

Проект «Инженерные кадры Зауралья»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра технологии машиностроения,
металлорежущих станков и инструментов

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
(Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ
с применением системы SprutCAM: программирование 2.5D обработки)**

Методические указания
к выполнению лабораторных и самостоятельной работ
для студентов направления подготовки 151900.62 (15.03.05)
«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»



Курган 2015

Кафедра: «Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты»

Дисциплина: «Программирование автоматизированного
оборудования» (направление 151900.62 (15.03.05)).

Составил: доц., канд. техн. наук А.М. Михалёв.

Данные методические указания подготовлены на основе официального учебника по SprutCAM от ЗАО «СПРУТ-Технология».

Утверждены на заседании кафедры «16» января 2014 г.

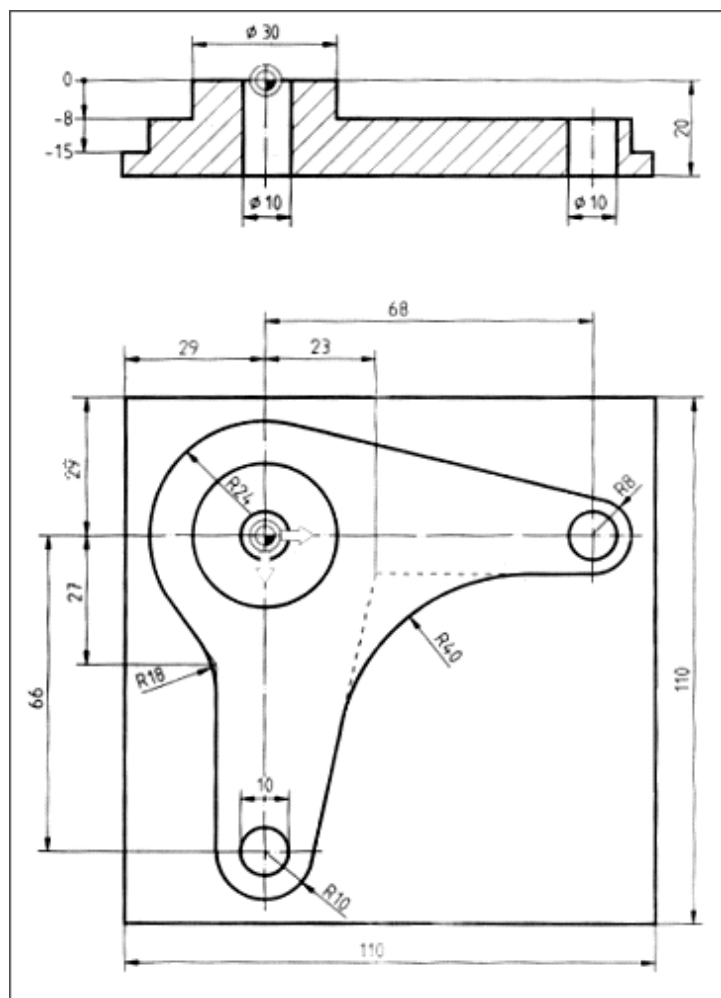
Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта «Инженерные кадры Зауралья»: «29» мая 2014 г.

Лабораторная работа №2 «Программирование операции 2.5D обработки»

Цель работы: Освоение базовых правил и приемов работы по разработке управляющих программ для 2.5D обработки в системе SprutCAM.

Лабораторная работа содержит подробные инструкции по формированию 2D геометрии и разработке управляющих программ для обработки детали, изображенной на иллюстрации ниже. В процессе создания детали будет выполнено:

- построение кривых в плоскости;
- формирование технологии 2.5D обработки.



1. Создание нового проекта

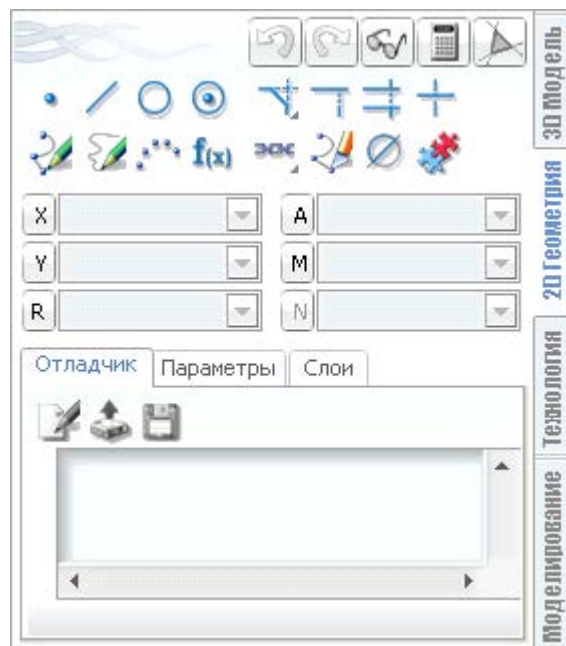
1. Нажмите кнопку **Новый (Ctrl+N)** .

2. Нажмите кнопку **Сохранить (Ctrl+S)** .

3. Сохраните проект под именем **Part**.

2. Задание рабочего вида

1. Включите режим 2D геометрических построений, выбрав закладку **2D геометрия**.

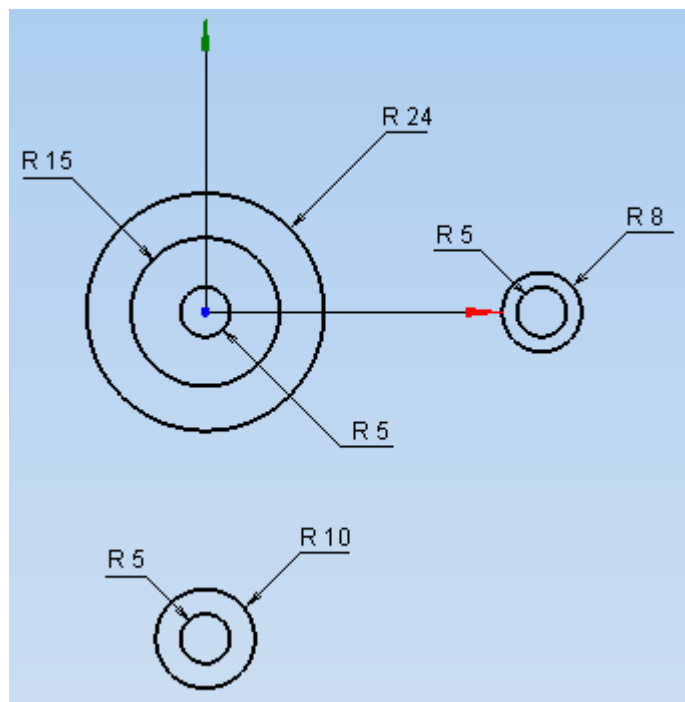


2. Установите вид сверху, нажав кнопку  в панели управления видами:



3. Построение окружностей

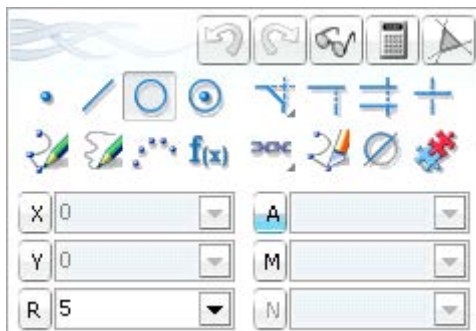
В соответствии с [чертежом](#) детали, построим семь окружностей (окружности с радиусом 5 мм в последствии не будут использоваться для обработки детали, построим их только для соответствия [чертежу](#)):



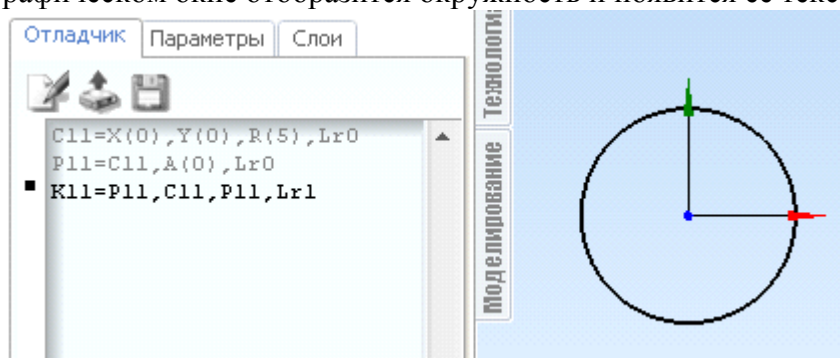
1. Нажмите на кнопку задания окружности  в инструментальной панели работы с графическими объектами:



2. В панели задания параметров введите значения **X** и **Y**, равных 0 и установите значение **R** равное 5 (После ввода каждого значения следует нажать **Enter**):



