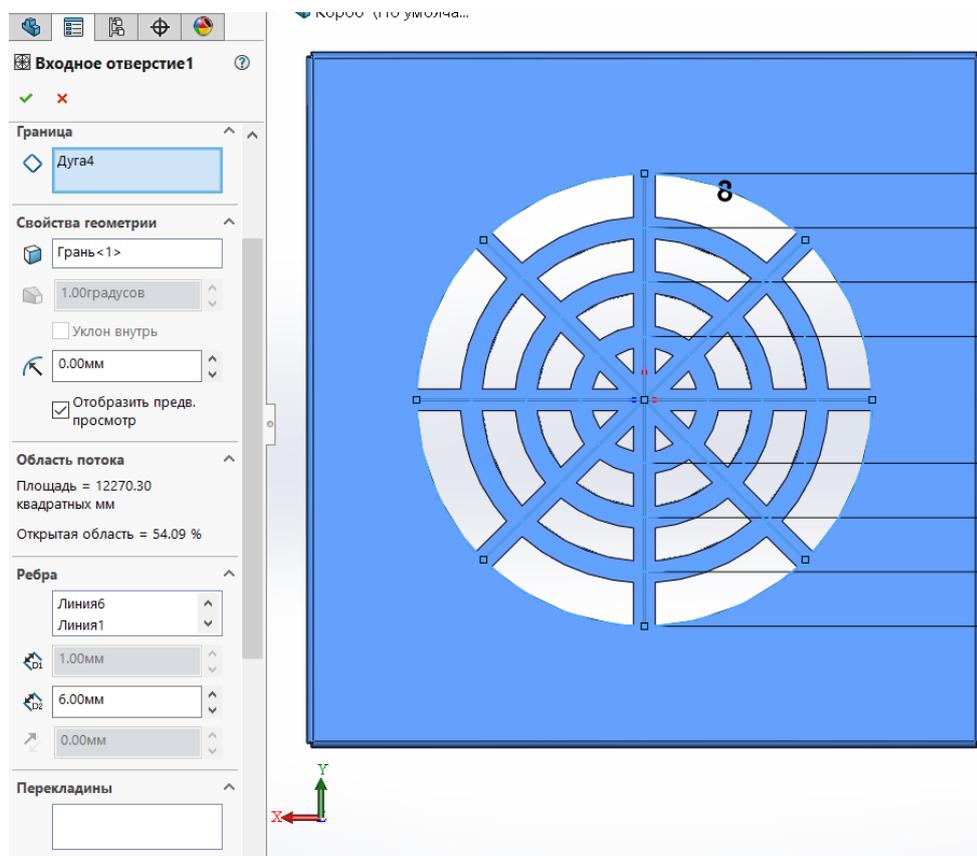


Рисунок 6 – создание входного отверстия

8. Выбрать боковую сторону короба (Ctrl+4). Начертить эскиз в соответствии с рисунком 7. Вертикальная осевая линия проводится из середины горизонтальной

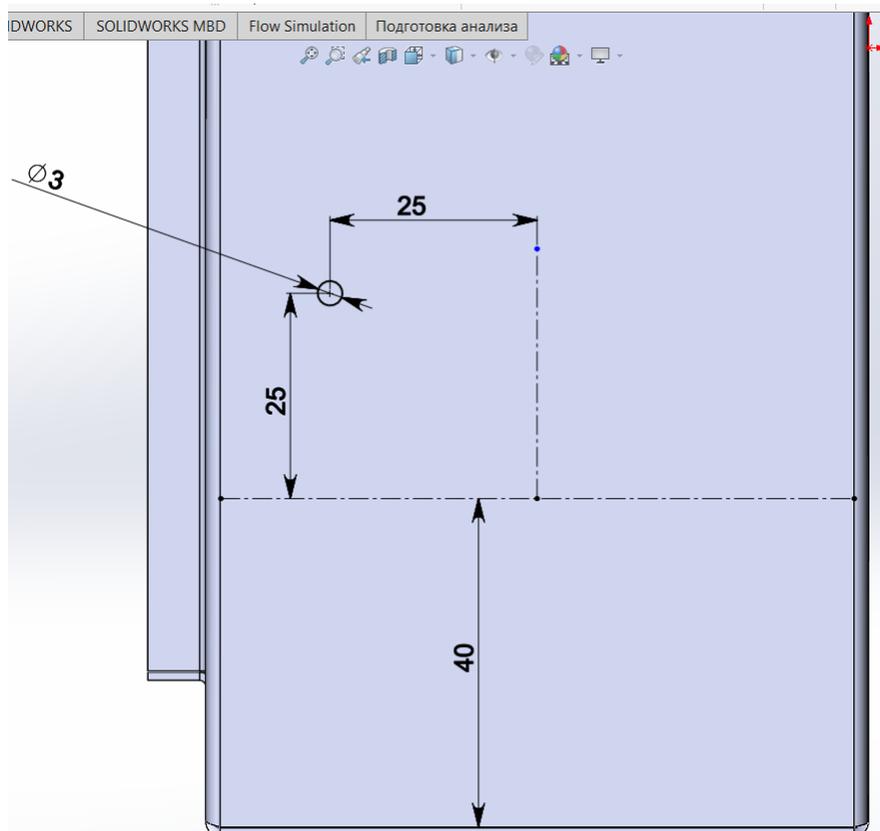


Рисунок 7 – создание эскиза на боковой поверхности

9. Выделить созданную окружность. Зеркально отразить относительно одной из осевых линий при помощи операции «Зеркально отразить объекты» (рис. 8).

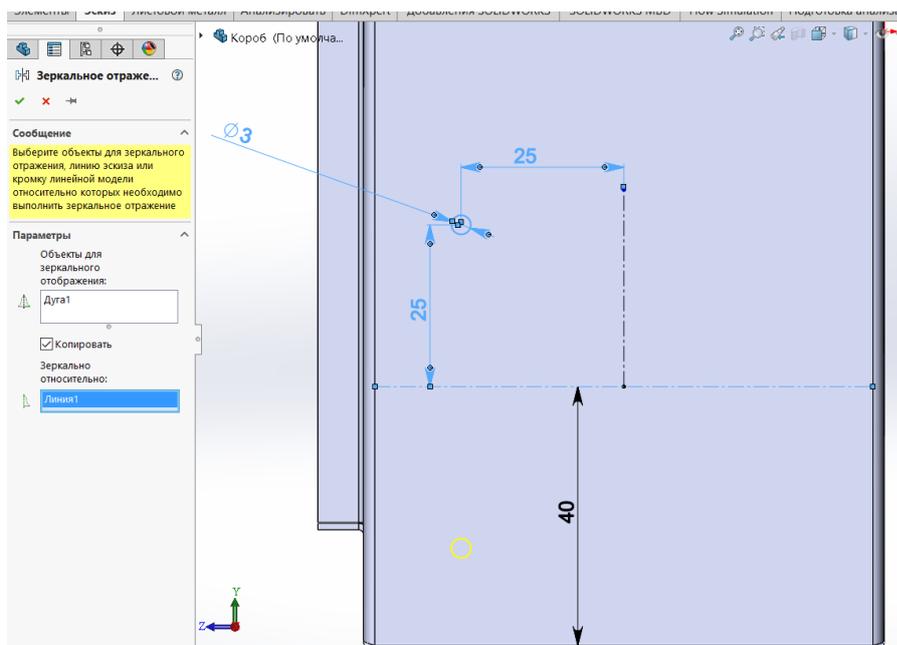


Рисунок 8 – зеркальное отражение относительно первой осевой линии

10. Выделить обе окружности. Зеркально отразить относительно второй осевой линии, аналогично пункту 9 (рис. 9).

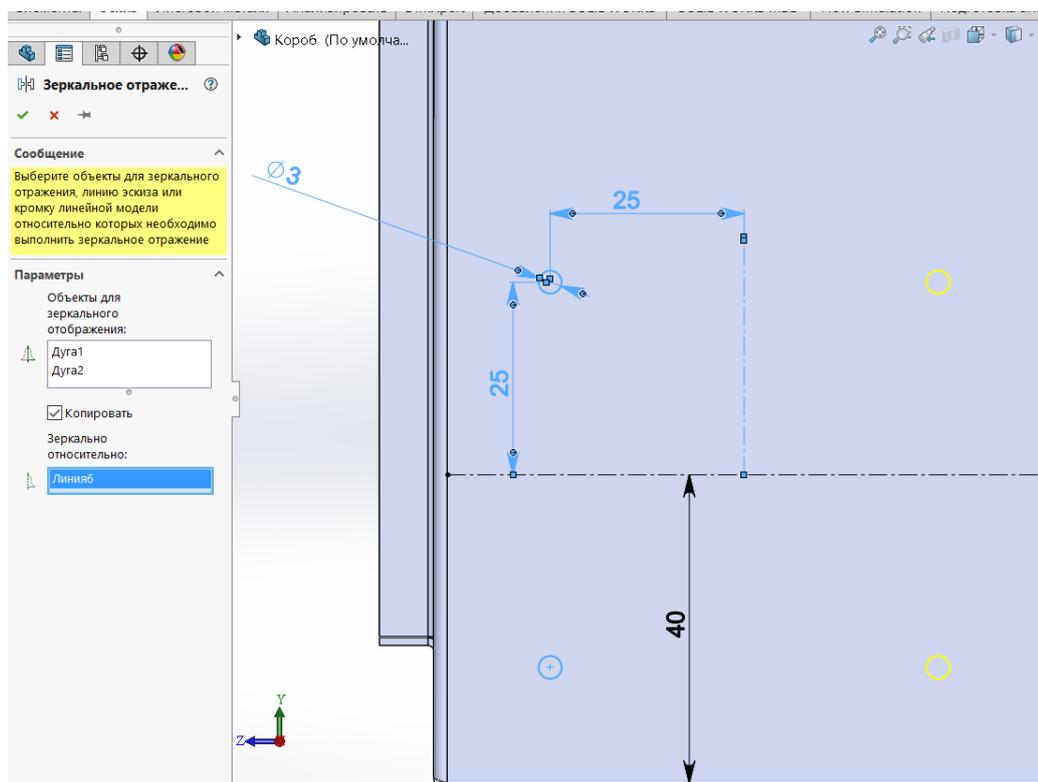


Рисунок 9 – зеркальное отражение относительно второй осевой линии

11. Из пересечения осевых линий построить две окружности диаметром 20 мм и 40 мм. Из центра окружности провести осевую линию под углом 45 градусов (рис. 10).

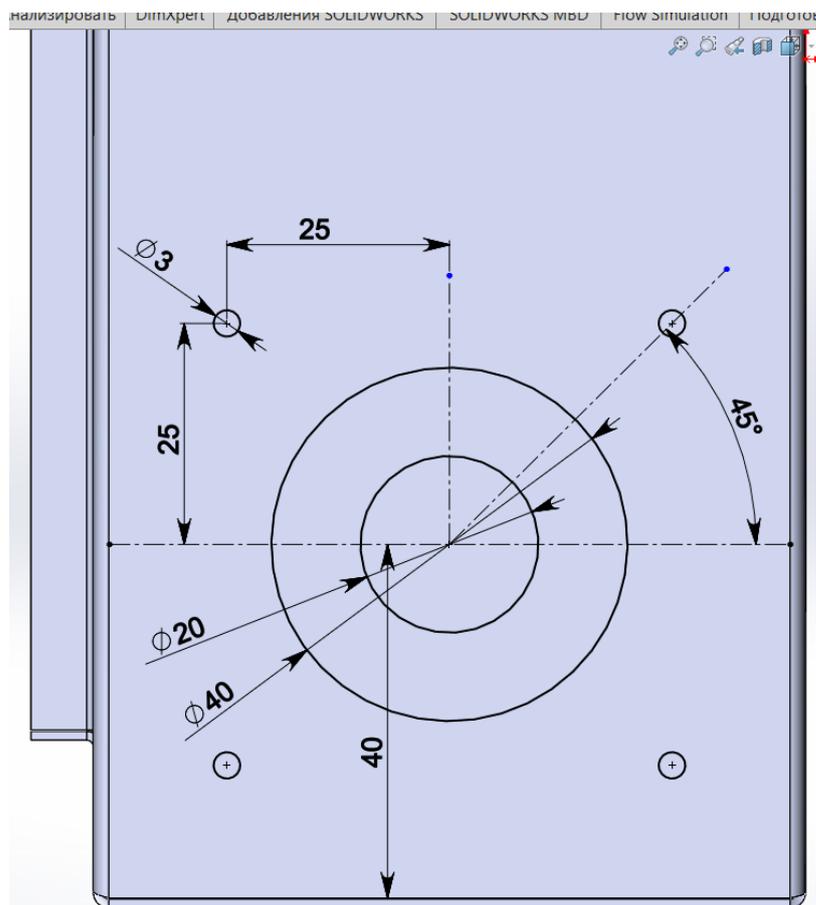


Рисунок 10 – создание опорного эскиза

12. На панели инструментов «Эскиз» выбрать операцию «Прорез по дуге через 3 точки» (рис 11).

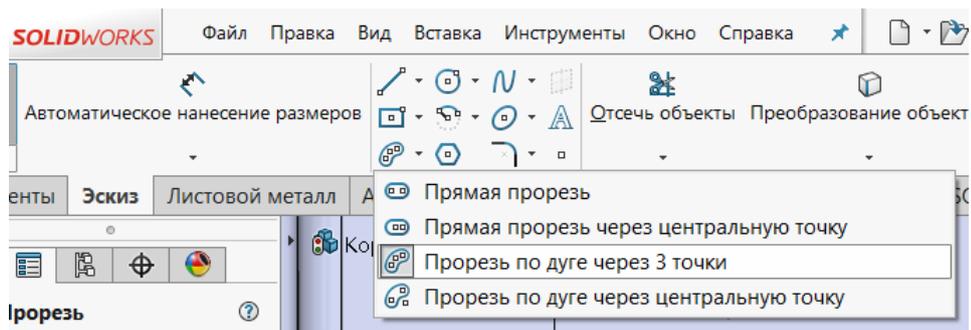


Рисунок 11 – выбор операции «Прорез по дуге через 3 точки»

13. На меньшей окружности в первой четверти (где проведена осевая линия из пункта 11) построить прорез по трем точкам (сначала задаются крайние положения) (рис. 12).

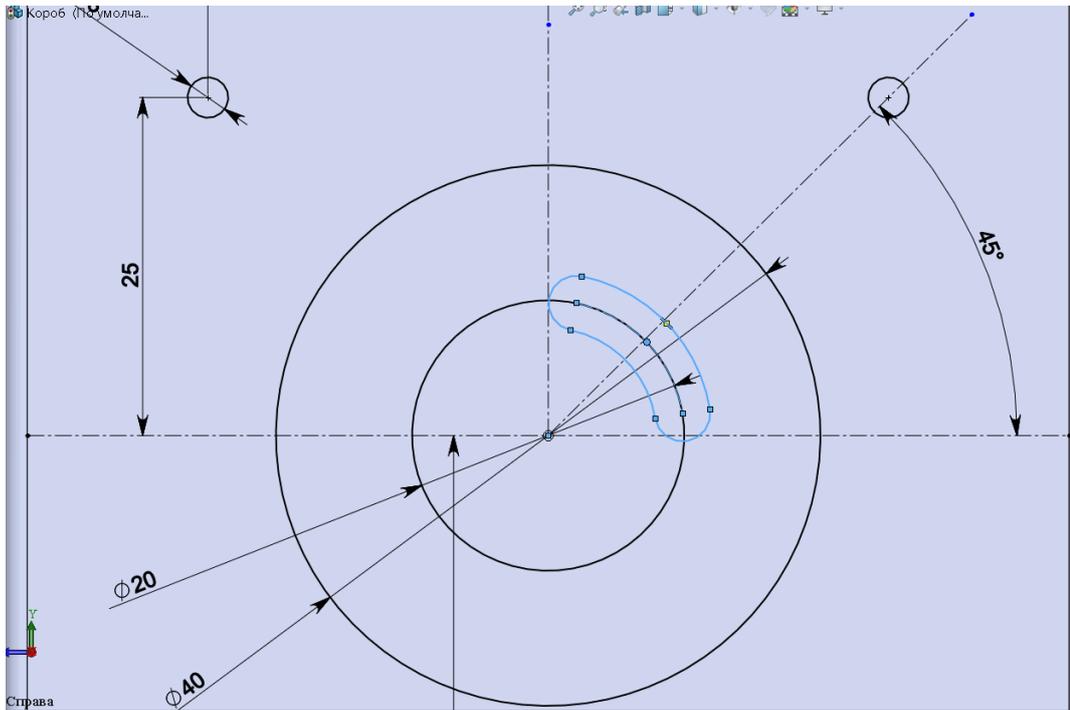


Рисунок 12 – создание малой прорези

14. При помощи автоматического нанесения размеров задать длину дуги равную 10 мм (размер задается путем нажатия на три точки: два края дуги и сама точка на дуге). Расстояние от центра окружностей до внешней дуги прорези 12 мм. (рис. 13).

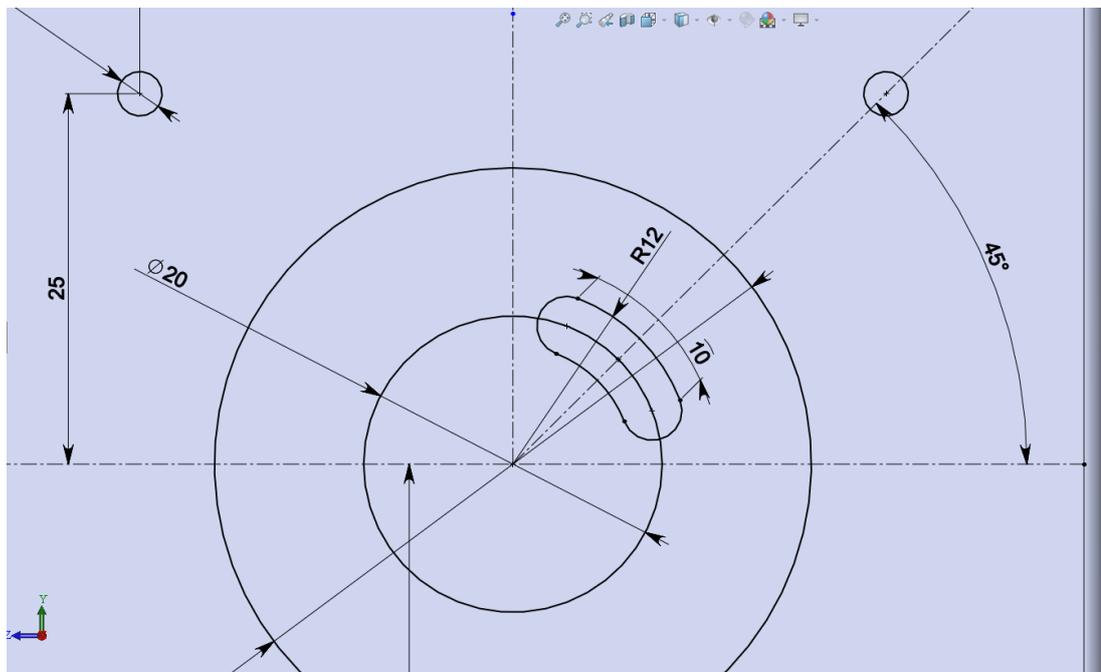


Рисунок 13 – задание параметров малой прорези

15.левой кнопкой мыши выделить осевую линию, проведенную под углом 45 градусов, и с зажатой клавишей Ctrl выделить точку в центре прорези. В левой части экрана откроется окно свойств. Нажать **Добавить взаимосвязь – Совпадение**.

16. Повторить пункты 12-15 для внешней окружности. Дина дуги 25мм, расстояние от центра окружности до внешней дуги прорези 22 мм. Результат показан на рисунке 14.

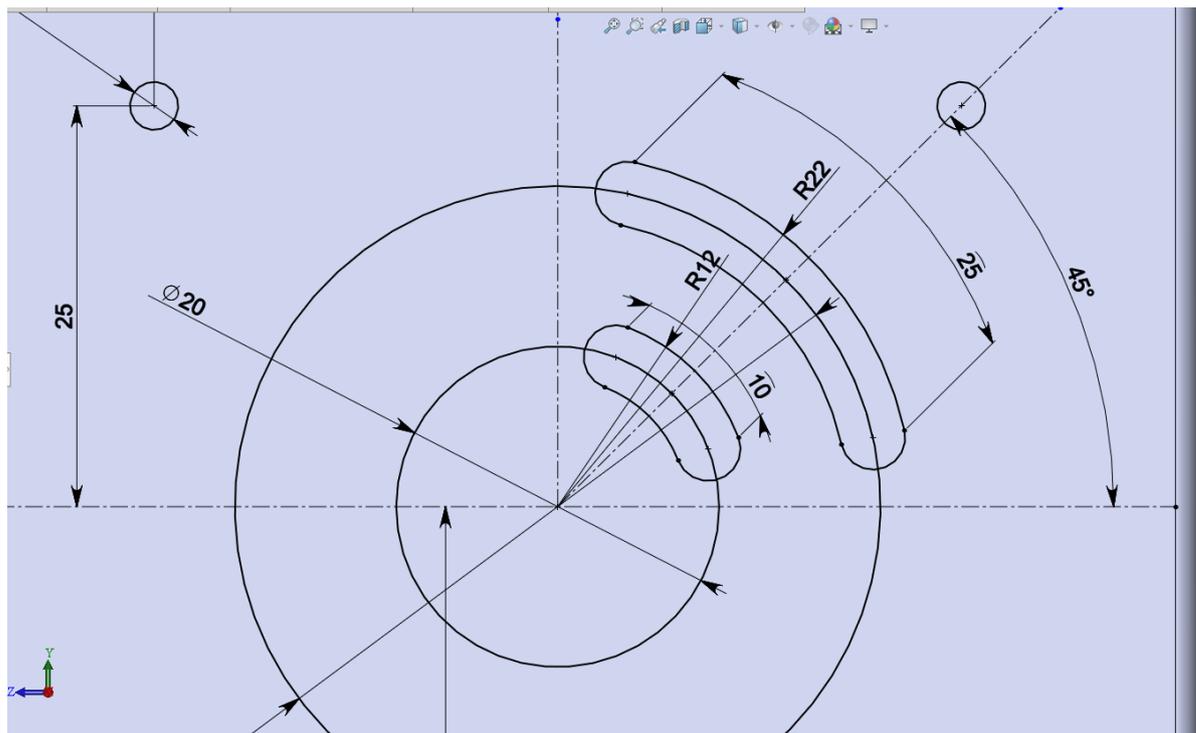


Рисунок 14 – создание большой прорези

17. Выделить созданные прорези. Создать круговой массив с параметрами, как показано на рисунке 15. Подтвердить операцию.

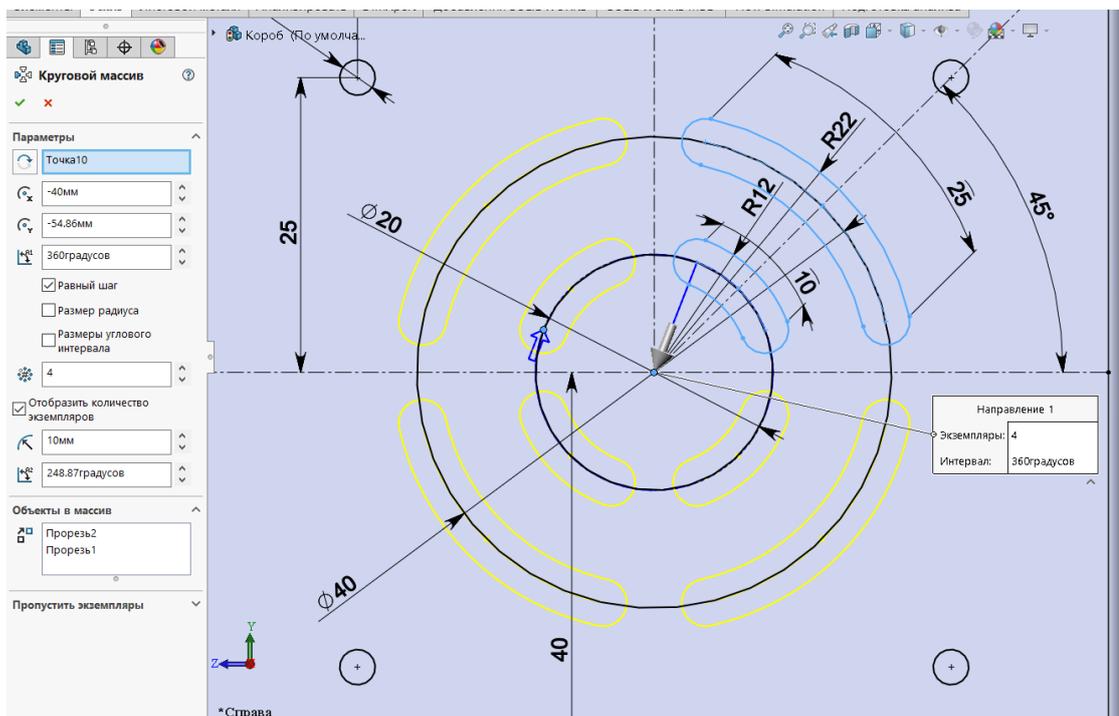


Рисунок 15 – создание кругового массива

18. Может возникнуть ошибка, если этого не произошло, пропустить данный пункт. Для ее устранения необходимо щелкнуть по красной надписи «Переопределен» внизу рабочей области. В левой части экрана откроется окно «SketchXpert». В нем требуется нажать кнопку Исправление вручную – Удалить все. Во всплывающем окне нажать «ОК». Подтвердить операцию. Также удалить созданные окружности. Выйти из эскиза. Готовый эскиз показан на рисунке 16.

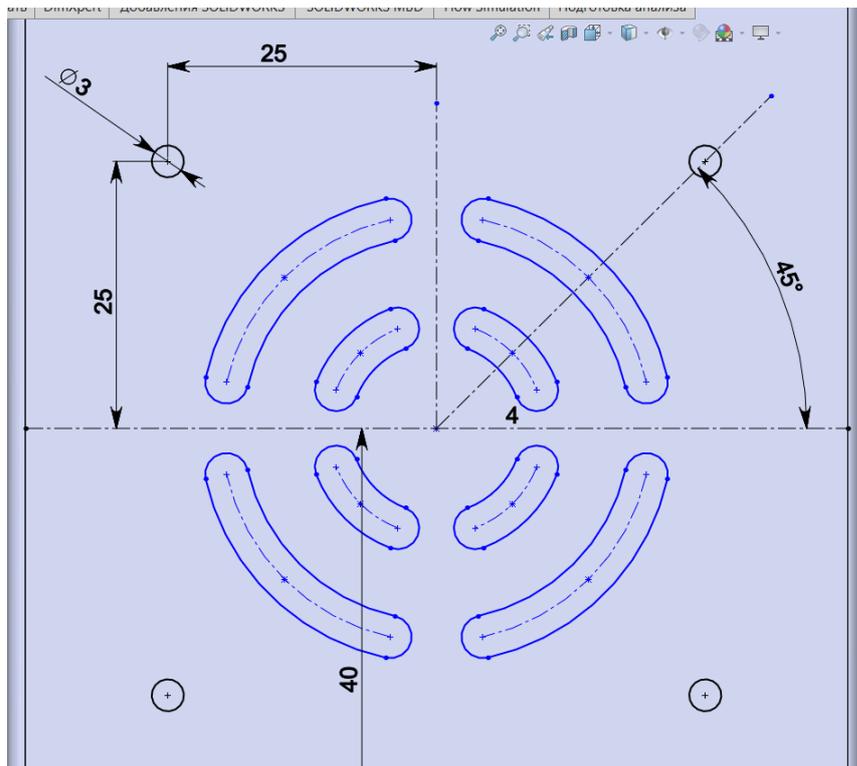


Рисунок 16 – эскиз вентиляционного отверстия

19. В дереве модели выделить созданный эскиз. Выполнить операцию «Вытянутый вырез» (рис. 17).

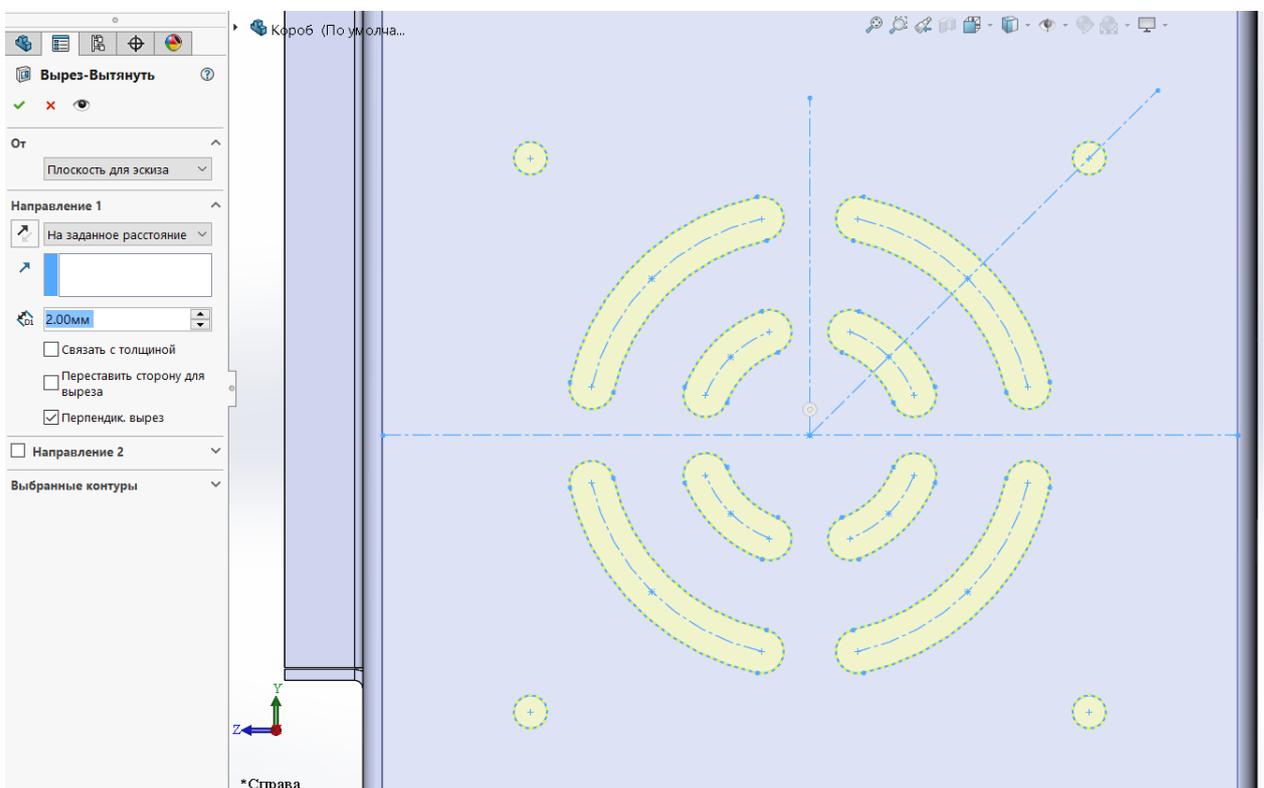


Рисунок 17 – создание выреза вентиляционного отверстия

20. Выбрать вид спереди. На выделенной кромке (рис. 18) начертить эскиз, как показано на рисунке. Выйти из режима эскиза.

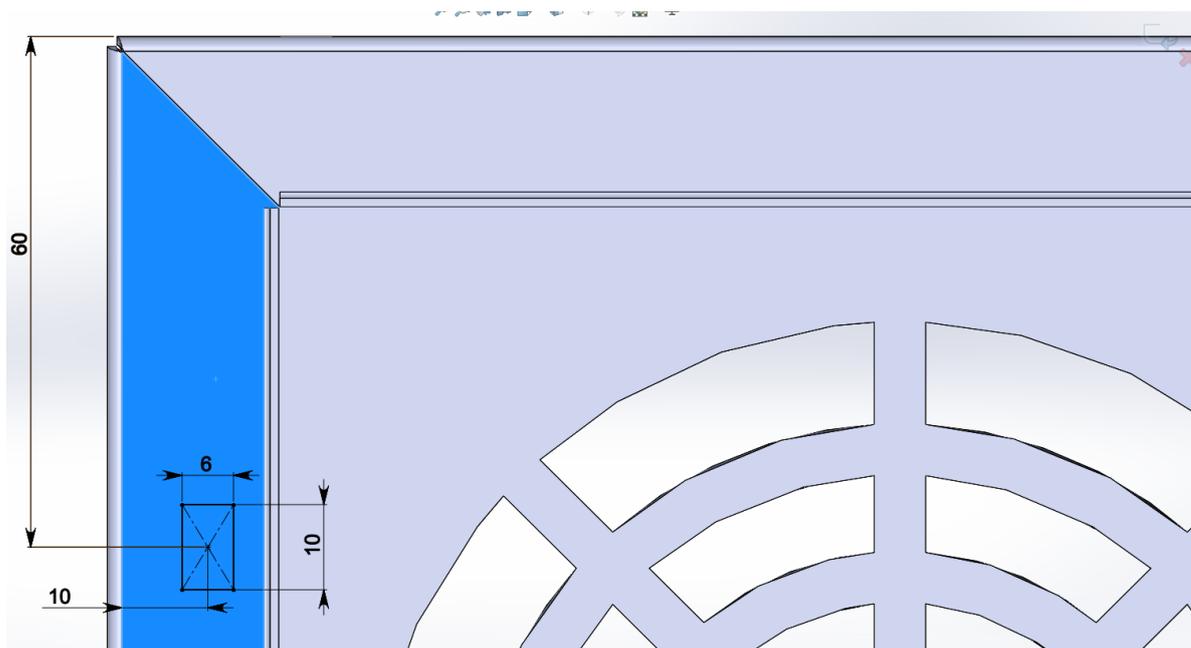


Рисунок 18 – создание эскиза петли на блоке

21. Выделить созданный эскиз в дереве модели. Выполнить операцию «**Вытянутая бобышка/основание**» на высоту равную 8 мм.

22. Выбрать операцию «**Скругление**». Задать параметры и выделить грани, как на рисунке 19.

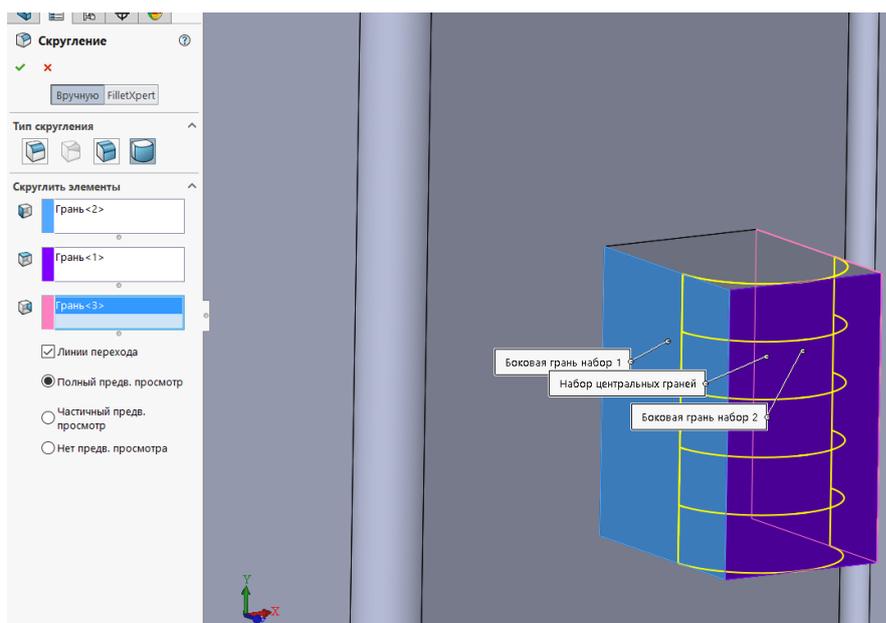


Рисунок 19 – скругление петли на блоке

23. Выделить указанную плоскость (рис. 20).

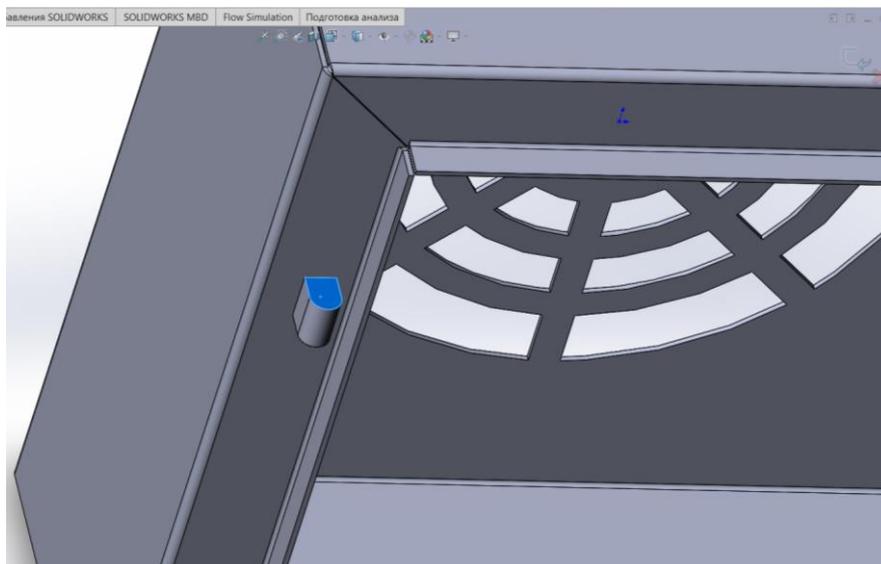


Рисунок 20 – выбор верхней плоскости петли блока

24. Выбрать операцию «Окружность». Наведя курсор на скругленное ребро, определить центр окружности (обозначается черным перекрестием), построить окружность диаметром 3 мм (рис. 21). Выйти из режима эскиза.