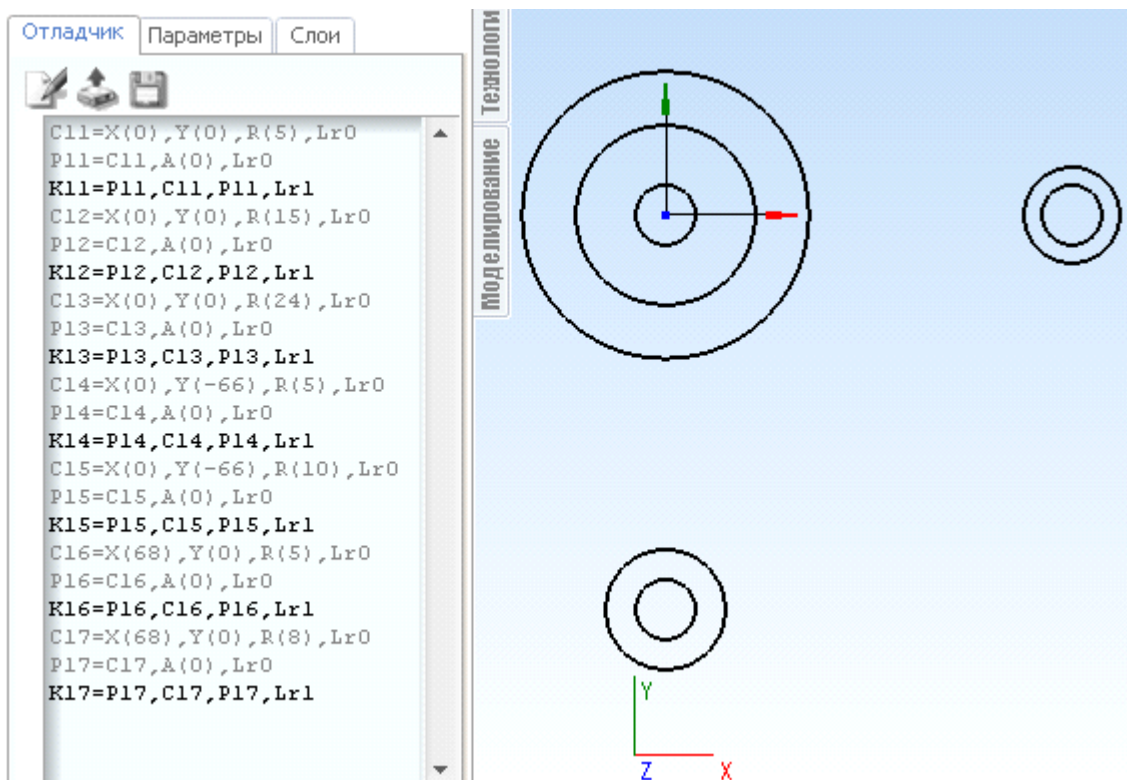
В результате в графическом окне отобразится окружность и появится ее текстовое описание:



3. Аналогично постройте оставшиеся 6 окружностей с параметрами согласно таблице ниже:

Координаты центра X, Y	Радиус
0,0	15
0,0	24
0,-66	5
0,-66	10
68,0	5
68,0	8

В результате в графическом окне отобразятся окружности и их текстовое описание:



4. Построение отрезков

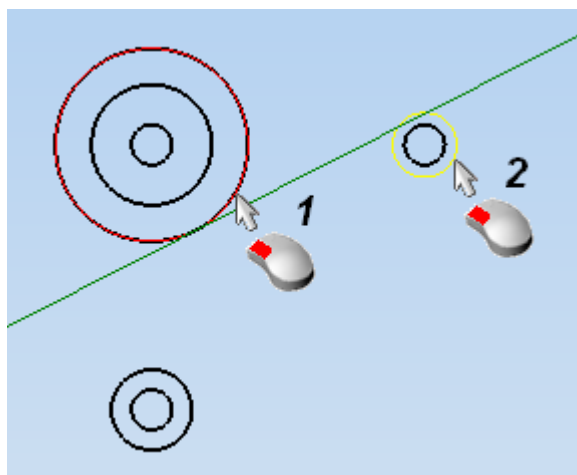
В соответствии с [чертежом](#) детали, построим необходимые отрезки:

1. Нажмите кнопку

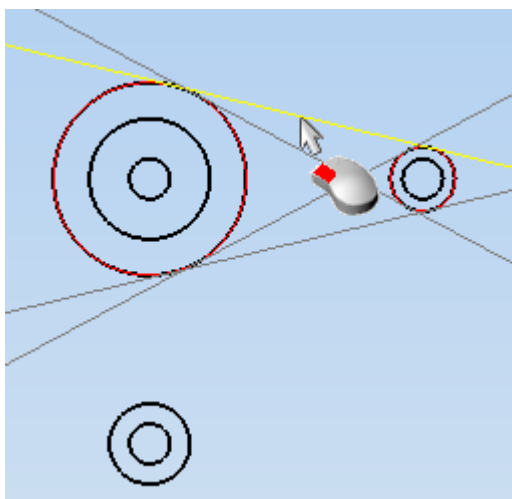
2. Отключите функцию привязки к центру окружности в панели привязок:



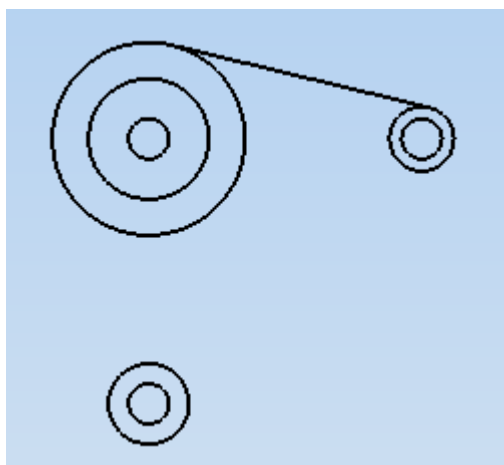
3. Кликните по окружностям, касательную к которым необходимо построить.




4. Укажите курсором необходимую касательную:

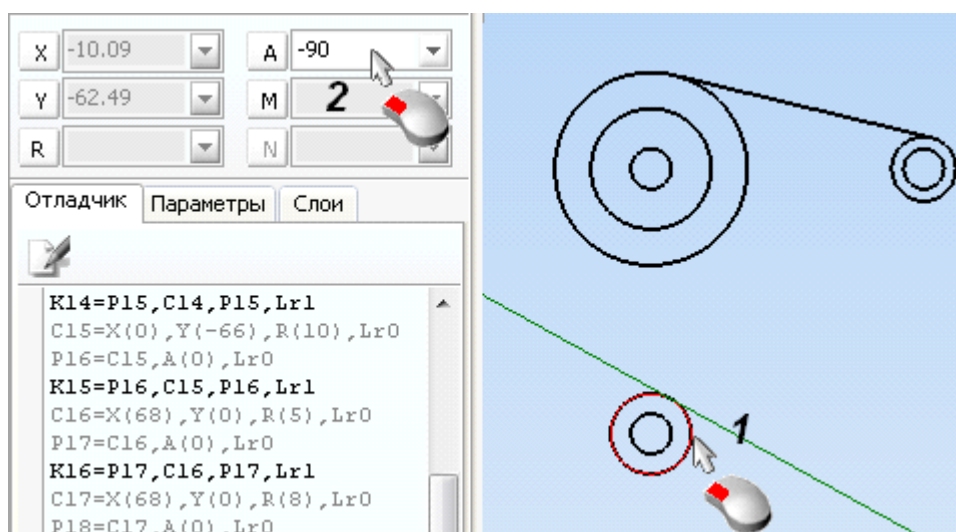


В результате вышеприведенных действий будет построен отрезок касательно двух окружностей:

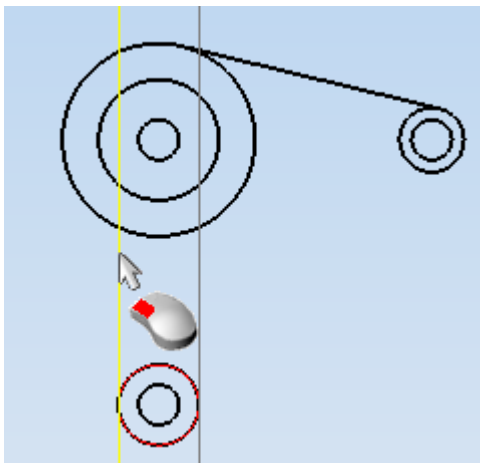


Построим следующий отрезок, используя возможность задания угла его наклона:

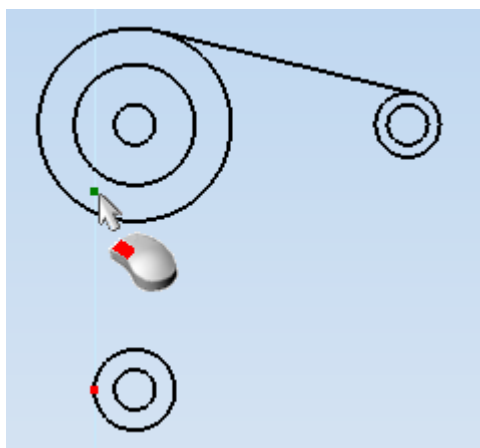
5. Нажмите кнопку .
6. Кликните по окружности, расположенной в нижней части экрана и установите курсор в поле задания угла наклона прямой "A" и введите значение угла наклона равным -90:



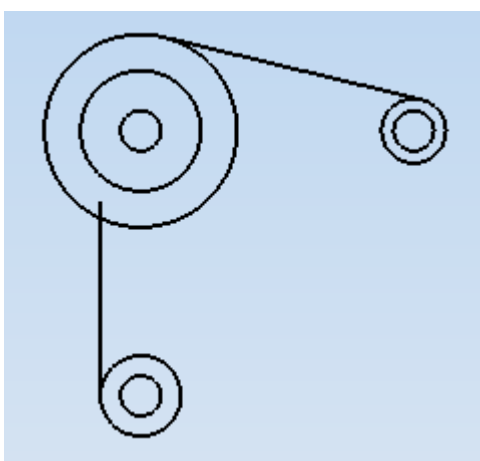
и нажмите Enter на клавиатуре. После этого на экране отобразятся две прямые. Выберите щелчком мыши ту, которая расположена слева:




Далее, переместите курсор мыши внутрь наибольшей окружности и щелкните левой ее кнопкой для фиксации точки окончания отрезка:



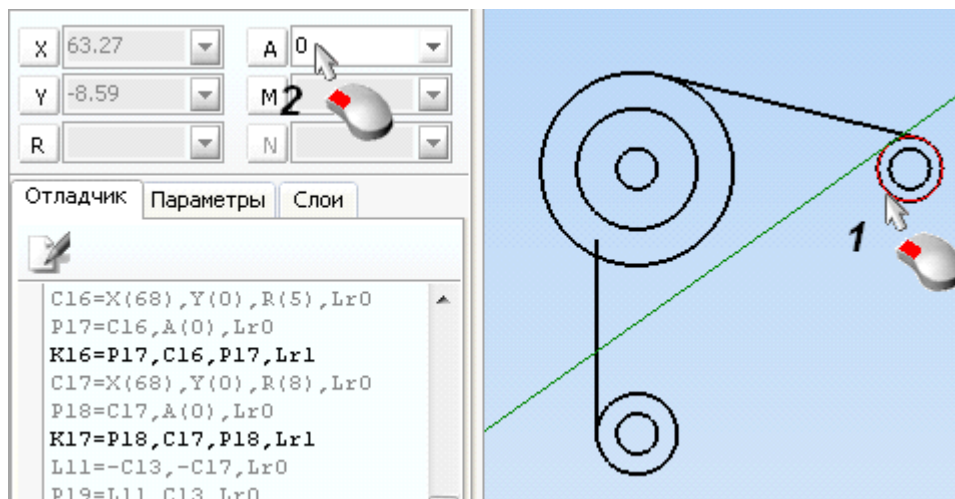
В результате в графическом окне отобразится построенный отрезок:



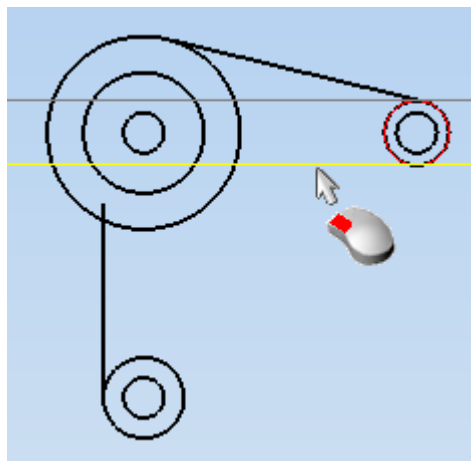
Построим следующий отрезок, используя возможность задания его длины:

7. Нажмите кнопку .

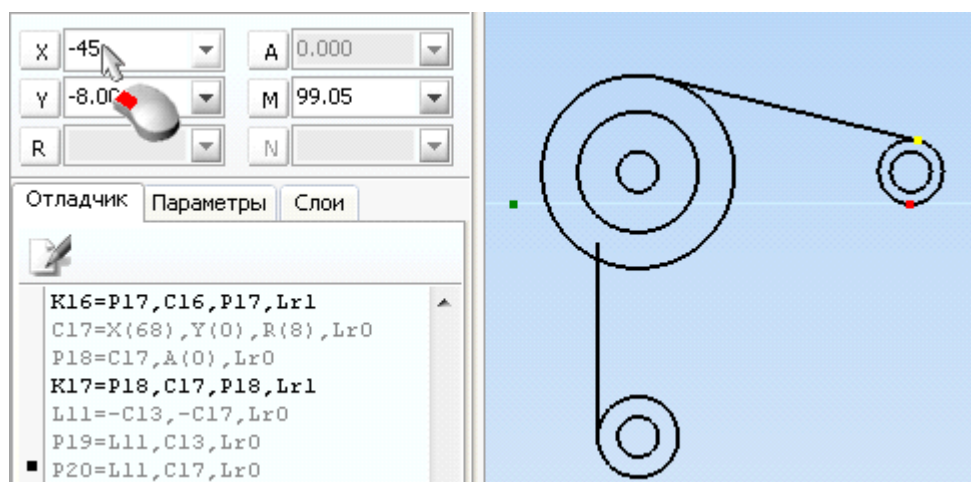
Кликните по окружности, расположенной справа и установите курсор в поле задания угла наклона прямой "А", после чего введите значение угла наклона равным 0:



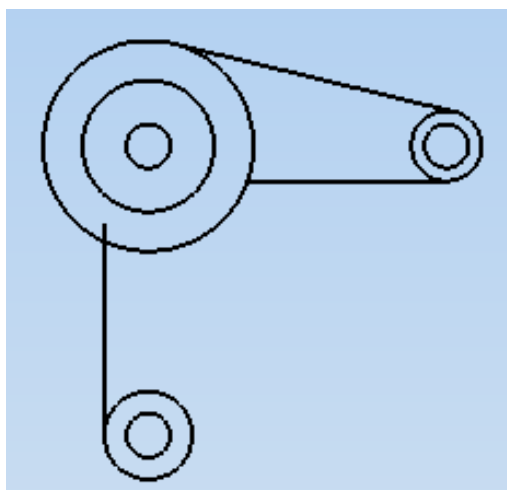
и нажмите Enter на клавиатуре. После этого на экране отобразятся две прямые. Выберите щелчком мыши ту, которая расположена снизу:




Далее, установите курсор мыши в поле координаты **X** и введите значение равное - 45 (исходя из чертежа, длина отрезка должна быть равной 45 (68-23) и откладываться в отрицательном направлении по отношению к начальной точке, расположенной на окружности):





после чего нажмите Enter на клавиатуре для фиксации конечной точки отрезка:

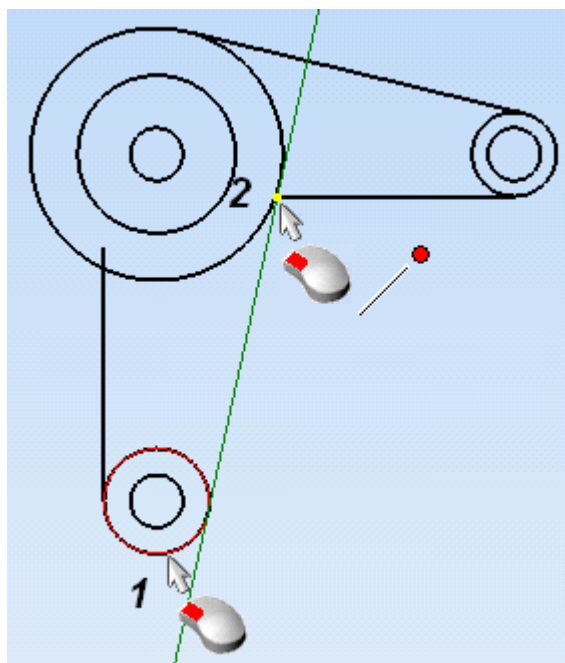


Построим следующий отрезок, используя привязку к окружности и конечной точке ранее созданного отрезка:

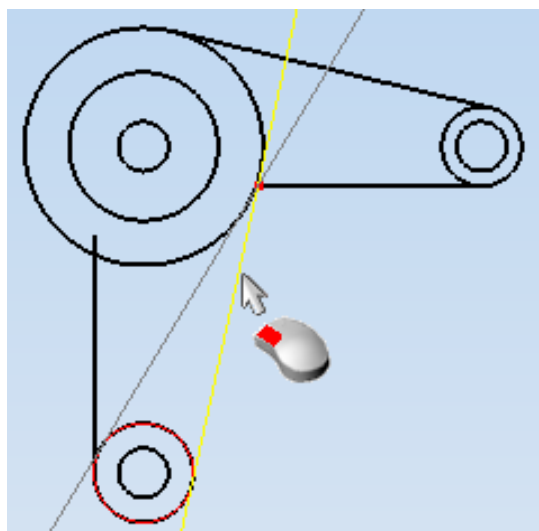
8. Нажмите кнопку .

9. Включите привязку к конечной точке отрезков  в панели привязок:

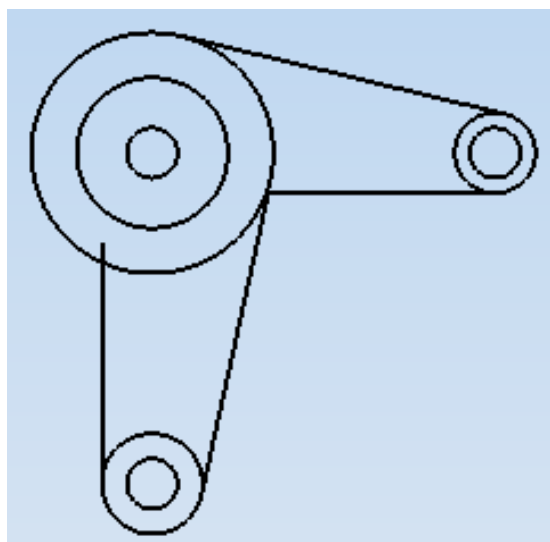
Кликните по окружности, расположенной внизу, после чего подведите курсор к конечной точке построенного до этого отрезка до появления рядом с курсором значка привязки  и щелкните левой кнопкой мыши:




В результате, будет предложено выбрать из двух вариантов, выберите прямую в соответствии с иллюстрацией ниже:



и построенный отрезок будет выглядеть следующим образом:



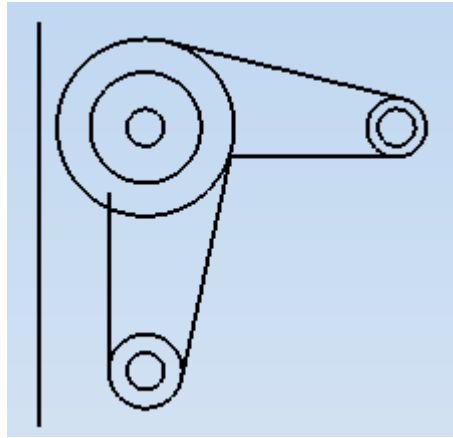
Построим отрезки, представляющие собой стороны прямоугольника.