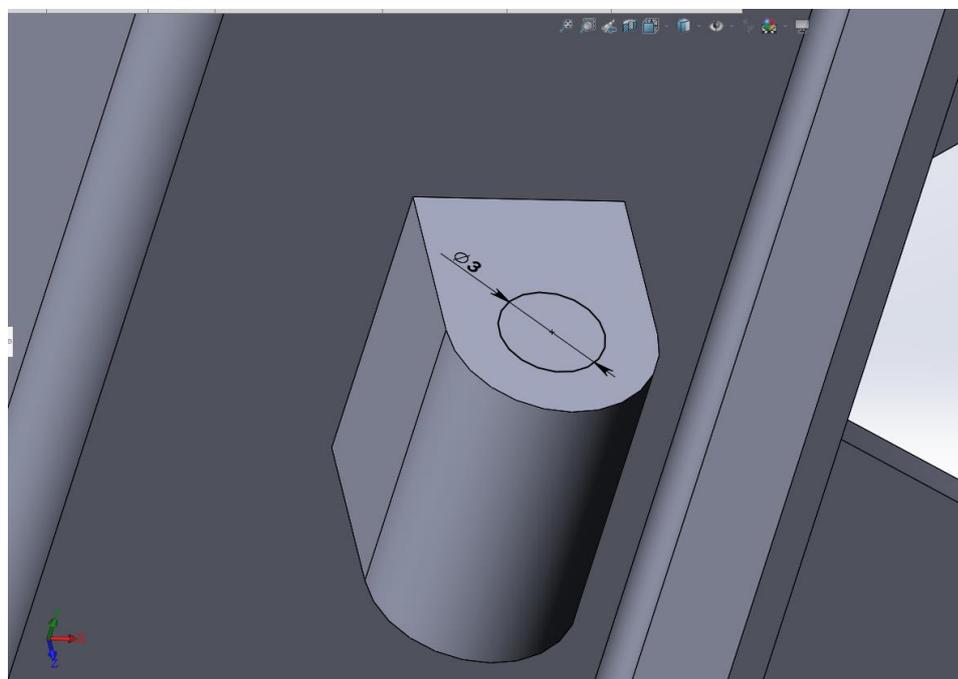


Рисунок 21 – создание эскиза для оси петли блока

25. Выделить созданный эскиз в дереве модели. Выполнить операцию «**Вытянутая бобышка/основание**» на высоту равную 2 мм (рис. 22).

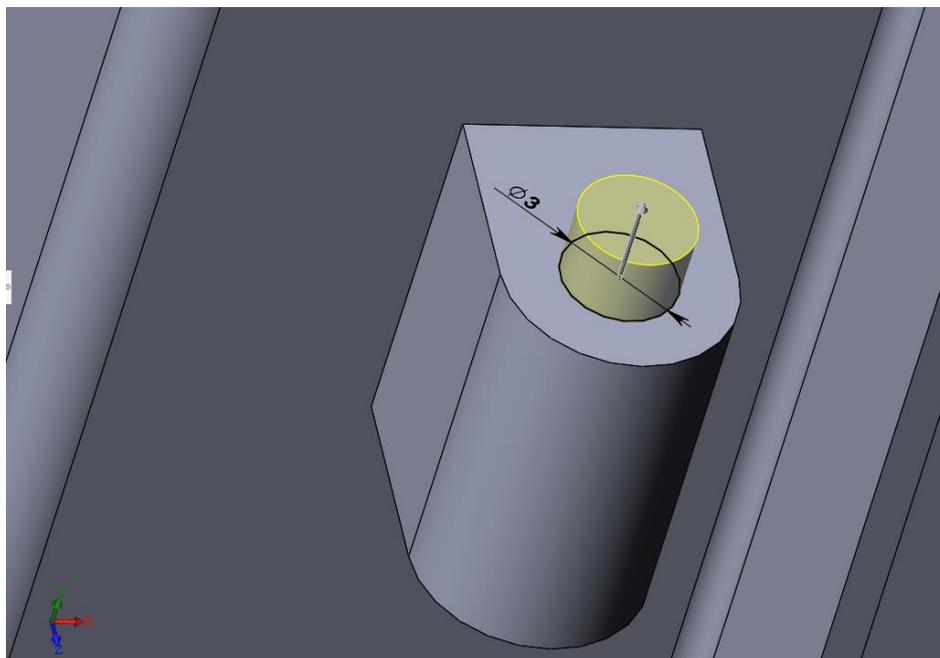


Рисунок 22 – создание оси петли блока

26. Выбрать операцию «**Линейный массив**» на панели инструментов «**Элементы**».

27. В пункте «**Направление 1**» выделить ребро. В поле «**Выбор элементов для массива**» выбрать созданное крепление (рис. 23).

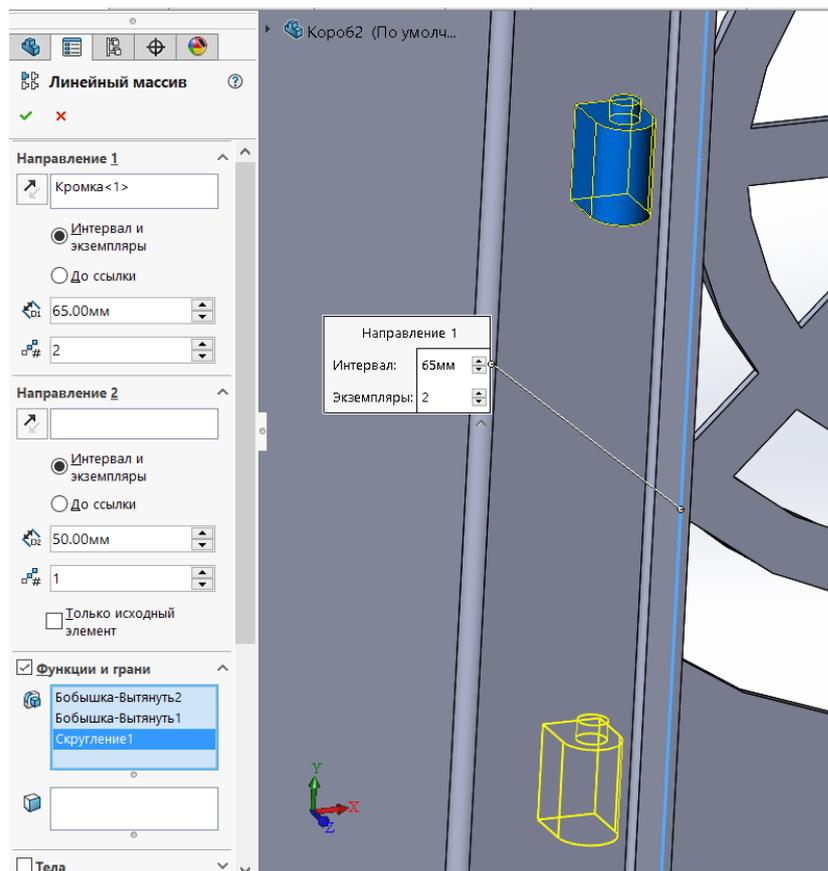


Рисунок 23 – создание массива петли на блоке

28. Результат виден на рисунке 24.

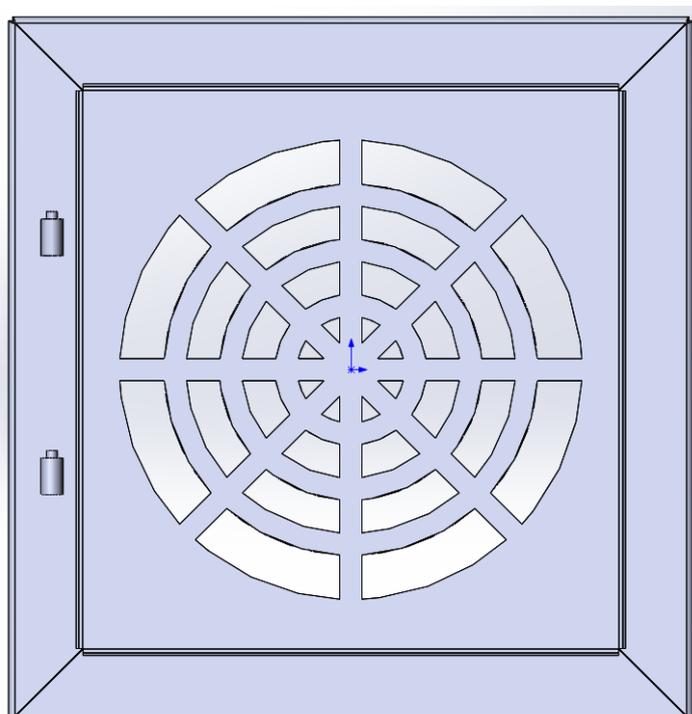


Рисунок 24 – петли на блоке

29. Сохранить созданный файл в папку своей группы.
30. Создать новый файл детали.
31. Выбрать плоскость спереди. Построить прямоугольник из центра с размерами 155x177 мм (рис. 25).

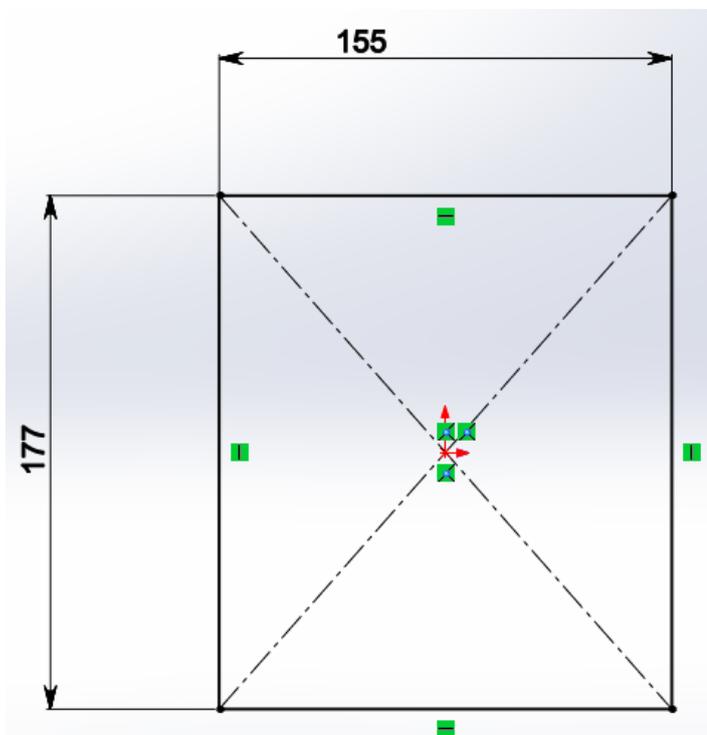


Рисунок 25 – создание эскиза для крышки

32. Выделить созданный эскиз в дереве модели. На вкладке «Листовой металл» выбрать операцию «Базовая кромка/выступ». Толщина кромки 1 мм.
33. Используя операцию «Ребро-кромка» построить четыре кромки высотой 10 мм (рис. 26).

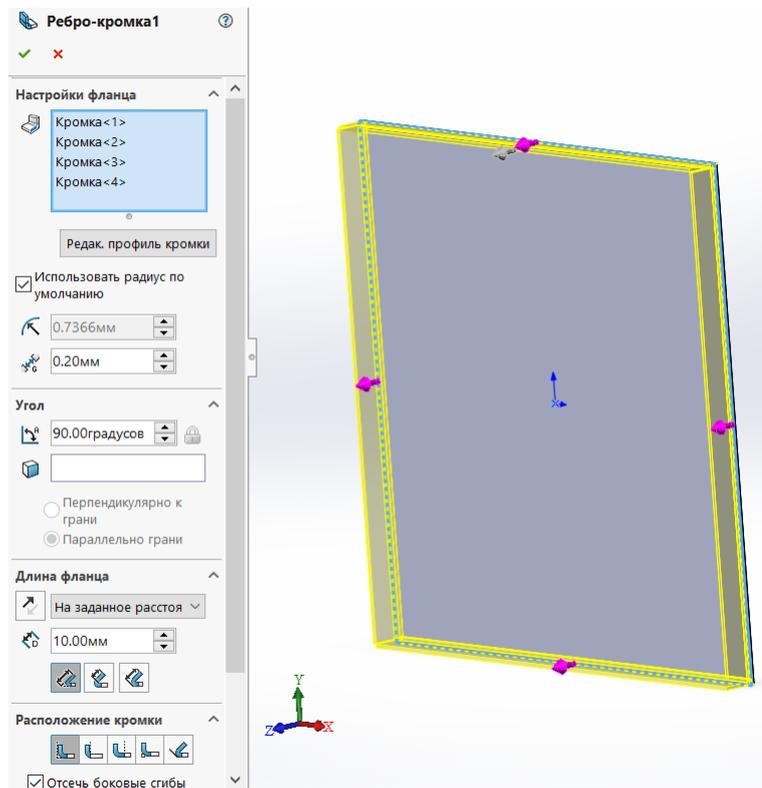


Рисунок 26 – создание кромок на крышке

34. Выбрать вид справа (Ctrl+4). На данной плоскости построить эскиз, как показано на рисунке 27. Выйти из режима эскиза

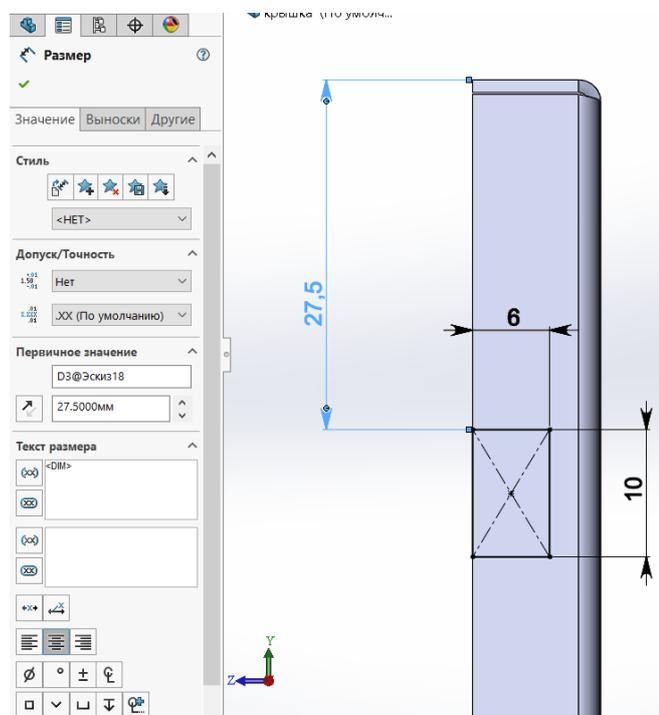


Рисунок 27 - создание эскиза для петли на крышке

35. Выделить созданный эскиз в дереве модели. Используя операцию «**Вытянутая бобышка/основание**», вытянуть эскиз на 8 мм.

36. Скруглить объект, аналогично пункту 22.

37. Выделить плоскость, указанную на рисунке 28.

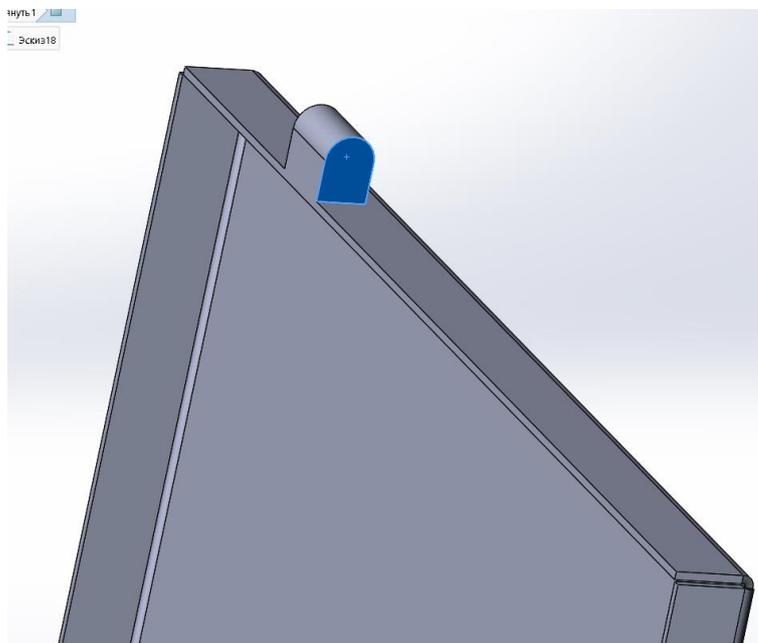


Рисунок 28 – выделение нижней плоскости петли на крышке

38. Выбрать операцию «**Окружность**». Наведя курсор на скругленное ребро, определить центр окружности, построить окружность диаметром 3.05 мм (рис. 29). Выйти из режима эскиза.

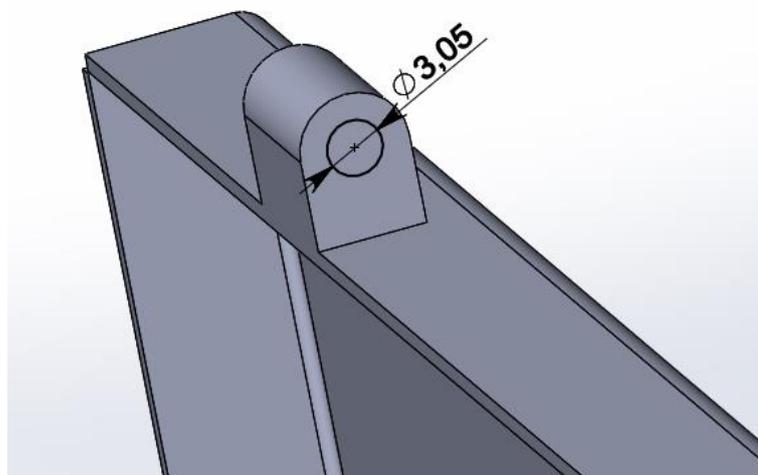


Рисунок 29 – создание эскиза для оси петли на крышке

39. Выделить созданный эскиз в дереве модели. Выполнить операцию «Вытянутый вырез» на глубину равную 2 мм (рис. 30).

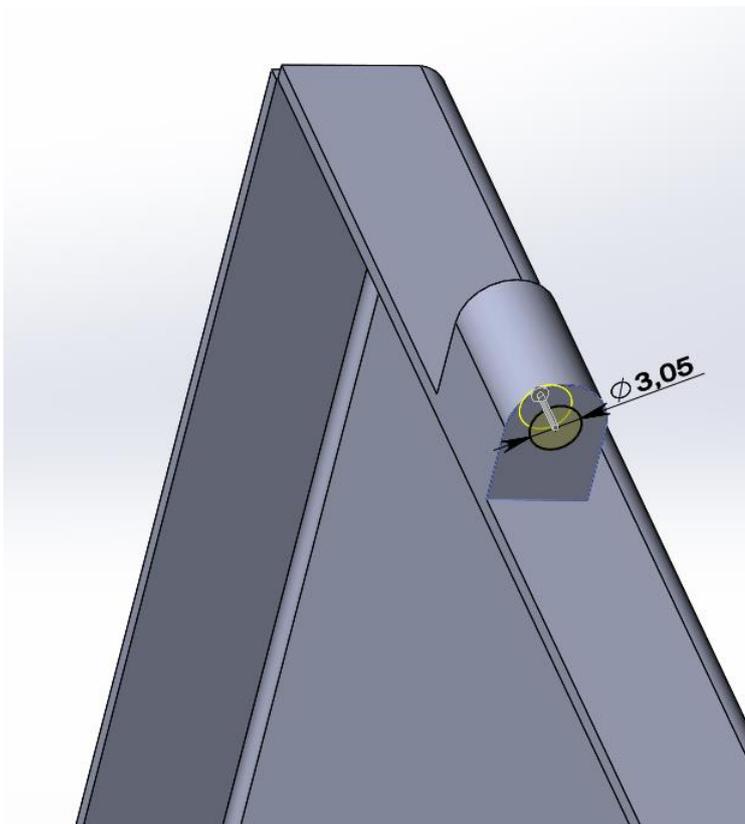


Рисунок 30 – создание оси для петли на крышке

40. Повторить пункты 26-27 (рис. 31).

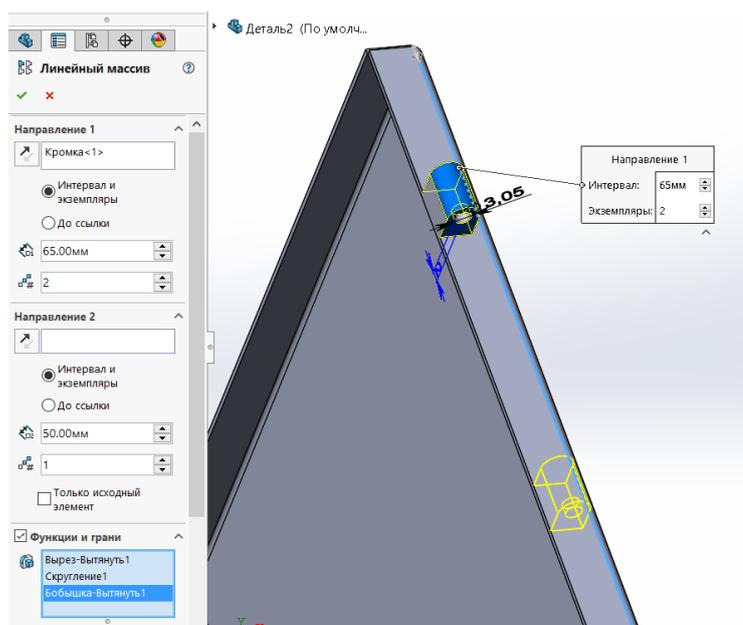


Рисунок 31 – создание массива петли на крышке

41. Сохранить созданный файл под именем «Крышка».
42. Создать файл сборки (Файл – Новый - Сборка).
43. На панели инструментов «Сборка» выбрать операцию «Вставить компоненты». Выбрать деталь «Короб» и навести на начало координат, щелкнуть левой кнопкой мыши (рис. 32).

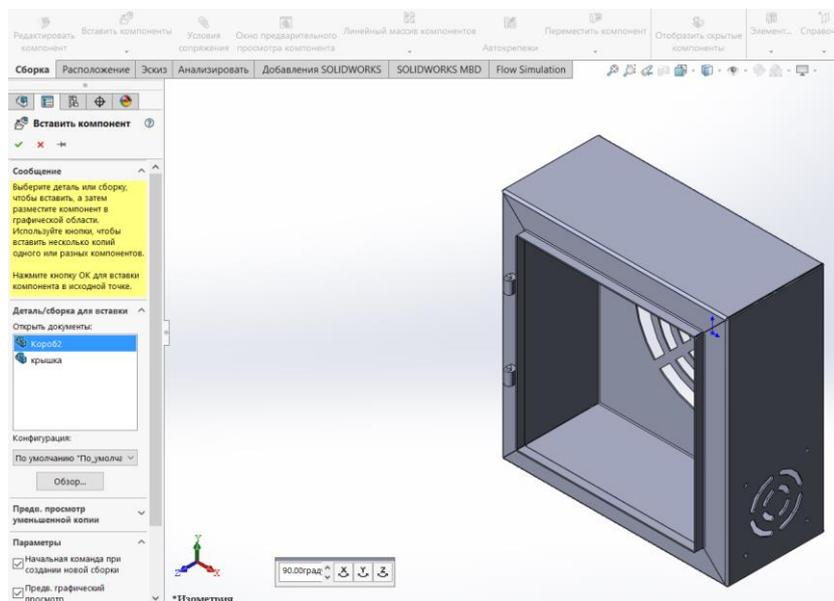


Рисунок 32 – вставка блока в сборку

44. Аналогичным образом вставить созданную ранее крышку и поместить рядом с коробом (рис. 33).

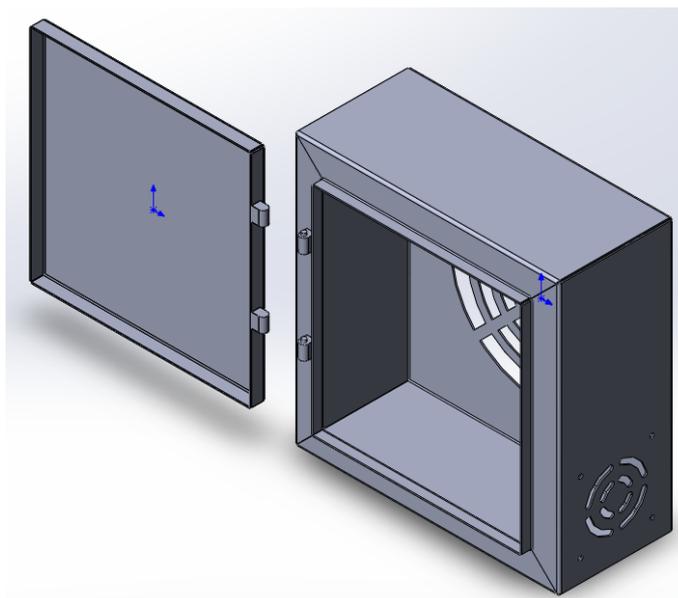


Рисунок 33 – вставка крышки в блок

45. На панели инструментов «Сборка» выбрать операцию «Условия сопряжения». Выделить внутреннюю поверхность выреза на крышке (рис. 34) и ось на блоке. Подтвердить операцию.

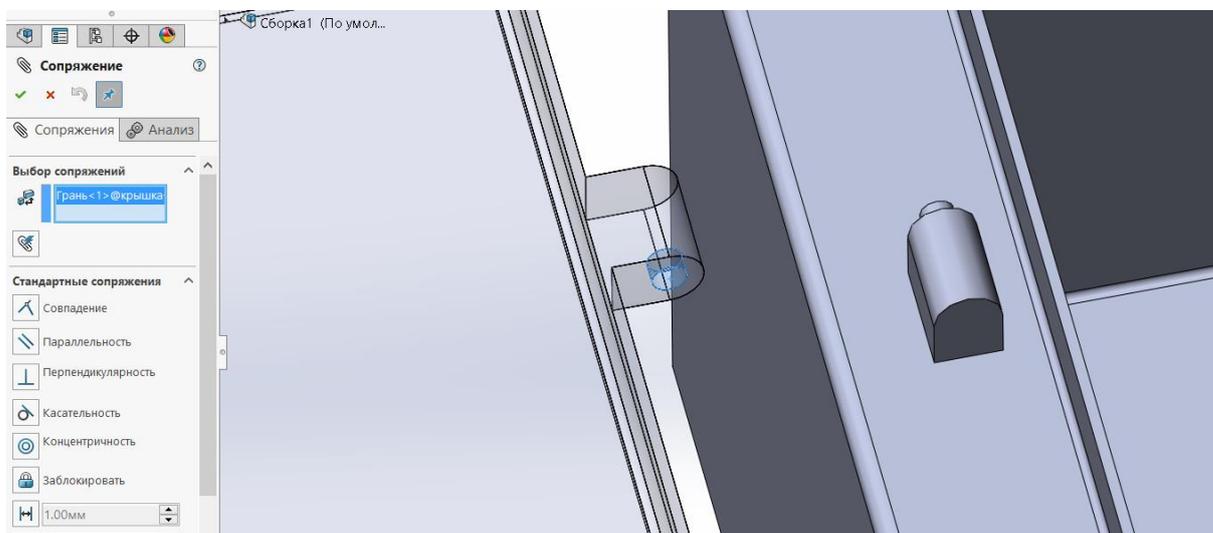


Рисунок 34 – создание сопряжение осей

46. Выделить нижнюю плоскость петли на крышке (рис. 35) и верхнюю плоскость петли блока. Подтвердить операцию. Результат виден на рисунке 36.

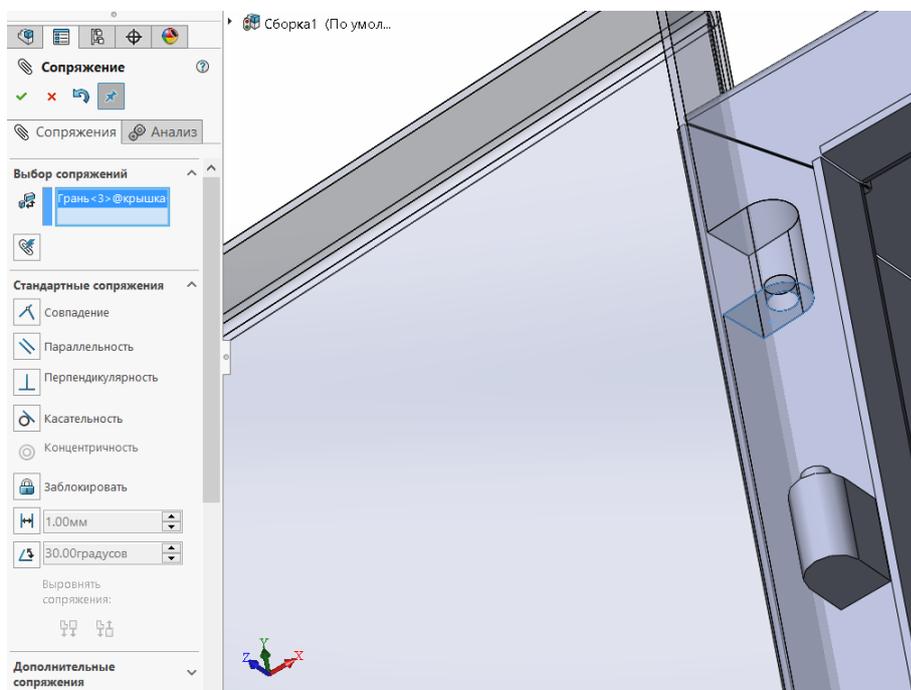


Рисунок 35 – выделение плоскостей петель

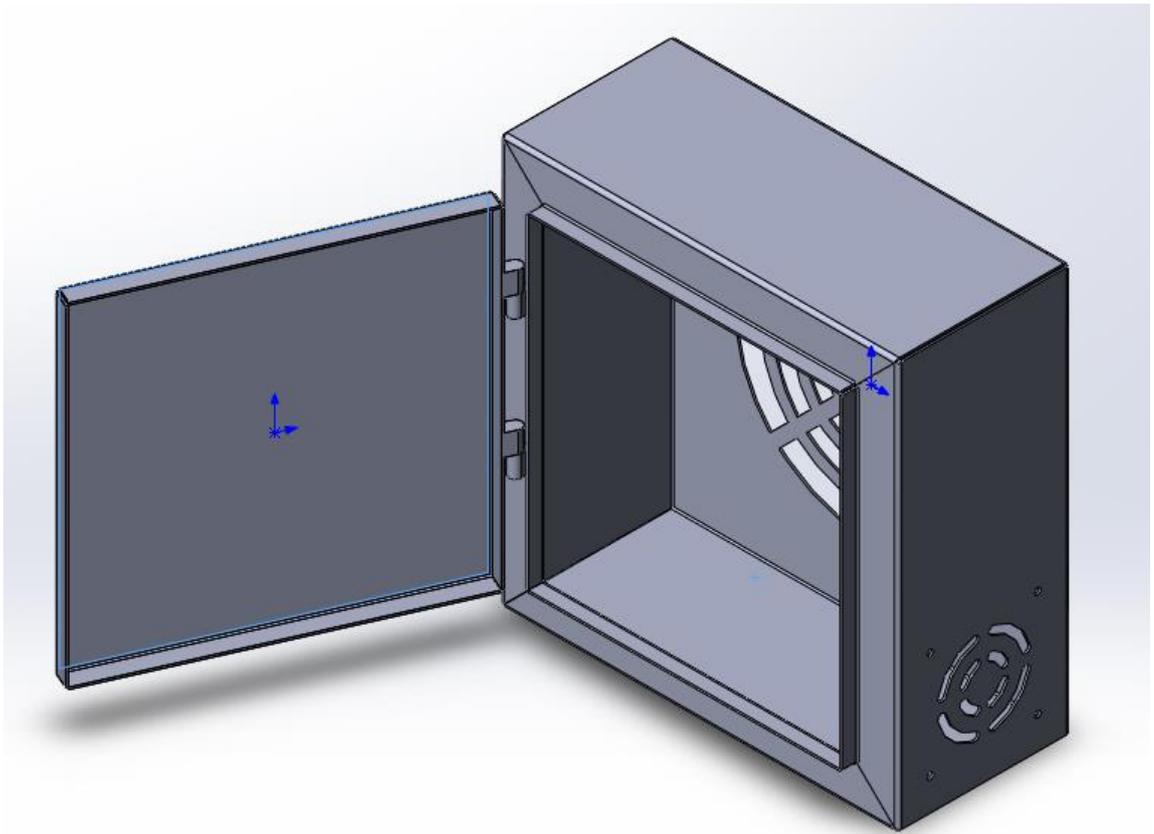


Рисунок 36 – вид готового блока

## Лабораторная работа №5

### Работа со сборкой печатной платы

1. Открыть файл BOARD.sldprt. Выбрать вид спереди (Ctrl+1) и войти в режим эскиза. Нажать **Инструменты – Инструменты эскиза – Картинка эскиза** (рис. 1). В открывшемся окне выбрать файл Sketch Drawing.png.

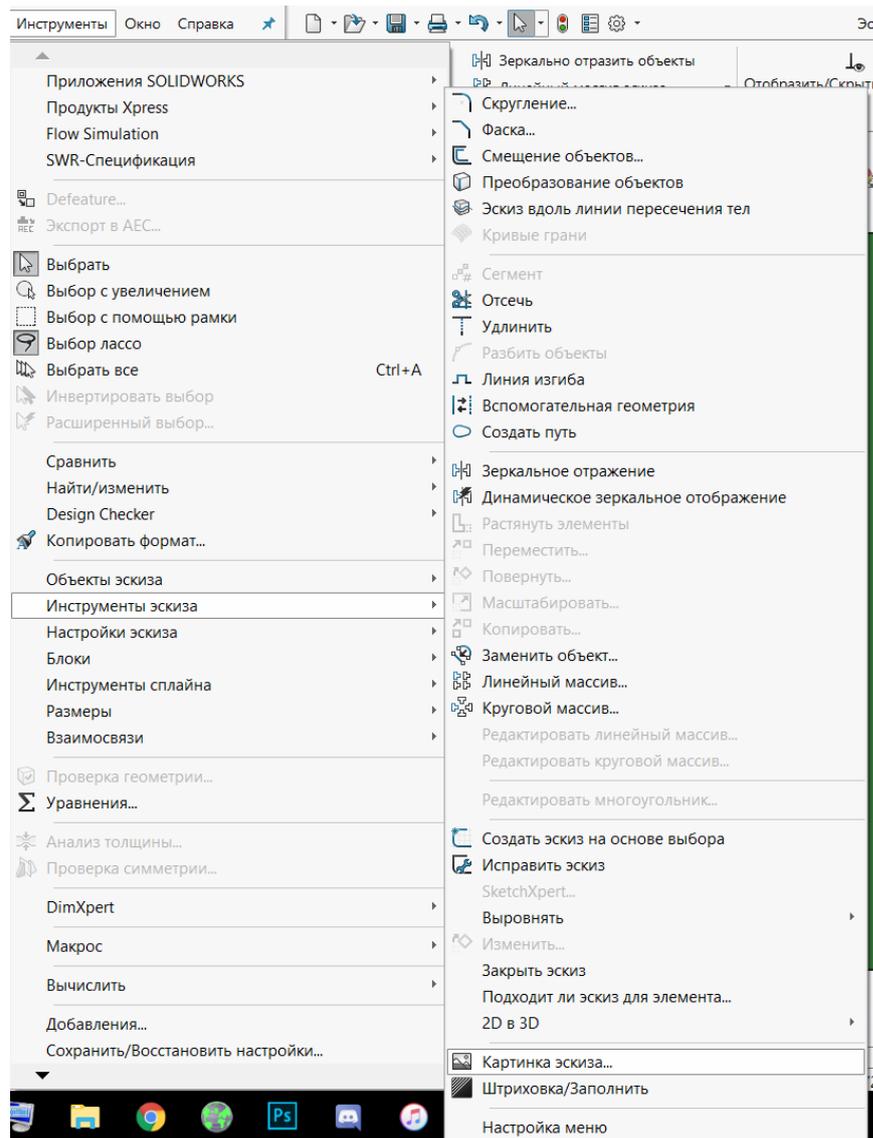


Рисунок 1 – выбор картинки эскиза

2. Сопоставить размер картинки с размером платы, как на рисунке  
2. Пересохранить файл BOARD.sldprt.

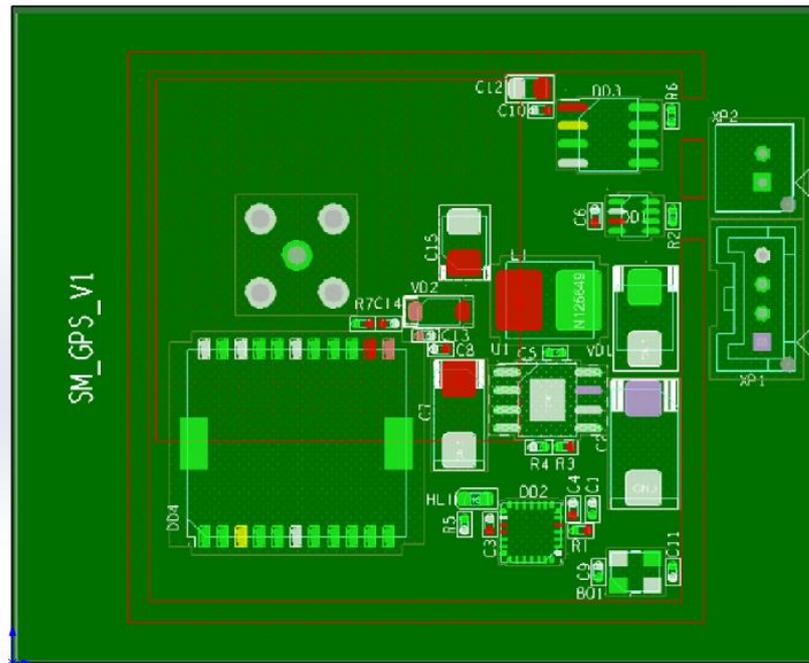


Рисунок 2 – совмещение платы и эскиза

3. Создать новую сборку (**Файл – Новый – Сборка**). Добавить на рабочую область элемент BOARD.sldprt. Затем добавить ML8088S.sldprt.
  4. Сопрячь нижнюю плоскость микросхемы с верхней плоскостью платы.
  5. Сопрячь исходную точку с кромкой, подсвеченной на рисунке 3.
- Выполнить сопряжение расстоянием с указанными параметрами (рис. 4).