10. Нажмите кнопку .


11. В окне задания координат в поле X впишите значение -29, в поле Y значение -81, в поле A значение 90, в поле M значение 110 (после ввода каждого значения следует нажать клавишу Enter на клавиатуре):

X	-29	A	90.000
Y	-81	M	110
R		N	

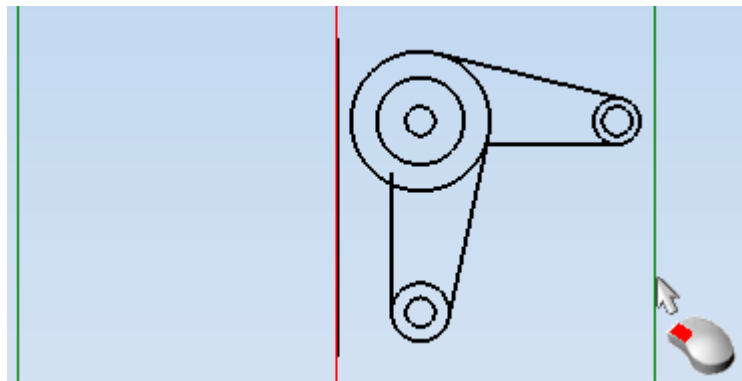
В результате в рабочем окне отобразится следующее:



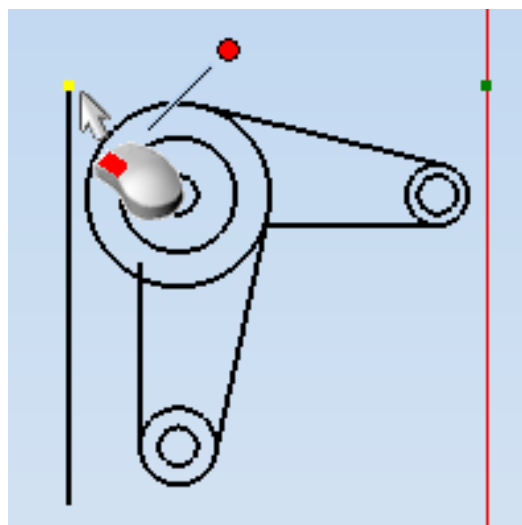
Построим следующий отрезок, параллельный предыдущему.

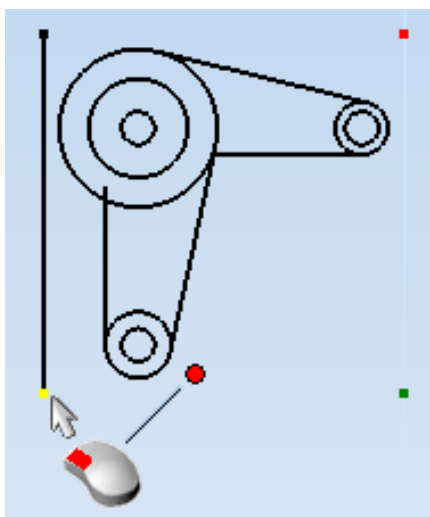
12. Нажмите кнопку .

13. Щелкните левой кнопкой мыши по построенному ранее отрезку и в окне задания координат в поле М впишите значение 110 (после ввода следует нажать клавишу Enter на клавиатуре), после чего система предложит на выбор два варианта построения – справа и слева от исходного отрезка, щелчком мыши выберите правую прямую:

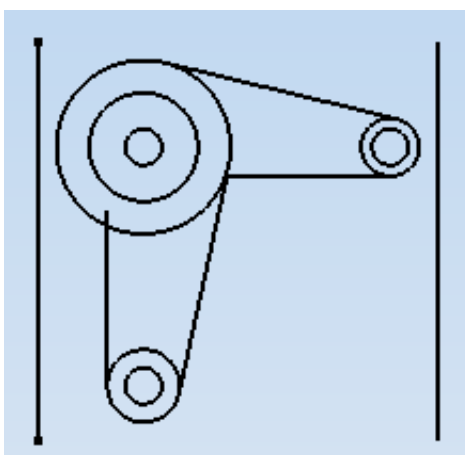



14. Теперь для задания начала и конца отрезка последовательно подведите курсор мыши к началу и концу предыдущего отрезка, и после появления значка привязки щелкните на них правой кнопкой мыши:



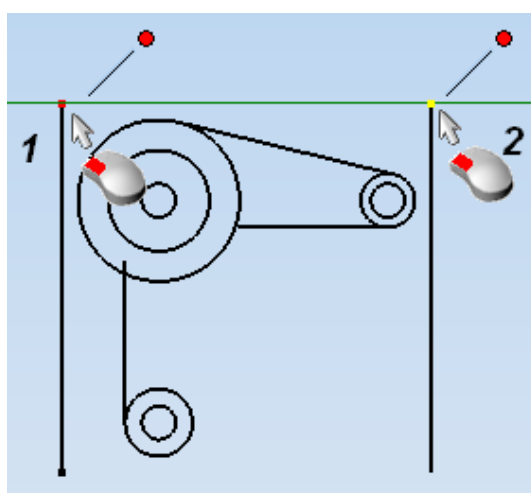


В результате в рабочем окне отобразиться следующее:

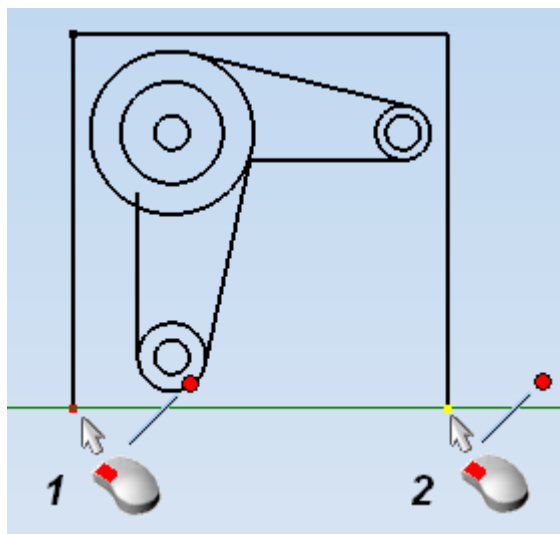


15. Нажмите кнопку .

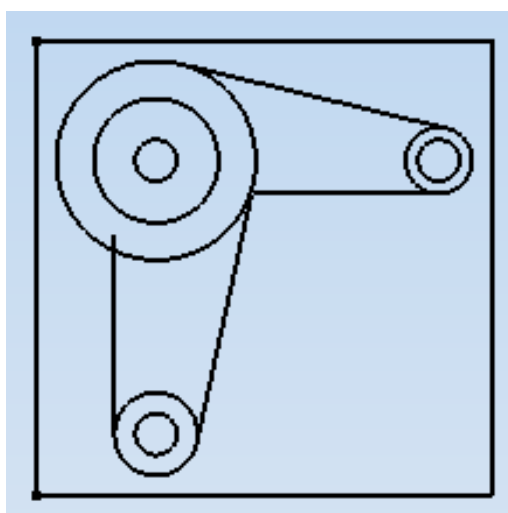
16. Используя привязку к конечным точкам построенных ранее отрезков, для построения верхнего горизонтального отрезка щелкните левой кнопкой мыши после появления значка привязки по верхним конечным точкам построенных ранее отрезков:



17. Используя привязку к конечным точкам построенных ранее отрезков, для построения нижнего горизонтального отрезка щелкните левой кнопкой мыши после появления значка привязки по нижним конечным точкам построенных ранее отрезков:




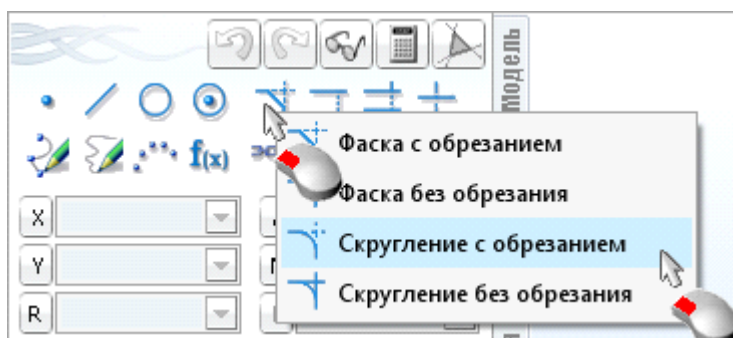
В результате в рабочем окне отобразится следующее:



5. Построение скруглений

Теперь выполним скругление отдельных элементов [чертежа](#):

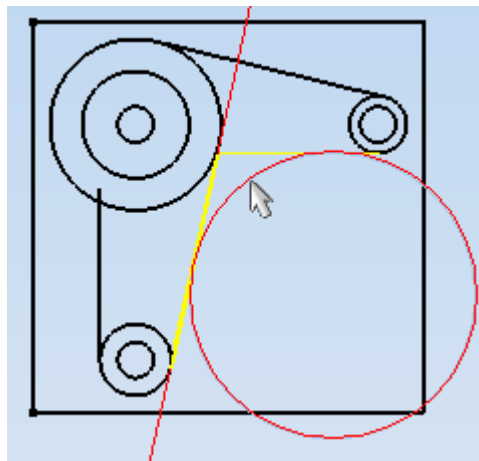
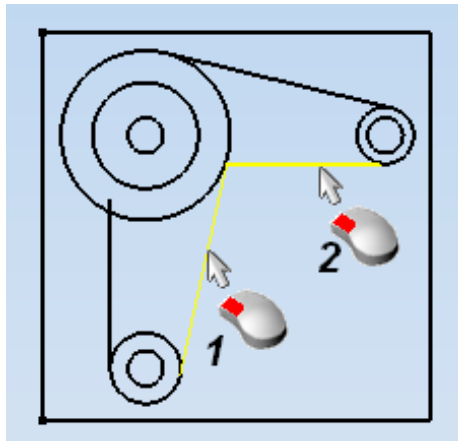
1. Нажмите и удерживайте кнопку  в инструментальной панели плоских геометрических построений и в открывшемся списке выберите функцию **Скругление с обрезанием**:



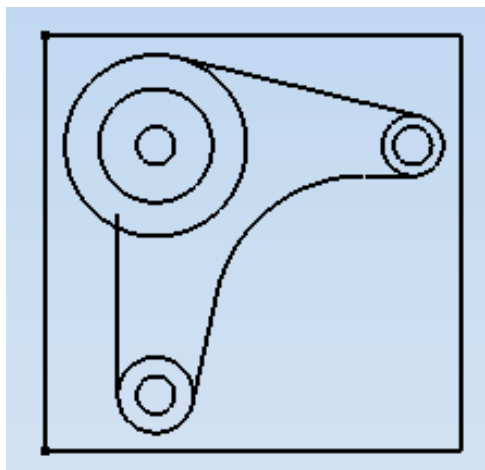
и задайте радиус скругления равным 40:




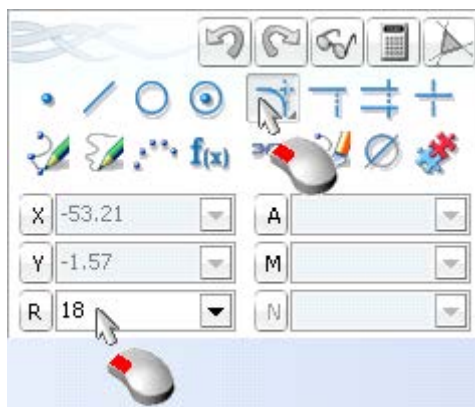
2. Последовательно укажите щелчком левой кнопкой мыши два отрезка в соответствии с рисунком ниже:



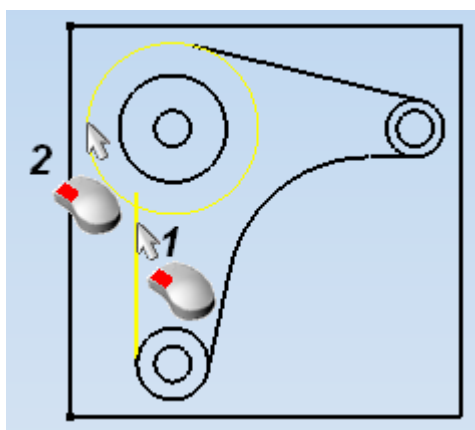
В результате в рабочем окне отобразится следующее:



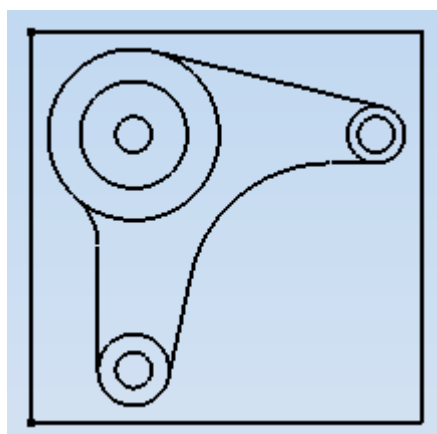
3. Нажмите кнопку  в инструментальной панели плоских геометрических построений и задайте радиус скругления равным 18:



4. Последовательно укажите щелчком левой кнопкой мыши отрезок и окружность в соответствии с рисунком ниже:




В результате в рабочем окне должно отобразиться следующее:



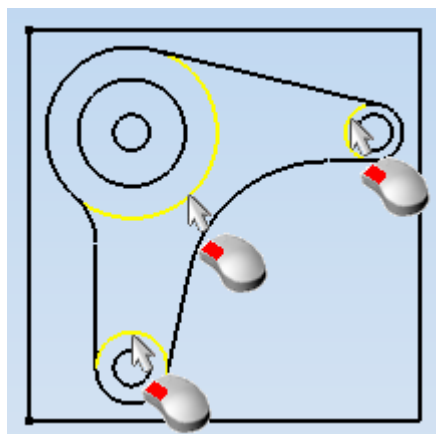
6. Удаление лишних элементов

Теперь обрежем необходимые элементы [чертежа](#).

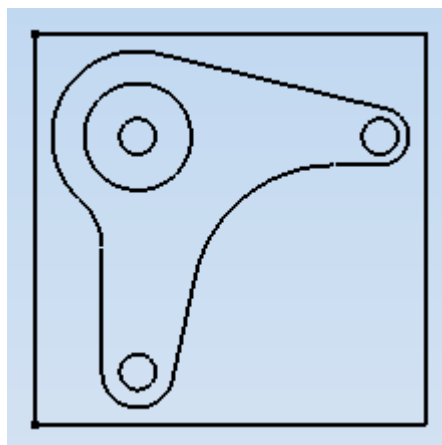
1.Нажмите кнопку  в инструментальной панели плоских геометрических построений:



2.Последовательно укажите щелчком левой кнопкой мыши элементы в соответствии с рисунком ниже:




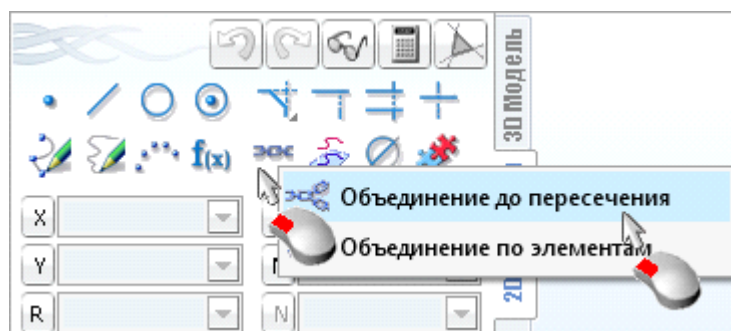
В результате в рабочем окне должно отобразиться следующее:



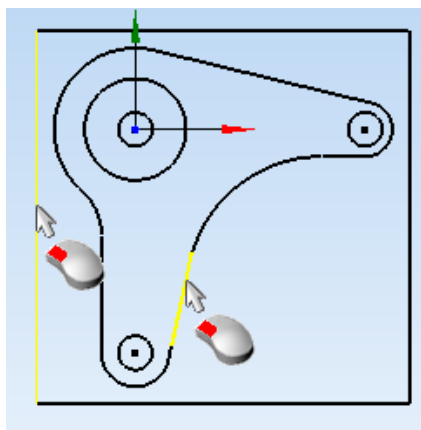
7. Объединение элементов

Теперь объединим разрозненные элементы в замкнутые контура.