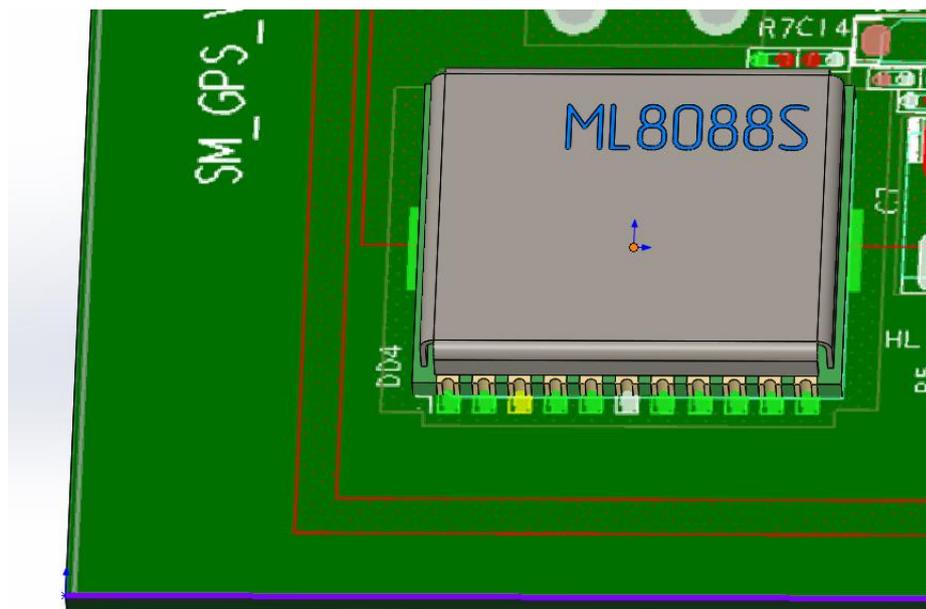


Рисунок 3 – сопряжение микросхемы с нижней кромкой

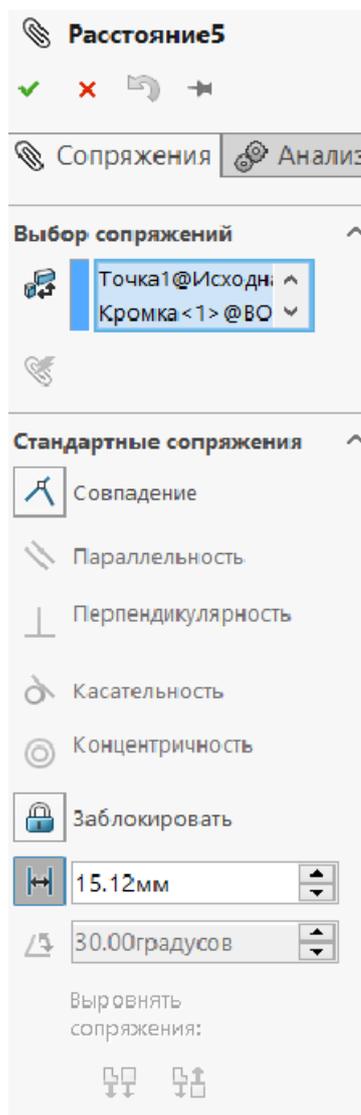


Рисунок 4 – параметры сопряжения

6. Сопрячь плоскость и кромку, подсвеченные на рисунке 5 (оранжевый и фиолетовый). Выполнить сопряжение расстоянием на 19.33 мм аналогично пункту 5.

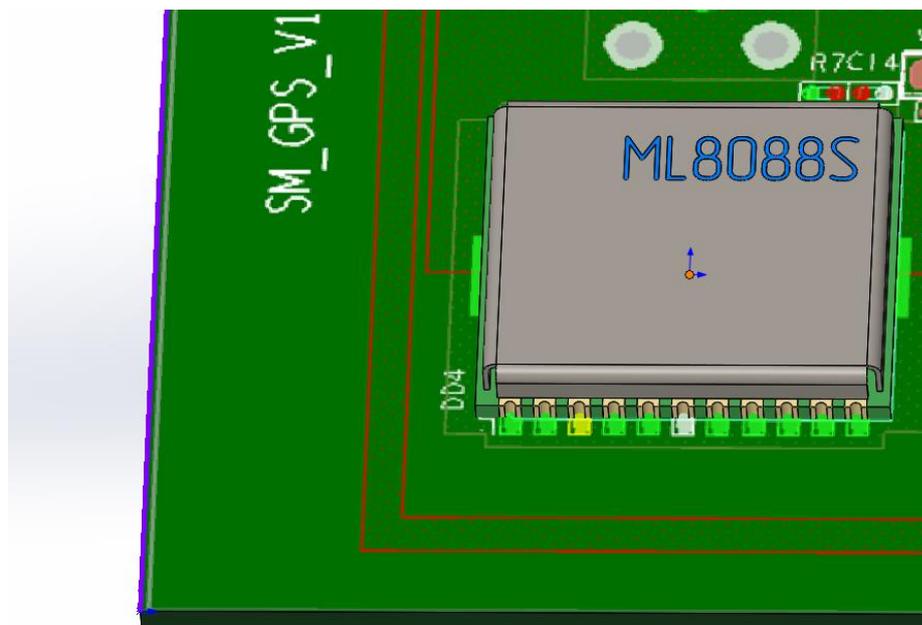


Рисунок 5 – сопряжение микросхемы с левой кромкой

7. Повторить пункты 5-6 для каждого элемента, указанного в таблице 1 (первое значение в столбце «расстояние» - расстояние от нижней кромки платы, второе значение – от левой). При необходимости повернуть элемент в соответствии с геометрией посадочного места.

Таблица 1. Размещение элементов на плате

Название элемента	Посадочное место на плате	Расстояние от кромок
OSCCC320X250X80	BQ1	6.19x42.64
CAPC1005X55	C9	6.19x40.09
CAPC1005X55	C11	6.19x45.19
QFN28P50_400X400X60L40X25	DD2	8.93x35.46
RESC1005X40	R5	9.49x30.88
CAPC1005X55	C3	9.49x32.61
LEDC1608X60	HL1	11.24x31.65
RESC1005X40	R1	9.07x38.89
CAPC1005X55	C4	10.55x38.38
CAPMP7343X310	C2	15.08x43.22

CAPMP6032X280	C7	17.06x30.51
SOIC127P600X170-9L87T269X30	U1	18.11x36.61
RESC1005X40	R7	23.38x23.87
CAPC1005X55	C14	23.38x25.67
SOD270X155X145L32X55	VD2	24.23x29.14
CAPC1005X55	C13	22.59x28.21
CAPC1005X55	C8	21.59x29.23
CAPC1005X55	C5	21.38x37.13
LQH55D	L1	25x36.74
DIOM5336X265	VD1	23.77x43.32
CAPMP3528X210	C15	29x30.9
CAPC1005X55	C6	30.86x39.89
SOT65P280X100-8L20	DD1	30.86x42.55
RESC1005X40	R2	30.86x45.22
SOIC127P600X170-9L87T269X30	DD3	36.49x40.8
CAPC1005X55	C10	38.18x36.12
CAPC2012X140	C12	39.68x35.38
RESC1005X40	R6	37.78x45.15
B02B-PASK (исходной точкой считать нижнюю)	XP2	33.18x51.39
JST_B04B-PASK	XP1	22.13x51.38

Допускаются небольшие погрешности в отношении размещения рисунка эскиза и элементов. Конечный результат можно увидеть на рисунке 6.

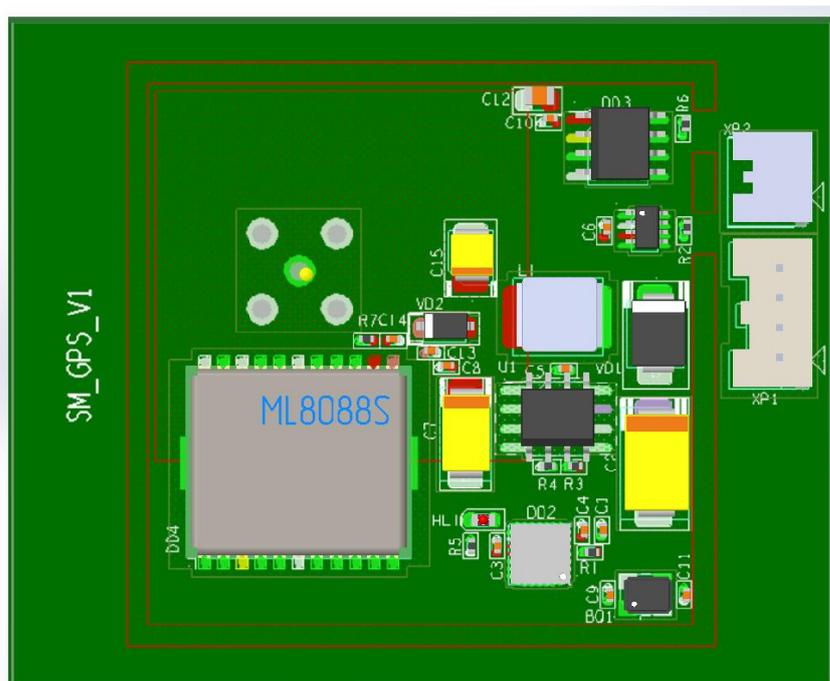


Рисунок 6 – плата печатная с элементами

8. Сохранить созданную сборку.

## Лабораторная работа №6

### Создание библиотеки инструментов форм

1. Открыть библиотеку проектирования в правой части окна SolidWorks (рис. 1).

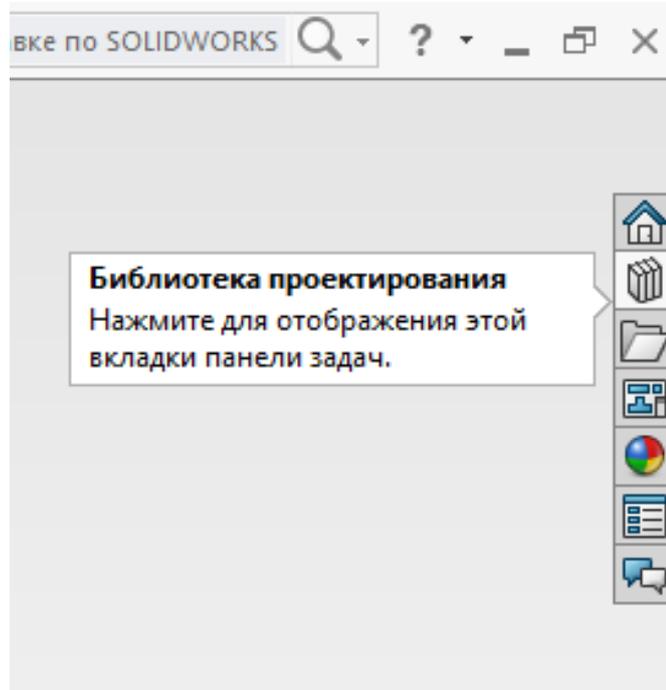


Рисунок 1 – открытие библиотеки проектирования

2. Нажать на кнопку «Добавить местоположение файла» (рис. 2).

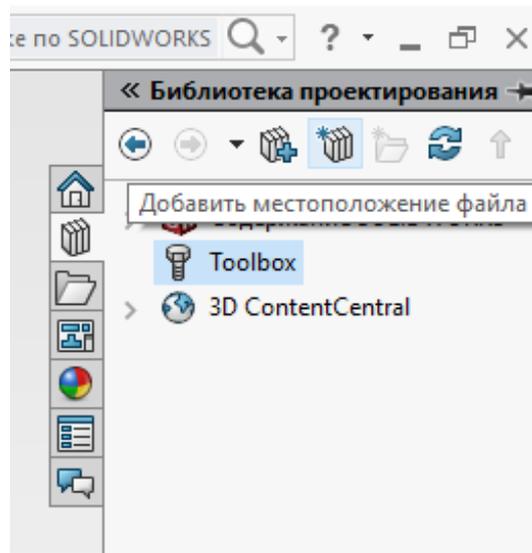


Рисунок 2 – добавление местоположения файла

3. В открывшемся окне открыть директорию с названием группы и создать в ней новую папку с названием «Библиотека форм». Нажать «ОК».

4. В библиотеке проектирования появилась созданная папка. Путем нажатия правой кнопкой мыши по папке вызвать контекстное меню. Выбрать опцию «Папка инструментов формы» (рис. 3).

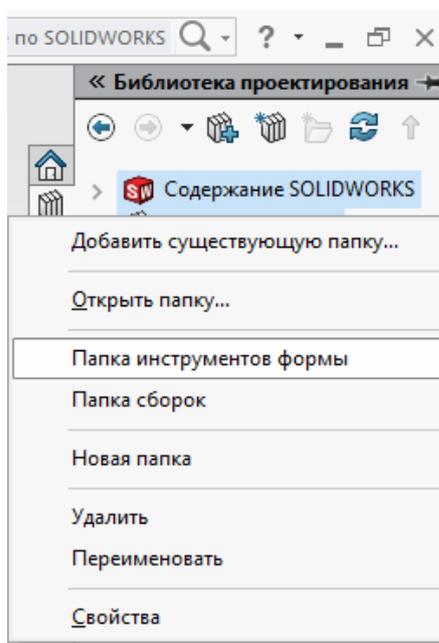


Рисунок 3 – выбор опции «Папка инструментов формы»

5. Создать новую деталь (Файл – Создать - Деталь).  
6. Выбрать вид спереди. Начертить прямоугольник из центра размерами 72x120. Применить операцию «Вытянутая бобышка». Вытянуть на 10 мм.

7. Выбрать вид сзади. На выбранной плоскости в произвольном месте начертить окружность диаметром 40 мм. Применить операцию «Вытянутая бобышка». Вытянуть на 10 мм. Результат показан на рисунке 4.

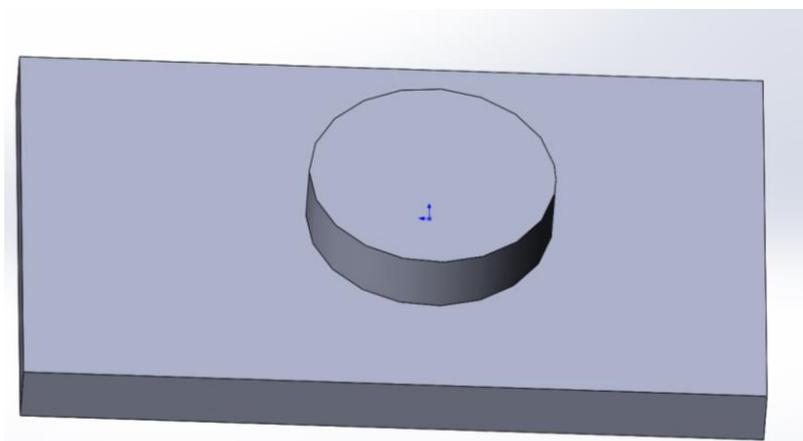


Рисунок 4 – вытягивание основания для отверстия

8. Нижнюю кромку круглой бобышки скруглить при помощи операции «Скругление» на вкладке «Элементы». Выставить настройки согласно рисунку 5.

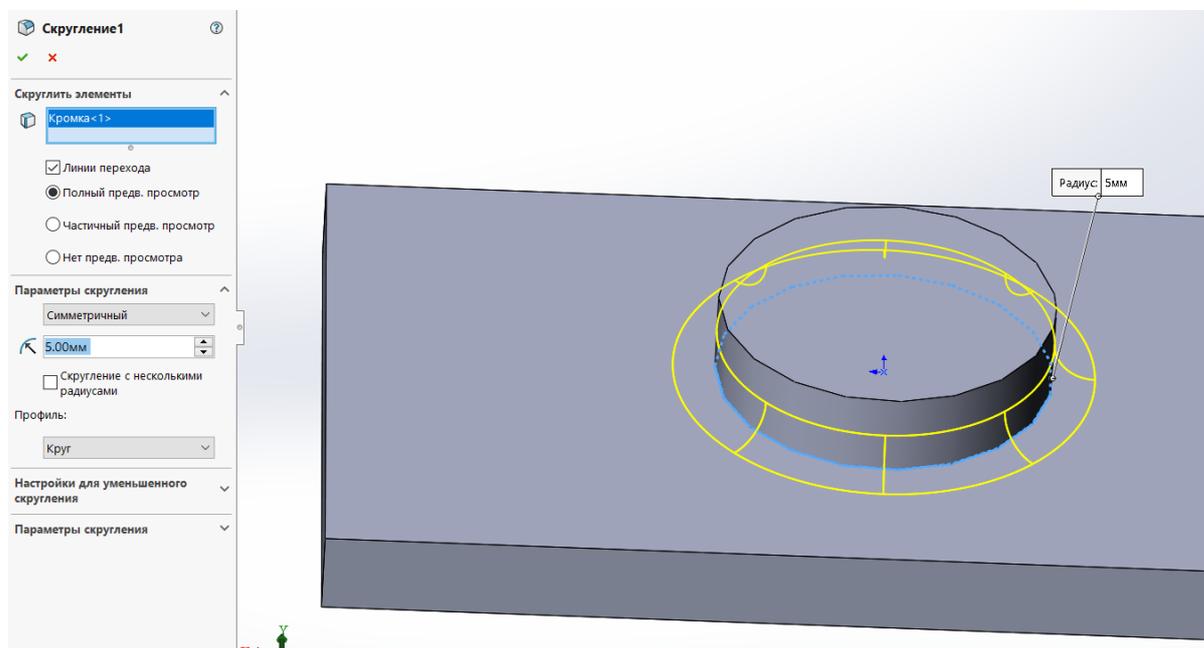


Рисунок 5 – скругление нижней кромки

9. Повторить пункт 8 для верхней кромки (рис. 6).

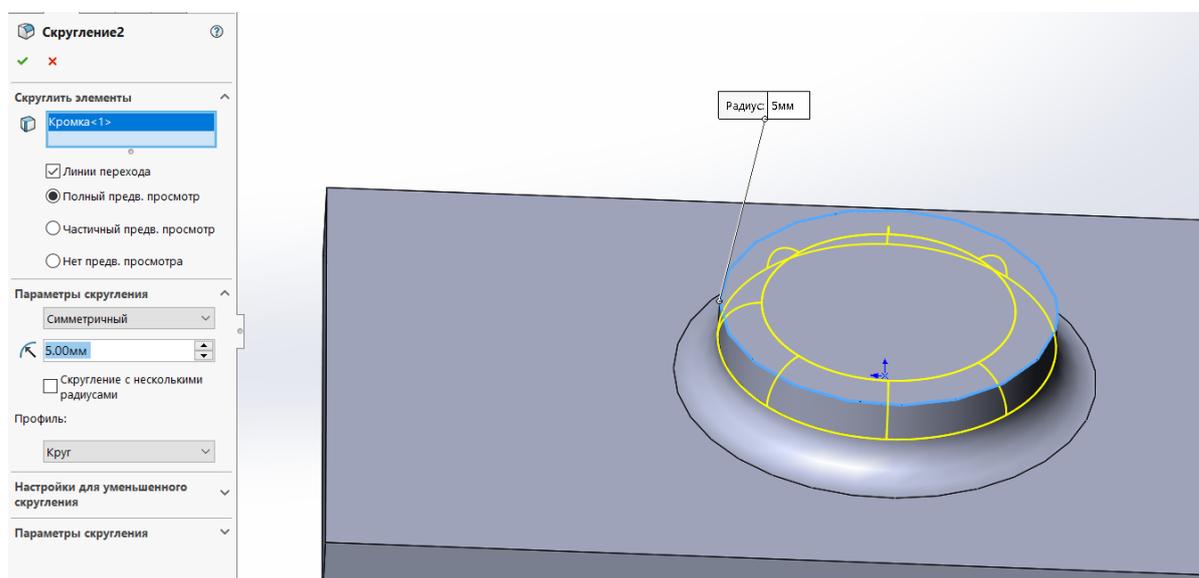


Рисунок 6 – скругление верхней кромки

10. На верхней части бобышки начертить окружность диаметром 30 мм (рис. 7).

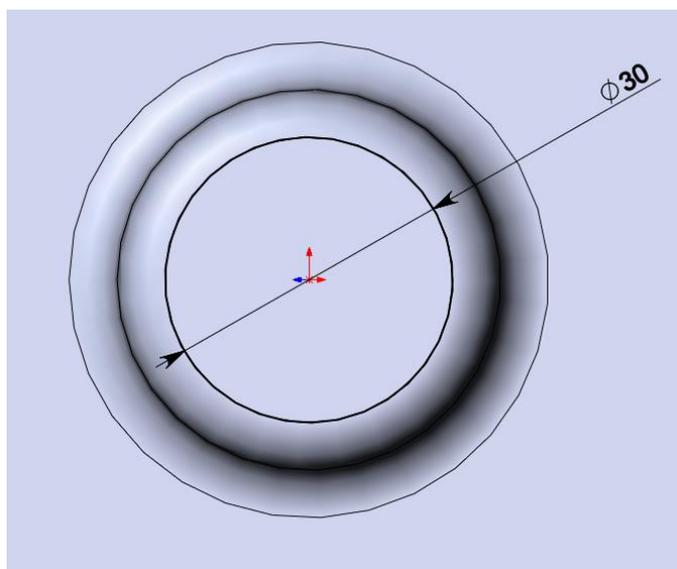


Рисунок 7 – создание эскиза на верхней плоскости объекта

11. Вытянуть созданную окружность на 10 мм (рис. 8).

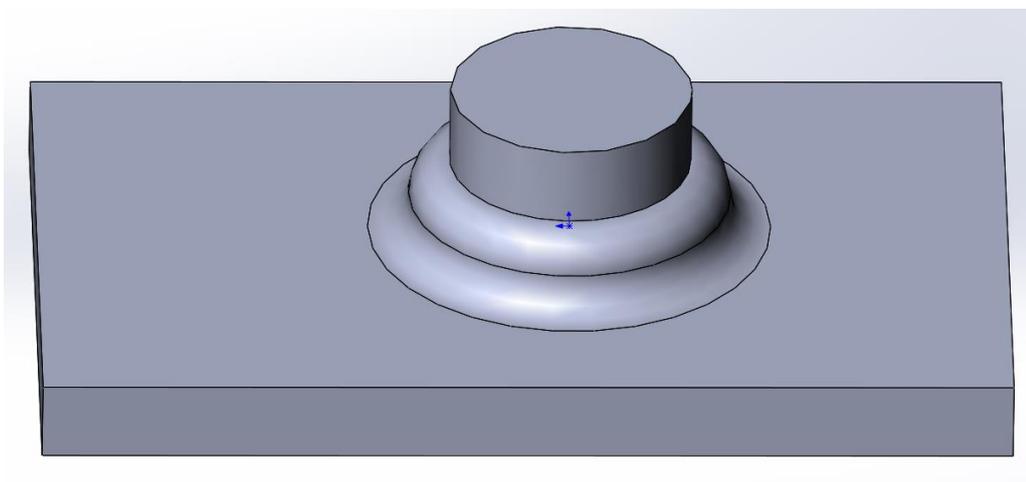


Рисунок 8 – заготовка для формы отверстия

12. Выбрать вид снизу (Ctrl+6). Начертить эскиз согласно рисунку 9.

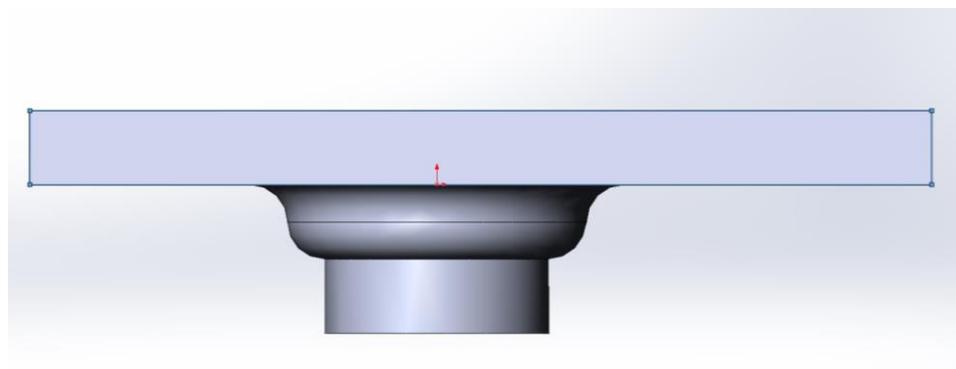


Рисунок 9 – создание эскиза для отсечения подложки

13. Выбрать операцию «**Вытянутый вырез**» и выставить настройки согласно рисунку 10.

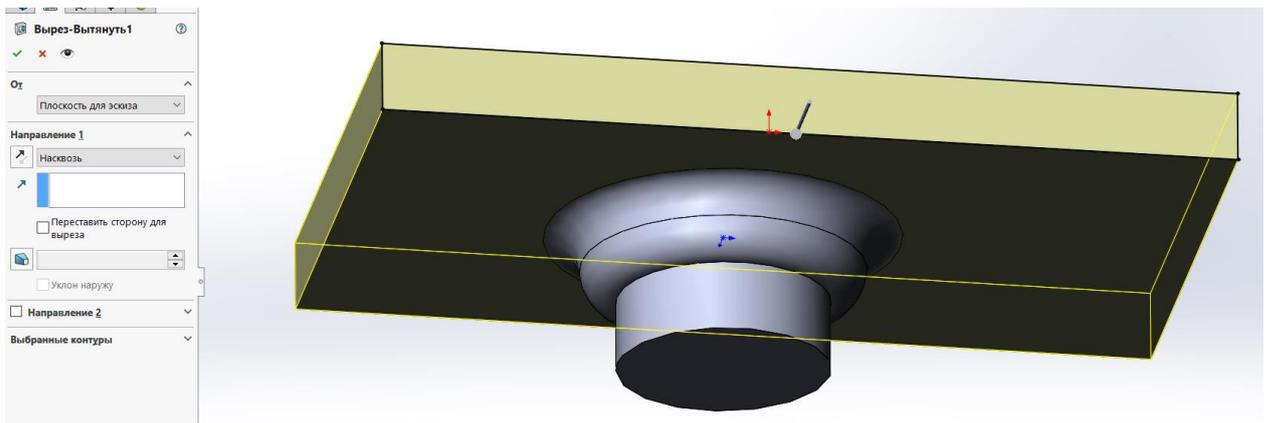


Рисунок 10 – отсечение подложки отверстия

14. Перейти на вкладку «Листовой металл». Выбрать операцию «Инструмент формы».

15. В качестве ограничивающей грани выбрать нижнюю плоскость (рис. 11). В поле «Удалить грани» выбрать бобышку, как на рисунке 12. Подтвердить операцию.

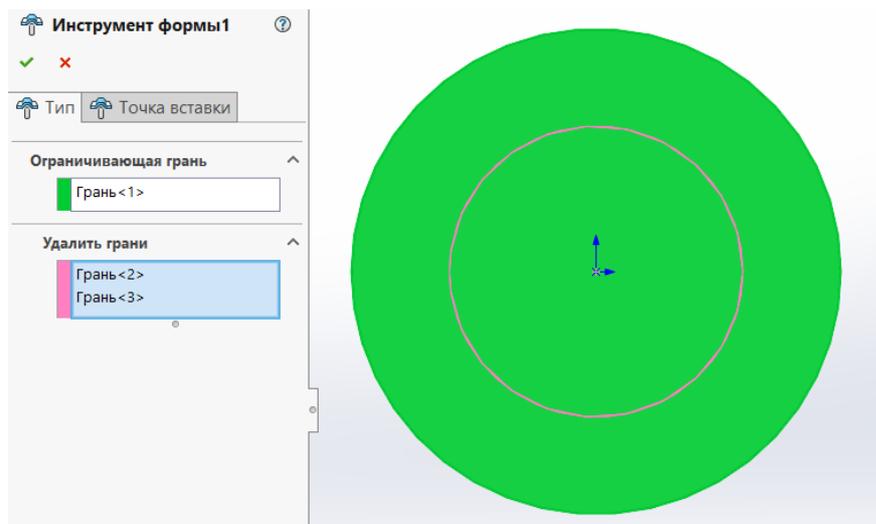


Рисунок 11 – выбор ограничивающей грани

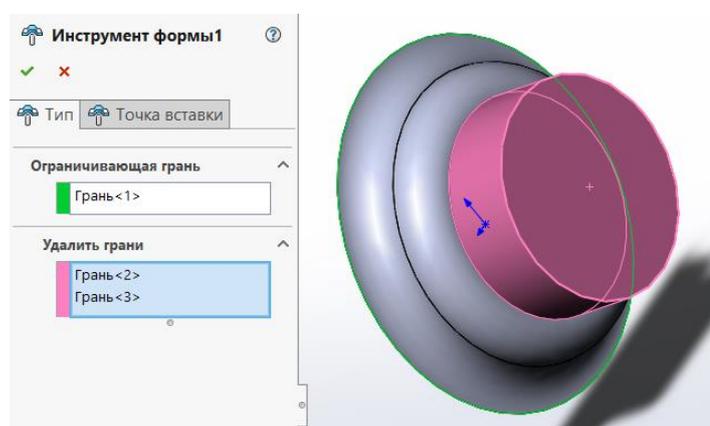


Рисунок 12 – удаление граней

16. Сохранить файл в папку «Библиотека формы» под названием «Отверстие.sldprt».

17. Создать новую деталь.

18. Выбрать вид спереди. Начертить эскиз согласно рисунку 13. Вытянуть на 10 мм.

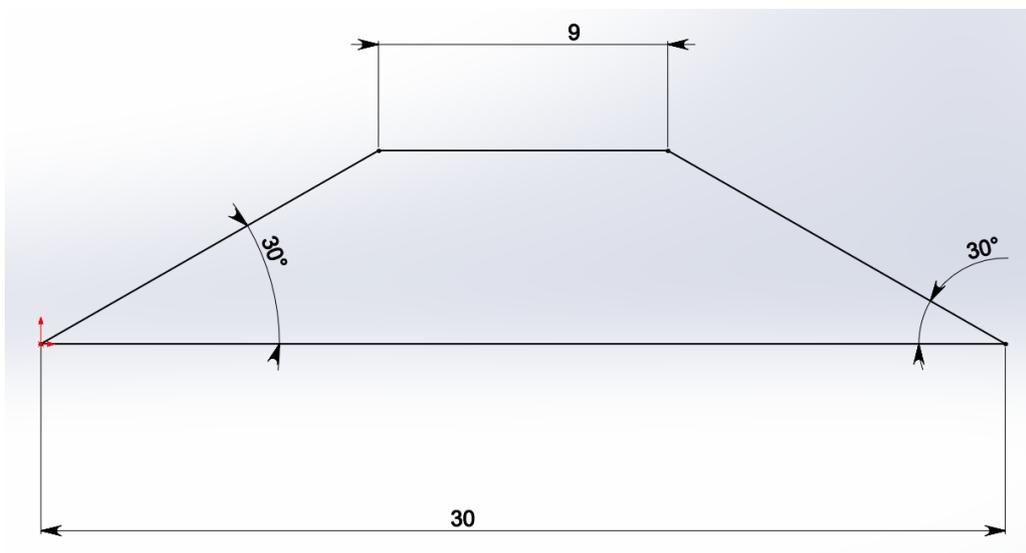


Рисунок 13 – создание эскиза крепления

19. На верхней плоскости трапеции начертить эскиз согласно рисунку 14.

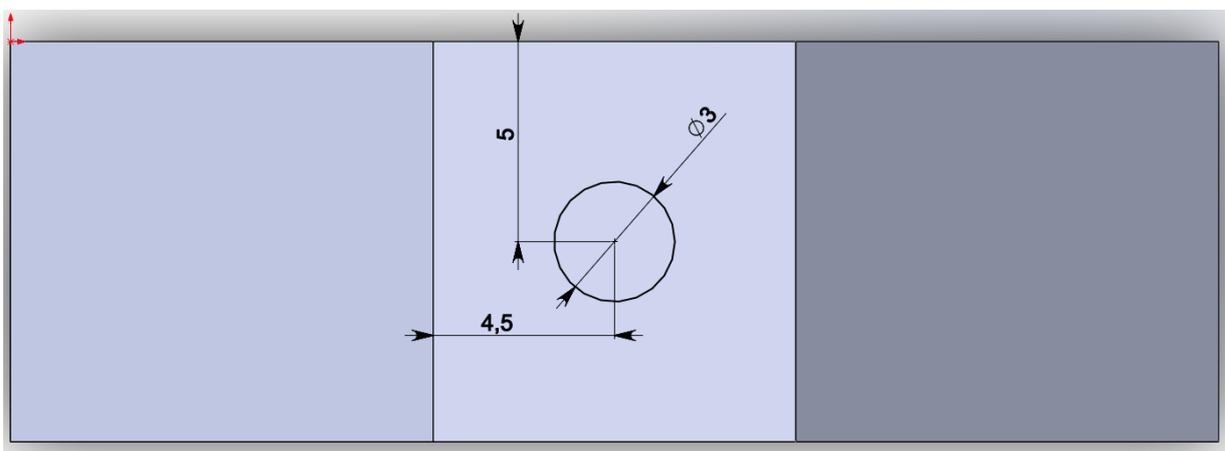


Рисунок 14 – создание эскиза окружности для отверстия в креплении

20. Вытянуть на 5 мм (рис. 15).

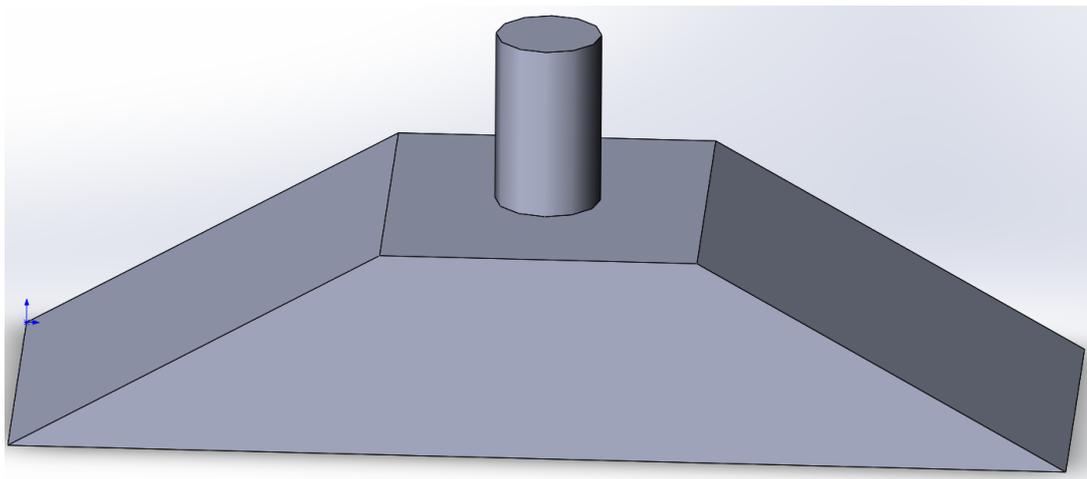


Рисунок 15 – заготовка для формы крепления

21. Выбрать операцию «**Инструмент формы**».
22. В качестве ограничивающей грани выбрать нижнюю плоскость трапеции. В поле «Удалить грани» выбрать бобышку, как на рисунке 16 (также выбирается вторая боковая грань). Подтвердить операцию.

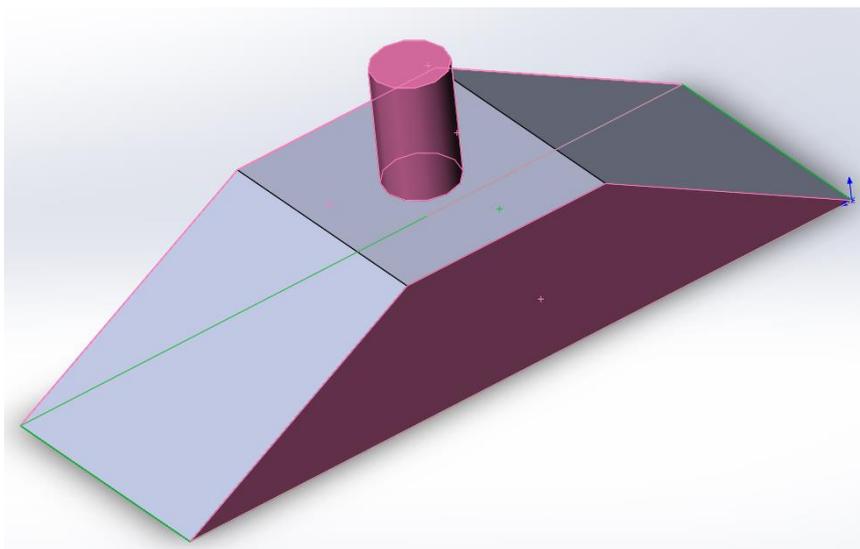


Рисунок 16 – форма крепления

23. Сохранить файл в папку «Библиотека формы» под названием «Крепление.sldprt».
24. Создать новую деталь.
25. Выбрать вид сверху (Ctrl+5). Начертить прямоугольник с размерами 60x100 мм. Вытянуть на 10 мм.
26. Выбрать вид слева. В качестве рабочей плоскости в дереве моделей выбрать плоскость «Справа».