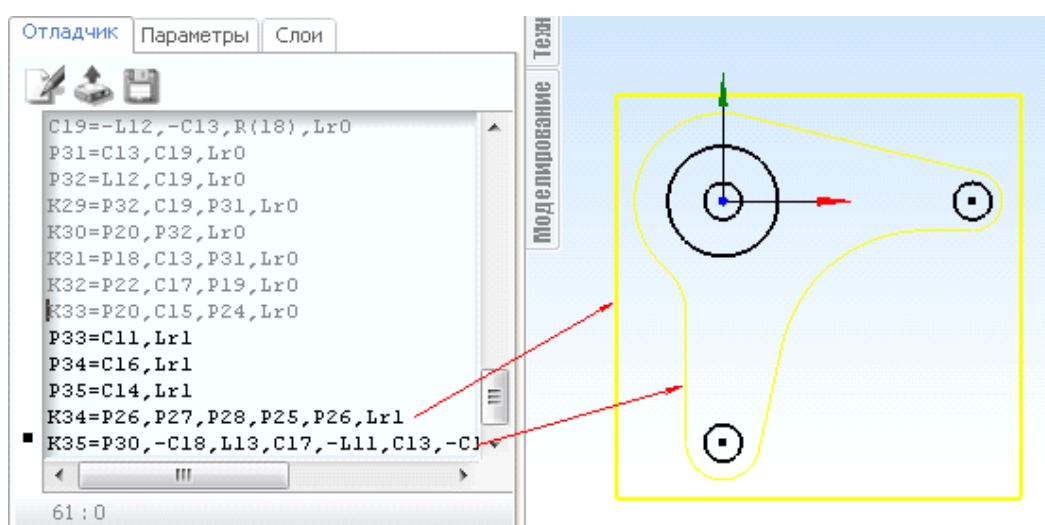
1. Нажмите и удерживайте кнопку  в инструментальной панели плоских геометрических построений, и после открытия списка опций выберите объединение до пересечения (join to intersection):



2. Укажите щелчком левой кнопкой мыши элементы в соответствии с рисунком ниже:



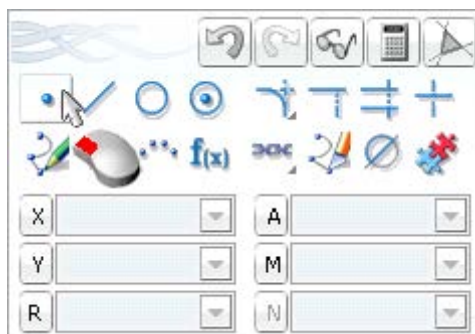
В результате появятся два составных контура и их текстовое описание (нумерация контуров может не совпадать с нумерацией на изображении):




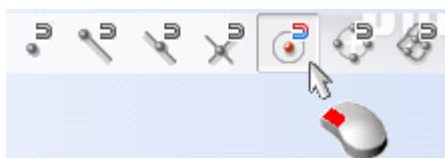
8. Задание центров окружностей


Теперь установим точки в центрах окружностей, они будут использованы в дальнейшем для сверления отверстий.

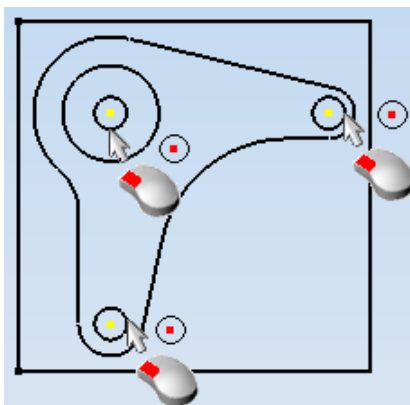
1. Нажмите кнопку построения точек  в инструментальной панели плоских геометрических построений:



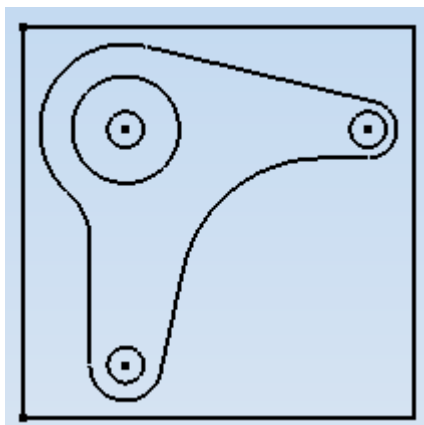
2. Включите функцию привязки к центру окружности  и отключите все остальные функции в панели привязок:



3. Укажите щелчком левой кнопкой мыши окружности после появления значка привязки  как показано на рисунке ниже:



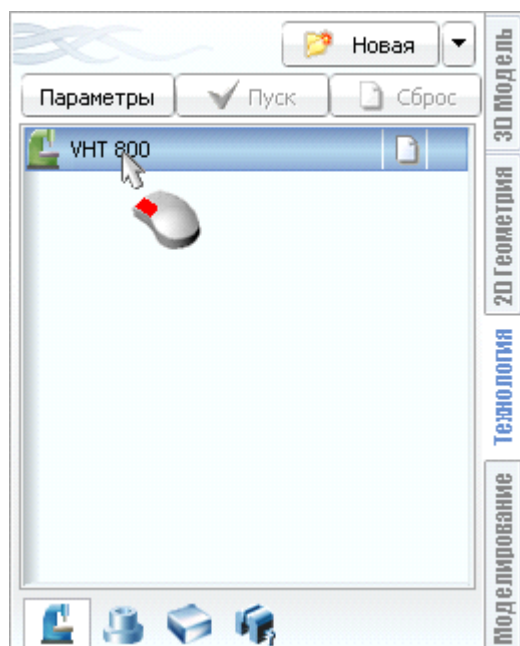
В результате на чертеже отобразятся точки центров окружностей:



9. Формирование технологии

Следующий шаг – формирование технологии обработки.

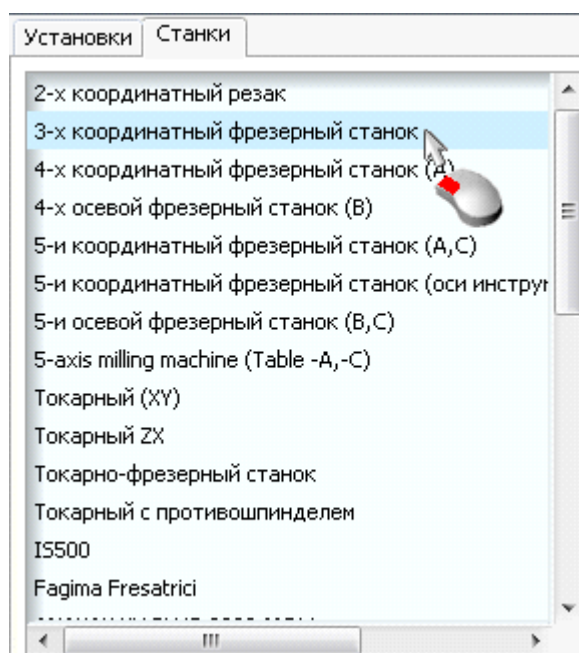
1. Откройте закладку **Технология**. В качестве оборудования у Вас должен быть выбран **3-х координатный фрезерный станок**. Для этого дважды щелкните по имени станка, чтобы вывести на экран диалоговое окно параметров оборудования:



Примечание: Вы можете также выделить имя станка в дереве технологии и нажать кнопку

Параметры

2. В открывшемся окне перейдите на вкладку **Станки** и выберите **3-х координатный фрезерный станок**:



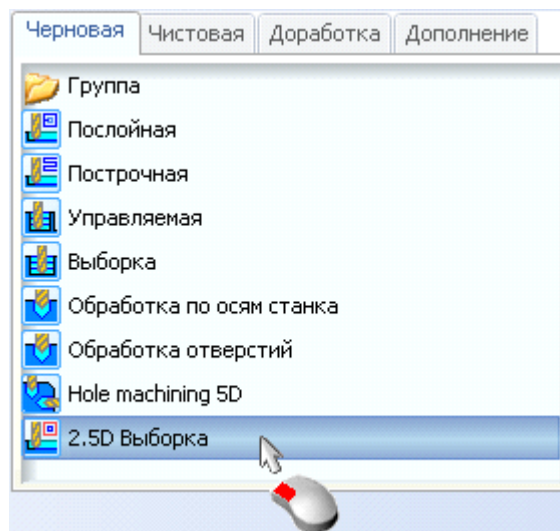
3. Для подтверждения выбора нажмите кнопку

Да

4. Для задания операции нажмите кнопку

Новая

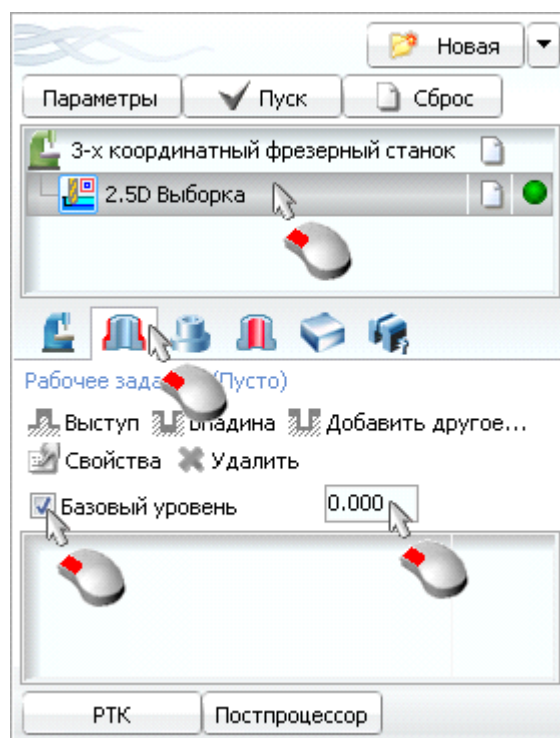
5. В открывшемся списке операций откройте закладку **Черновые** и выберите операцию **2.5D Выборка**:



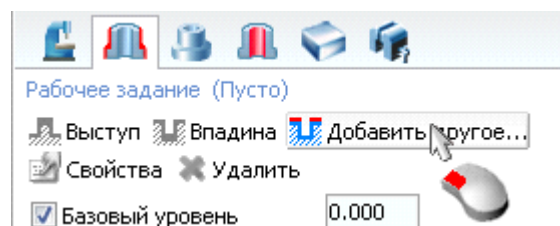
6. Для подтверждения выбора нажмите кнопку