27. Начертить эскиз согласно рисунку 17.

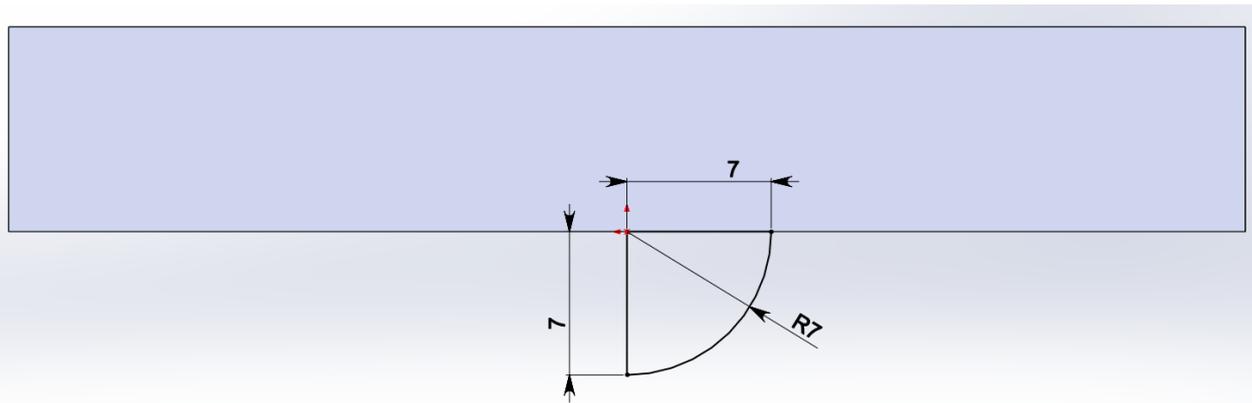


Рисунок 17 – создание эскиза жалюзи

28. Вытянуть созданный эскиз на 10 мм (рис. 18).

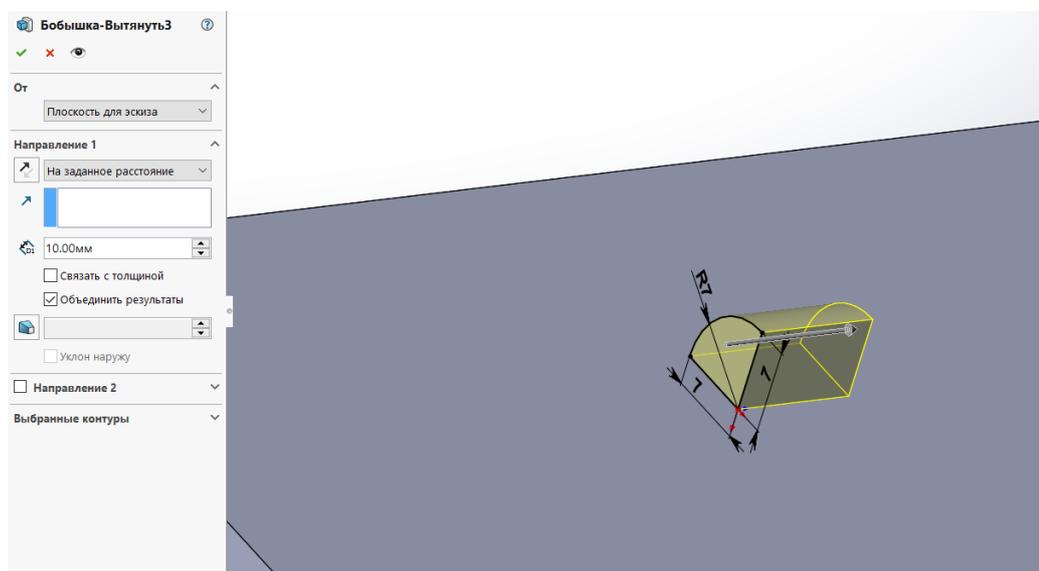
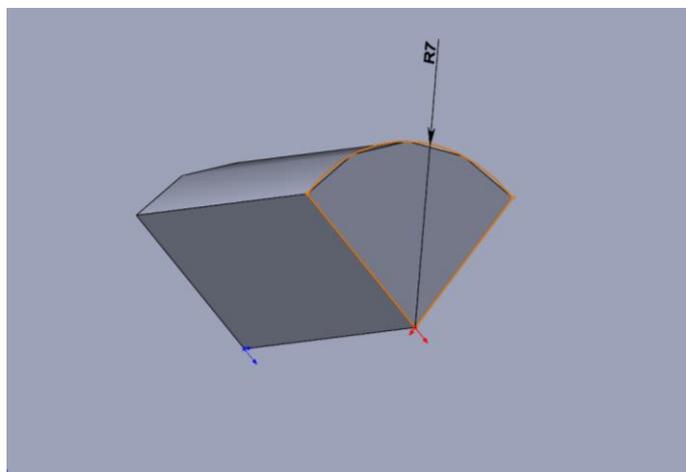


Рисунок 18 – вытягивание опорного эскиза жалюзи

29. Выбрать вид справа. Начертить эскиз по контуру созданной бобышки (рис. 19). Выйти из режима эскиза.



## Рисунок 19 – создание эскиза по контуру бобышки

30. В дереве модели выбрать созданный эскиз. Выбрать операцию **«Повернутая бобышка/основание»**. В качестве оси вращения выбрать подсвеченную линию (рис. 20).

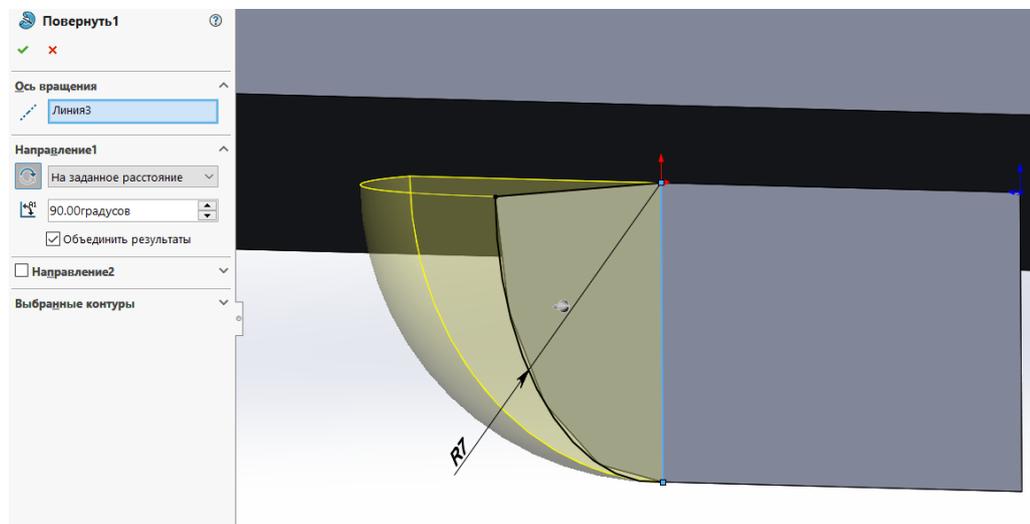


Рисунок 20 – поворот эскиза по контуру

31. На вкладке **«Элементы»** выбрать операцию **«Зеркальное отражение»**. Выполнить операцию, выставив настройки согласно рисунку 21.

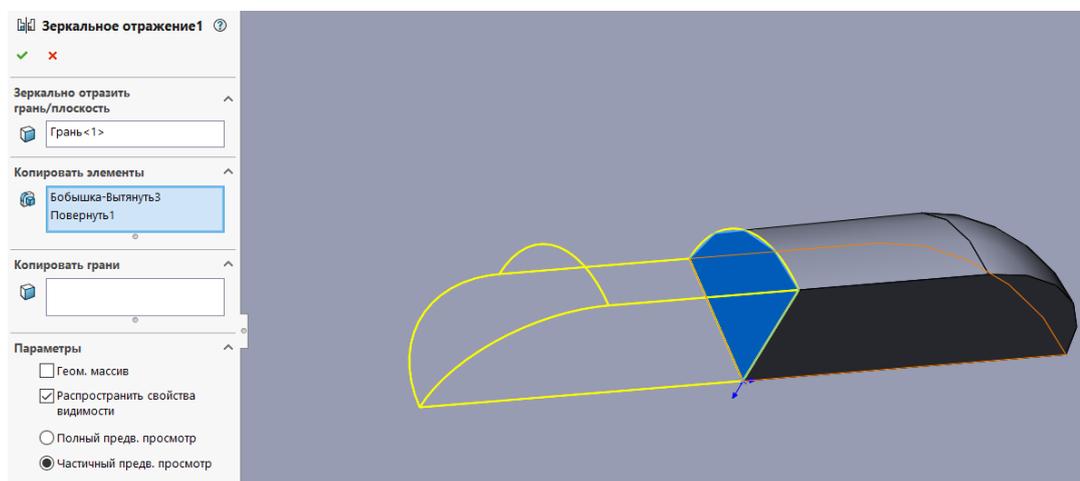


Рисунок 21 – отражение объекта

32. На вкладке **«Элементы»** выбрать операцию **«Скругление»**.

33. В поле **«Скруглить элементы»** нажать на нижнюю кромку бобышки. Радиус скругления 3 мм. (рис. 22).

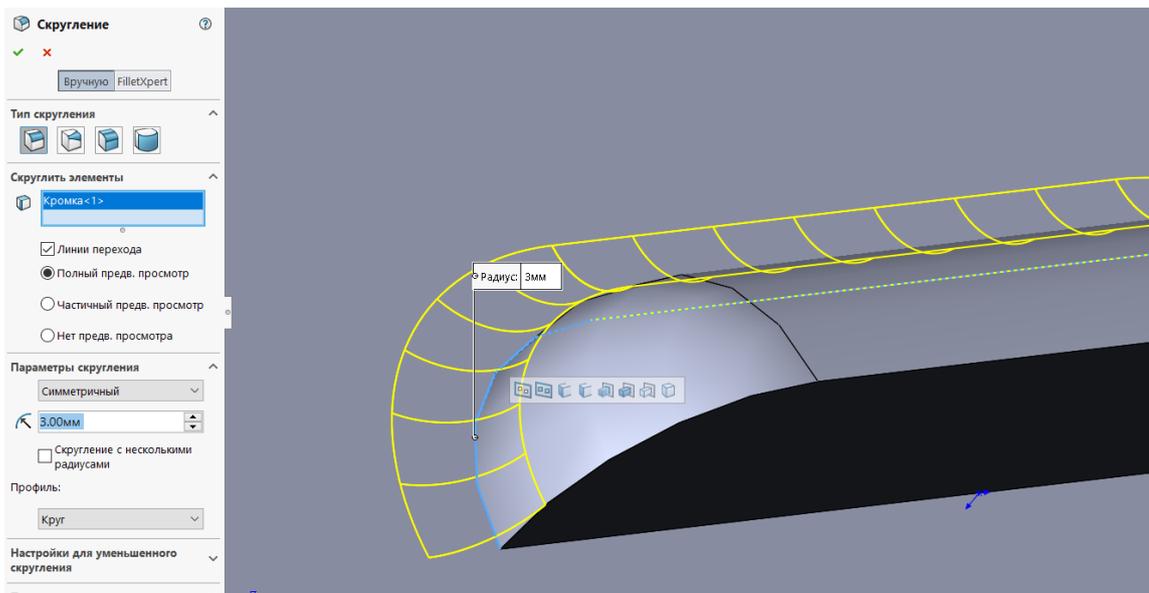


Рисунок 22 – скругление нижней кромки жалюзи

34. Вырезать подложку аналогично пункту 13 (рис. 23).

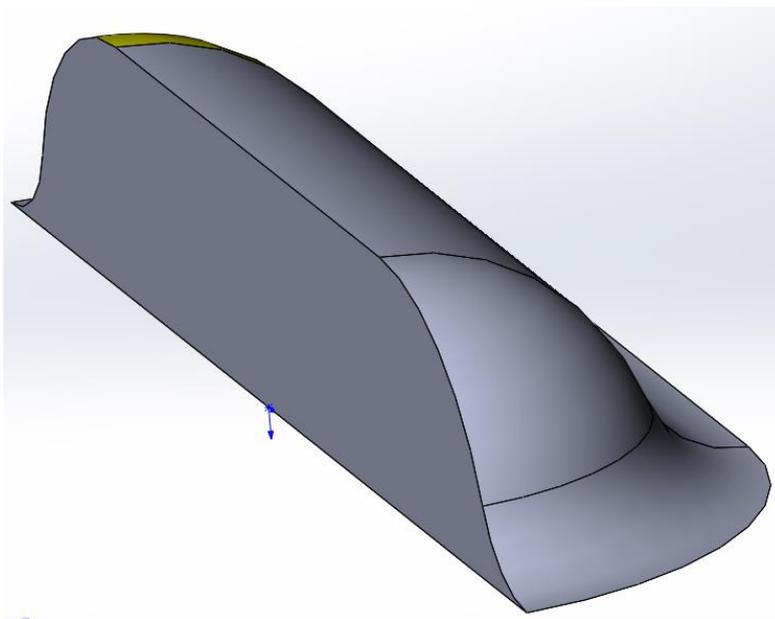


Рисунок 23 – заготовка формы жалюзи

35. Выбрать операцию «Инструмент формы».

36. В качестве ограничивающей грани выбрать нижнюю плоскость.

В поле «Удалить грани» выбрать плоскость согласно рисунку 24.  
Подтвердить операцию.

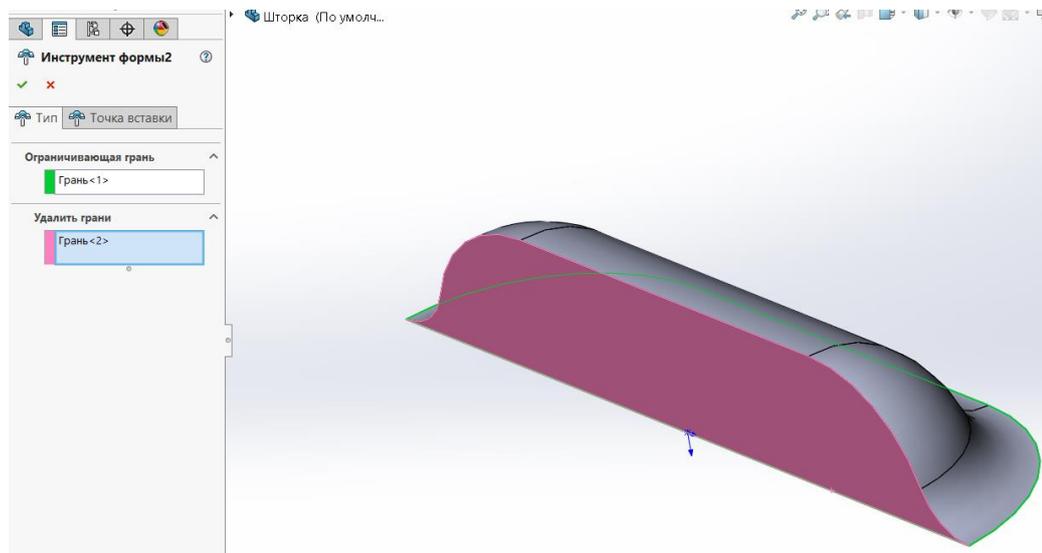


Рисунок 24 – форма жалюзи

37. Сохранить файл в папку «Библиотека формы» под названием «Жалюзи.sldprt».
38. Создать новый файл.
39. Выбрать вид спереди. Начертить квадрат со стороной 90 мм. Вытянуть эскиз на 10 мм.
40. Выбрать вид сзади. Начертить эскиз в произвольном месте согласно рисунку 25.

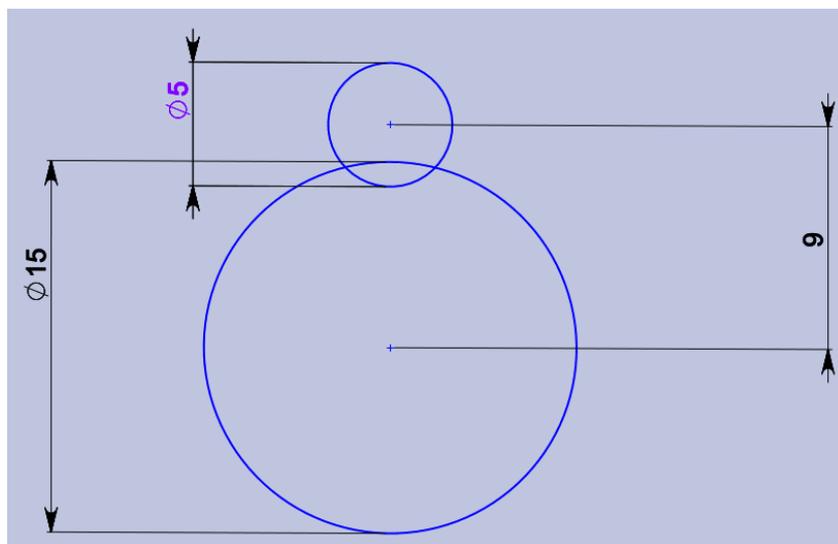


Рисунок 26 – первичный эскиз формы петли

41. Используя инструмент «Отсечь объекты» на вкладке «Эскиз», добиться результата аналогичного рисунку 26.

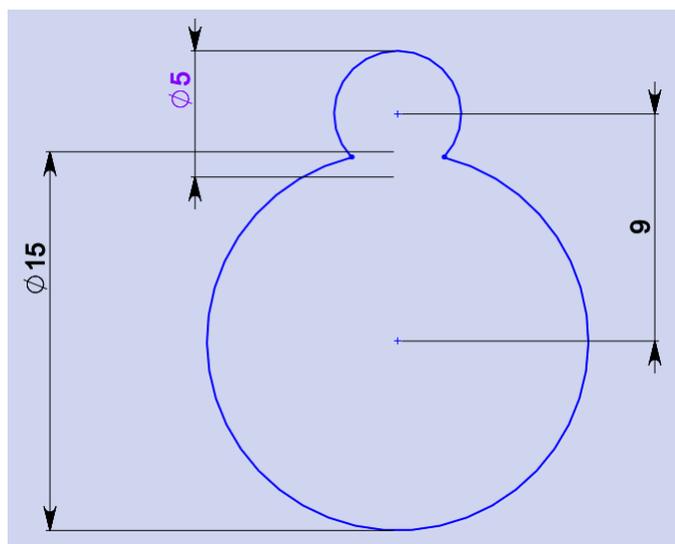


Рисунок 26 – отсечение объектов

42. Выбрать инструмент «Скругление» на вкладке «Эскиз». В поле «Элементы для скругления» нажать на точку, указанную на рисунке 27. Повторить для второй точки.