10. Добавление элементов для обработки

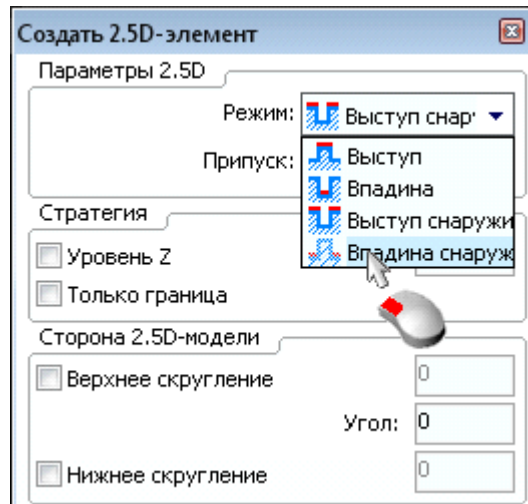
1. Откройте закладку **Рабочее задание**, щелкнув по ней левой кнопкой мыши, и установите галочку напротив опции Базовый уровень и задайте его значение равное **0** (рис. ниже):



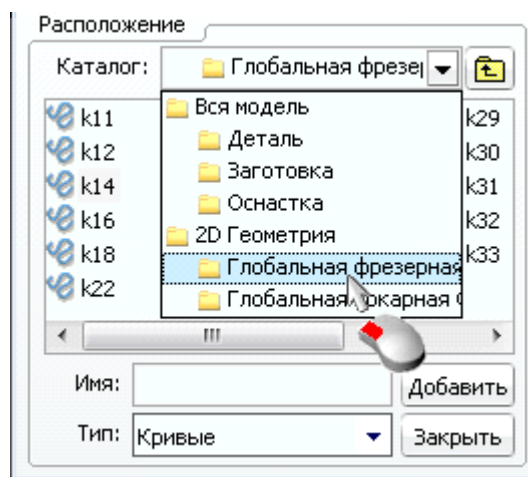
2. Нажмите кнопку (рис. ниже):



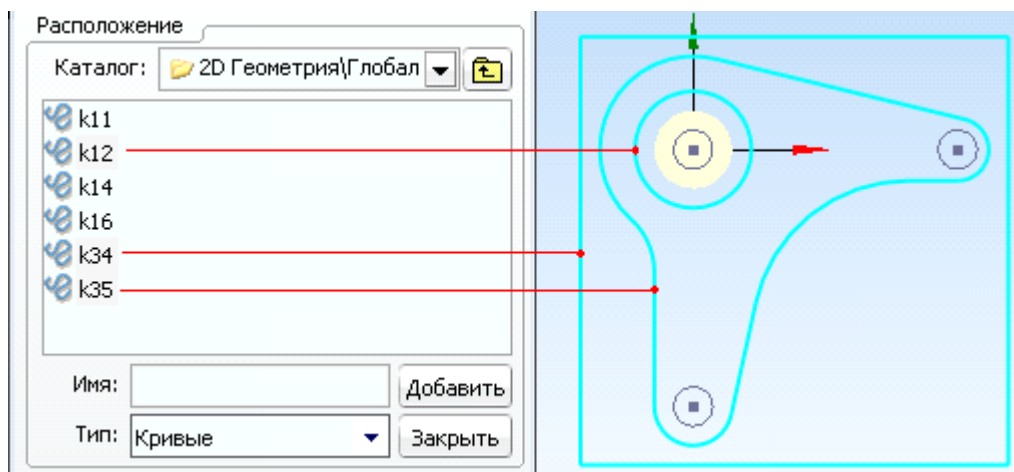
5. В открывшемся окне в выпадающем списке опции **Режим** выберите **Впадина снаружи**:



6. В разделе **Путь** в выпадающем меню укажите каталог **Глобальная фрезерная**:

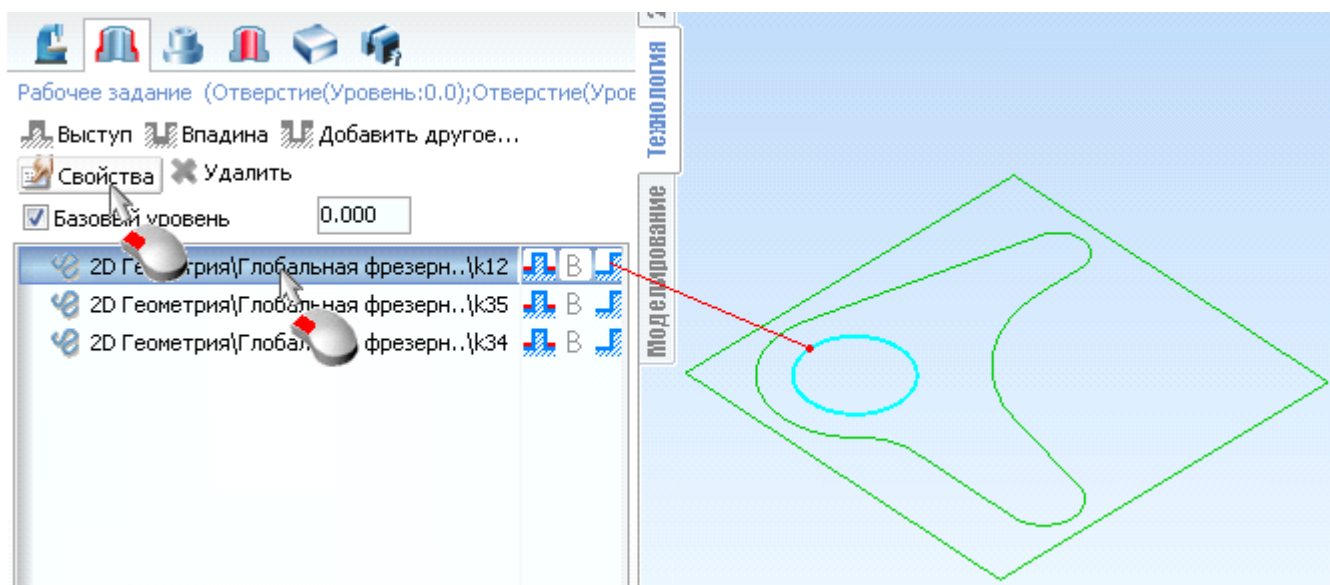


7. В списке кривых, удерживая кнопку на клавиатуре **Ctrl**, левым щелчком кнопки мыши поочередно выделите три кривые, как показано на рисунке ниже (наружный прямоугольник, составную кривую и наибольшую окружность, нумерация созданных Вами кривых может не совпадать с изображением на рисунка):

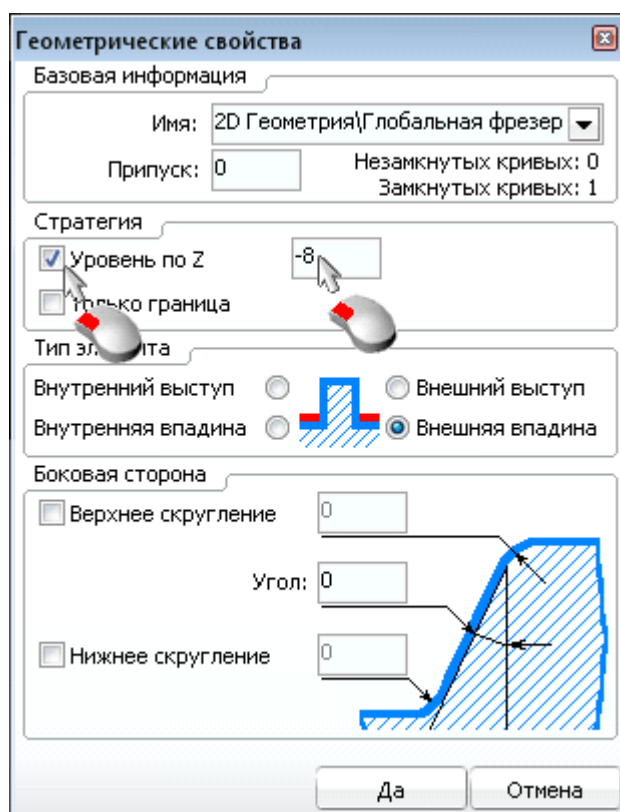


8. Нажмите кнопку **Добавить** для добавления выбранных кривых и кнопку **Закрыть** для закрытия окна.

9. Установите курсор в списке добавленных кривых на кривую окружности и нажмите кнопку **Свойства** (на рисунке эта кривая обозначена под именем **K12**, у Вас это наименование может быть другим, и выбрать нужную вы можете перебором – при выборе кривой из списка в графическом окне соответствующая кривая подсвечивается):

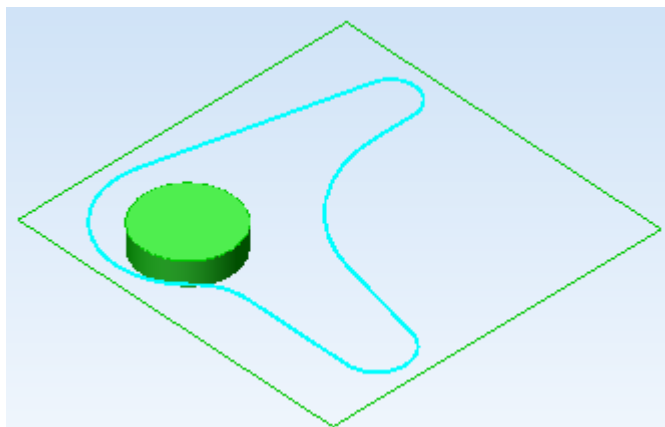


10. Установите галочку напротив опции **Уровень по Z** и задайте значение равное -8:



11. Для подтверждения нажмите **Да**.