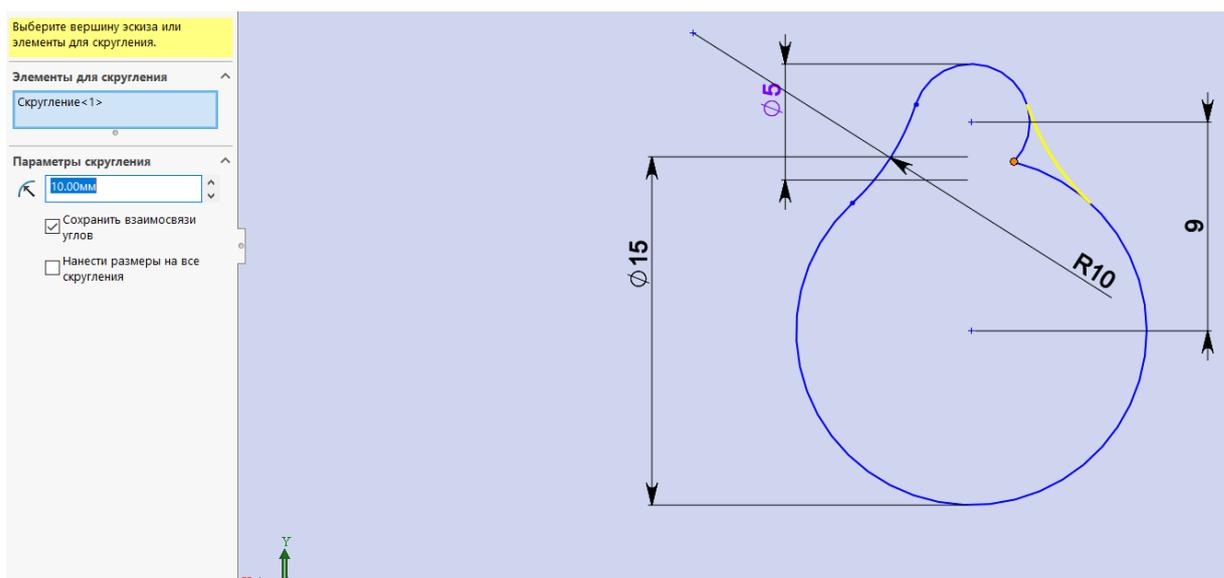


Рисунок 27 – скругление элементов эскиза

43. Увеличить расстояние между центрами окружностей до 13 мм, увеличить диаметр малой окружности до 8 мм. (рис. 28). Выйти из режима эскиза.

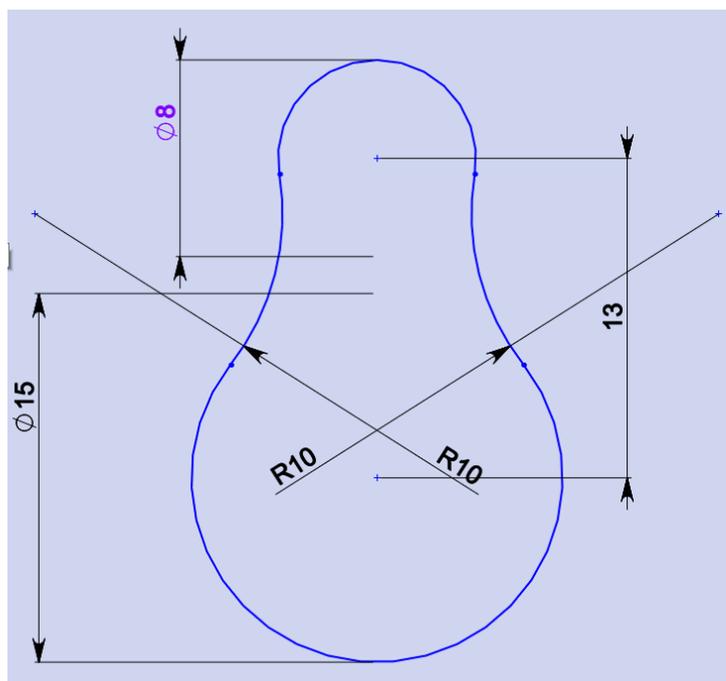


Рисунок 28 – конечный эскиз формы петли

44. Созданный эскиз вытянуть на 3 мм.
45. Выбрать операцию «Скругление» на вкладке «Элементы».
46. Выбрать нижнюю кромку вытянутой бобышки и скруглить с радиусом скругления равным 3 (рис. 29).

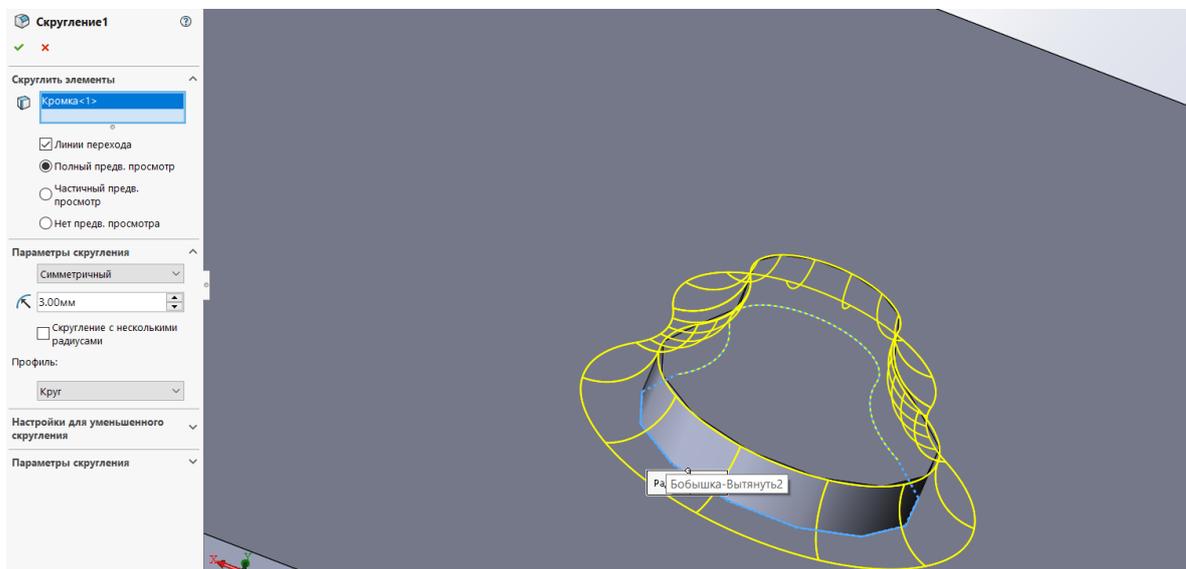


Рисунок 29 – скругление нижней кромки петли

47. Повторить пункт 46 верхней кромки. Радиус скругления 1.5 мм (рис. 30).

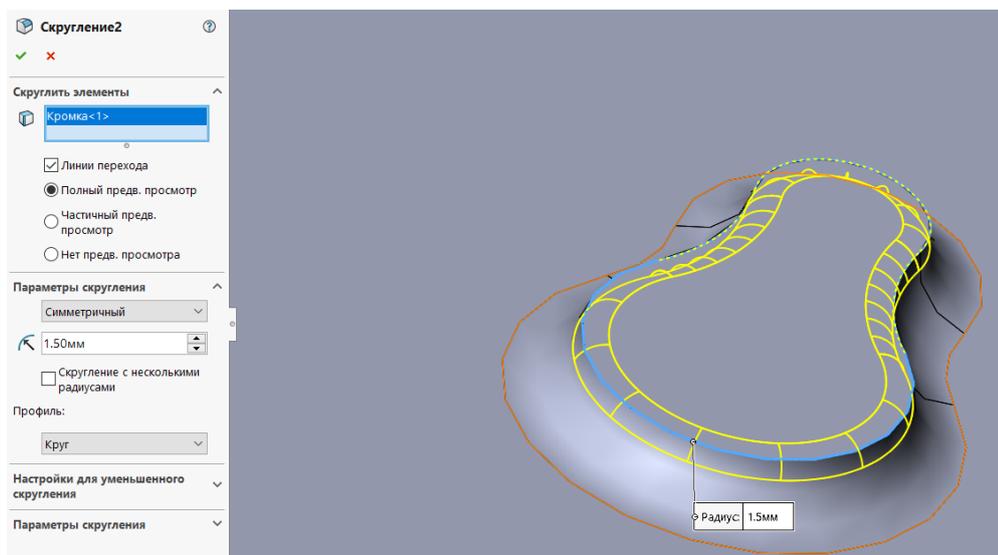


Рисунок 30 - скругление верхней кромки петли

48. Выбрать вид сзади. Начертить эскиз по контуру, как на рисунке 31 (рекомендуется использовать инструменты «Окружность» и «Дуга по трем точкам»).

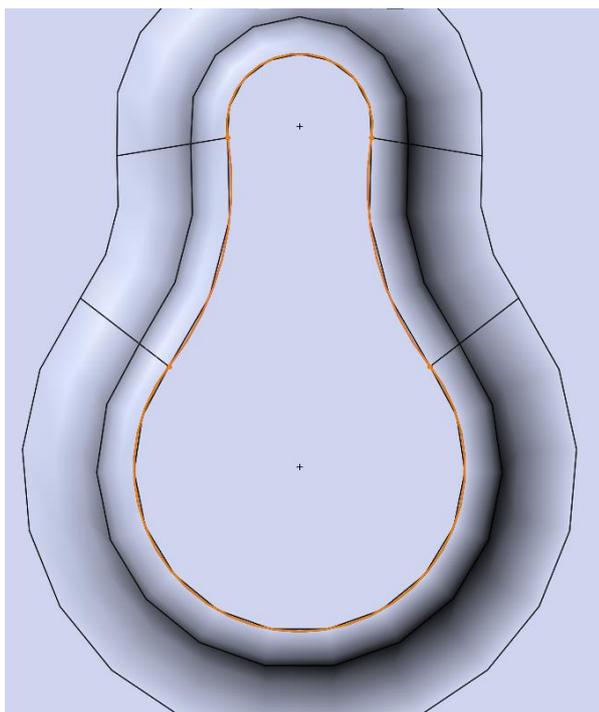


Рисунок 31 – создание эскиза по контуру петли

49. Выбрать инструмент «Смещение объектов» и щелкнуть по созданному эскизу. В настройках выставить реверс направления и расстояние смещение равное 0.5 мм (рис. 32).

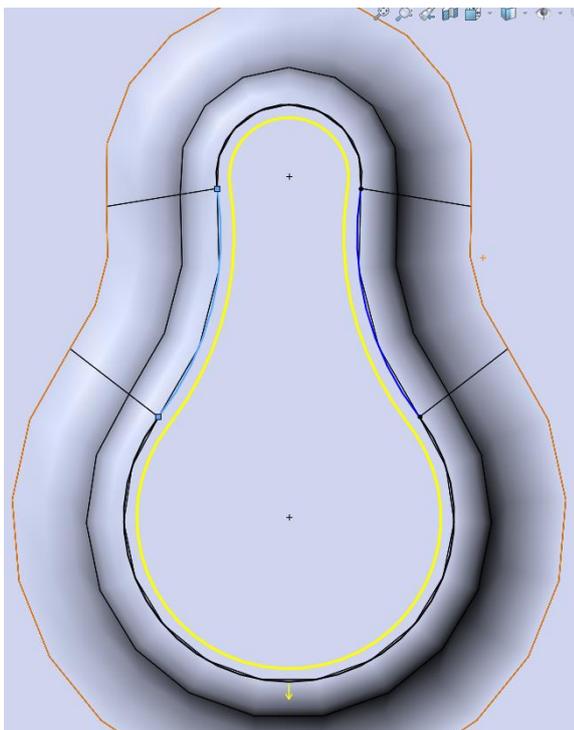


Рисунок 32 – смещение объектов

50. Удалить внешний эскиз, созданный в пункте 48. Выйти из режима эскиза.
51. Созданный эскиз вытянуть на 3 мм.
52. Вырезать подложку аналогично пункту 13 (рис. 33).

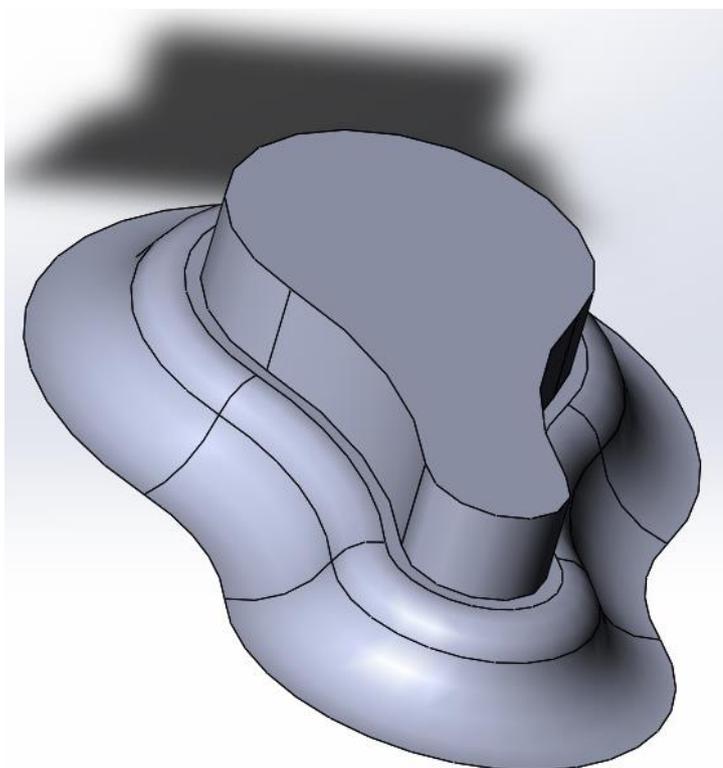


Рисунок 33 – заготовка формы петли

53. Выбрать операцию «**Инструмент формы**».

54. В качестве ограничивающей грани выбрать нижнюю плоскость.

В поле «Удалить грани» выбрать плоскости согласно рисунку 34.

Подтвердить операцию.

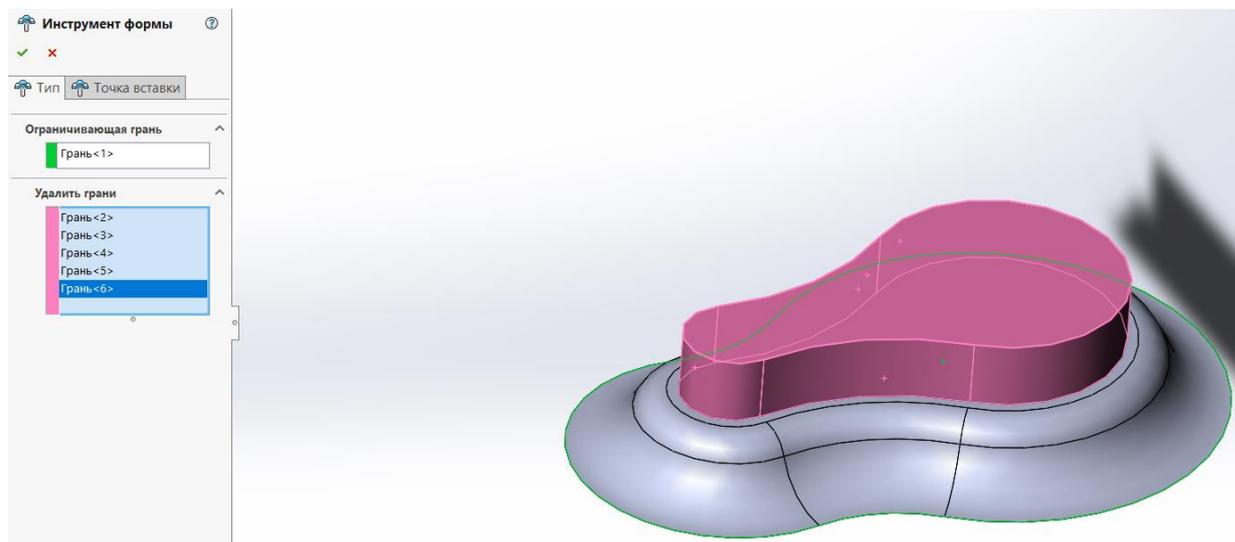


Рисунок 34 – форма петли

55. Сохранить файл в папку «Библиотека формы» под названием «Петля.sldprt».

56. Создать новый файл.

57. Начертить квадрат со стороной 150 мм.

58. Выбрать операцию «**Базовая кромка/выступ**» на вкладке «**Листовой металл**». Толщина кромки 2 мм.

59. Открыть библиотеку проектирования, затем папку «Библиотека формы».

60. Перетащить элементы созданные элементы на листовой металл. В настройках можно менять угол поворота и направление.

61. Результат показан на рисунке 35.

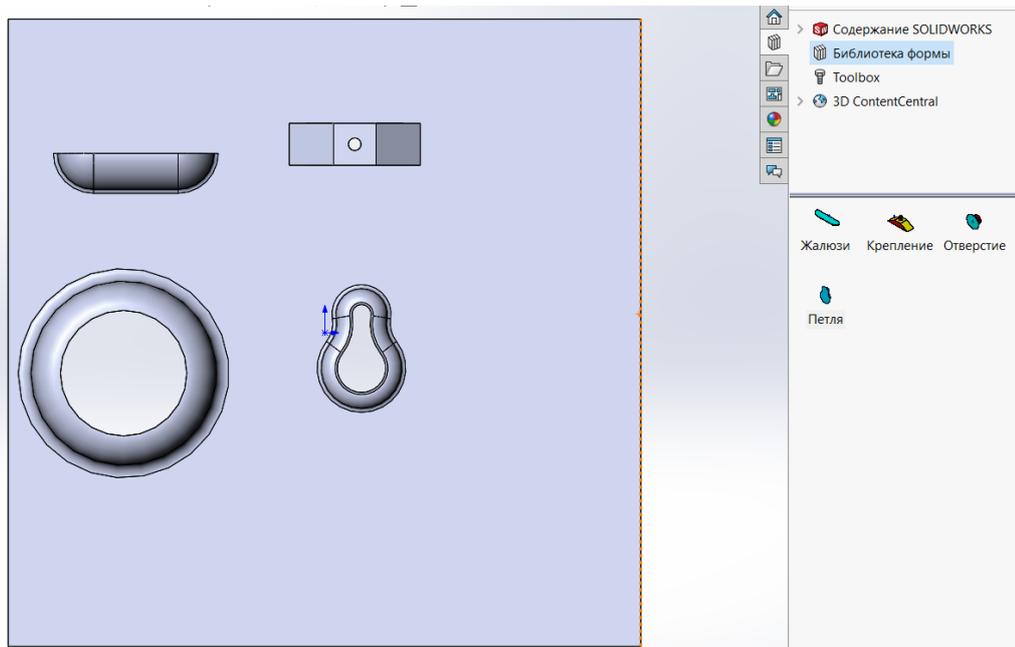


Рисунок 35 – внешний вид инструментов форм на листовом металле