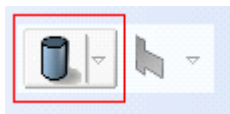
В результате в графическом окне должна отобразиться 3D модель цилиндра, получившегося в результате вытягивания окружности на глубину -8 мм (см. [чертеж](#)):

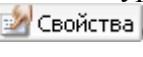


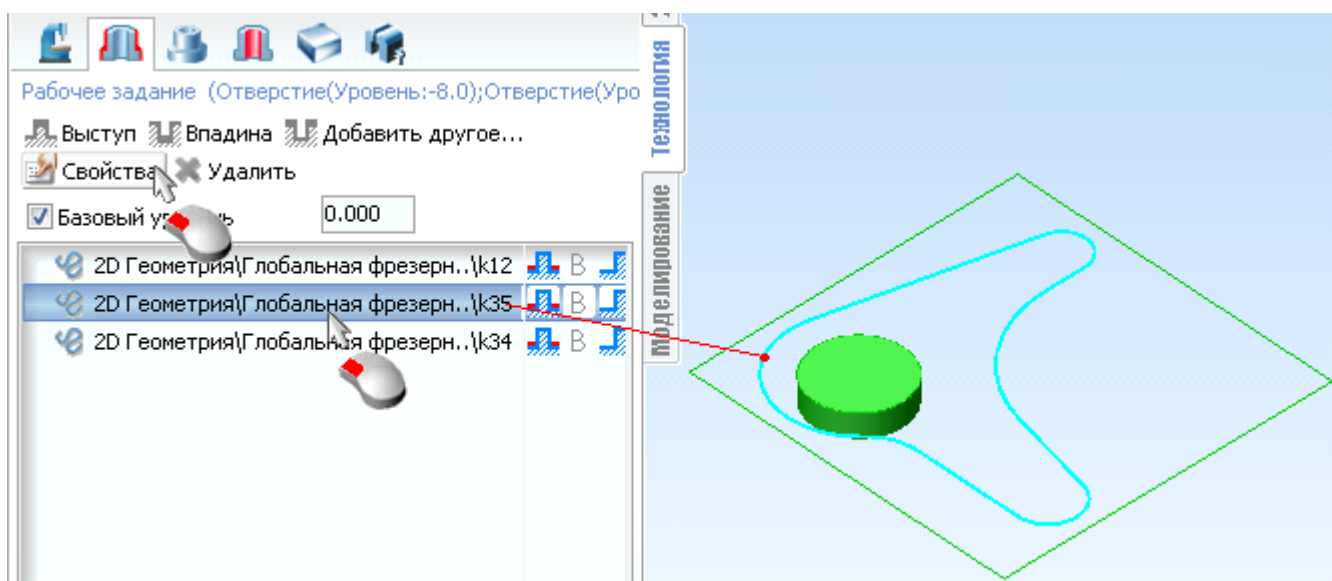
Для правильного отображения, включите видимость **Рабочего задания** в панели управления видимостью:



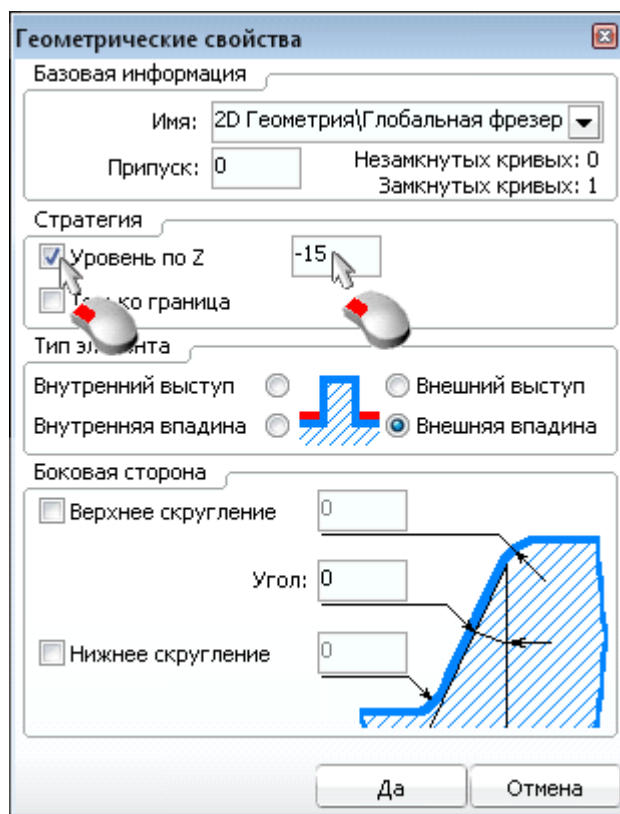
А так же установлен режим отображения **Тонированный с ребрами**:



12. Установите курсор в списке добавленных кривых на составную кривую и нажмите кнопку  **Свойства** (на рисунке эта кривая обозначена под именем **K35**, у Вас это наименование может быть другим):

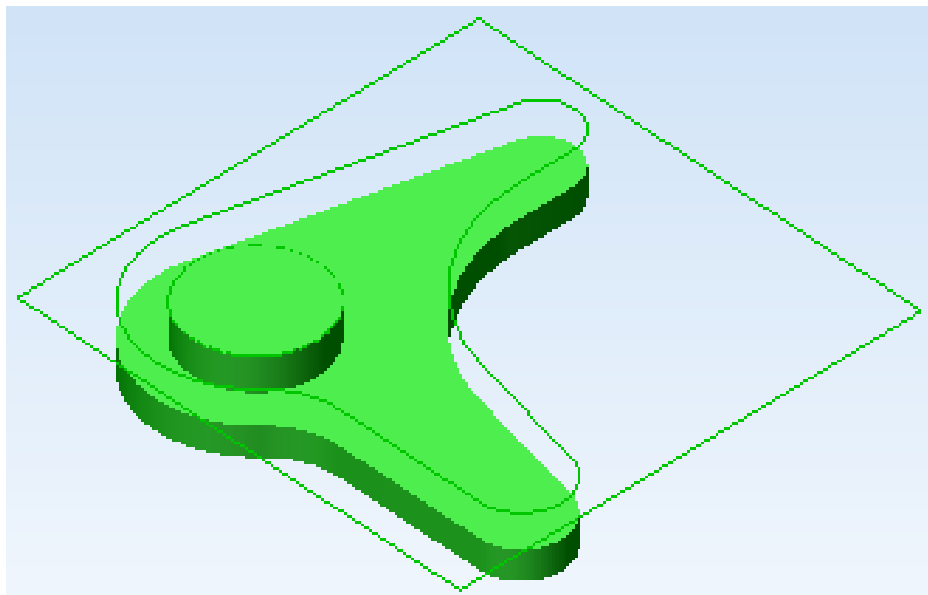



13. Установите галочку напротив опции **Уровень по Z** и задайте значение равное -15:

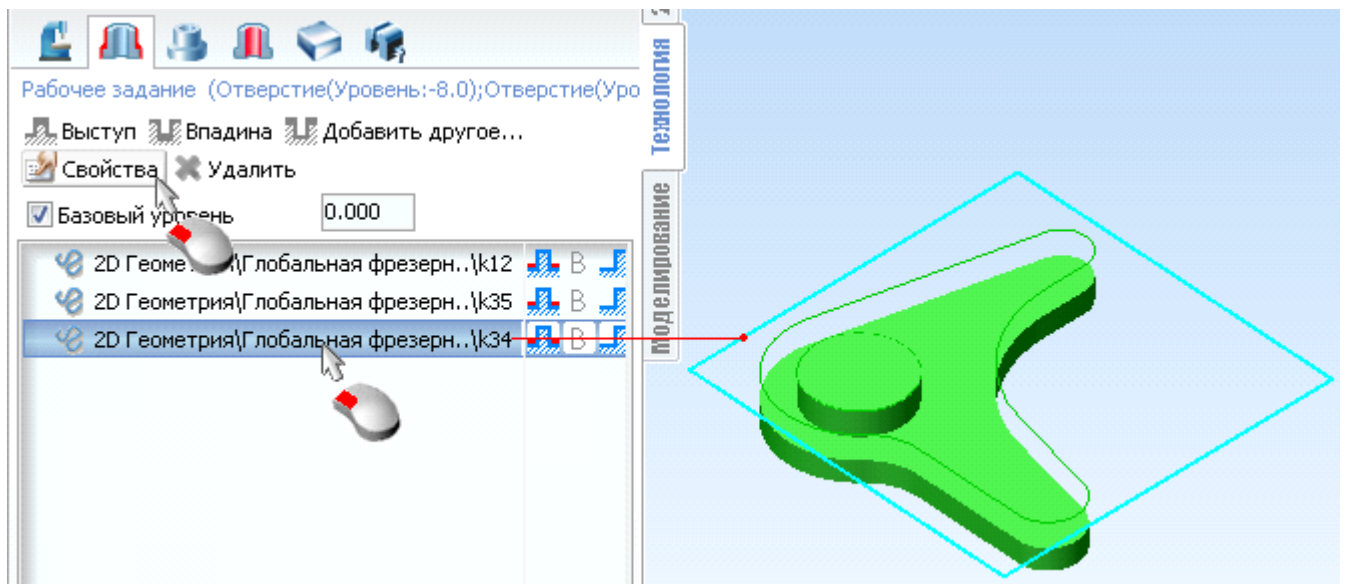


14. Для подтверждения нажмите

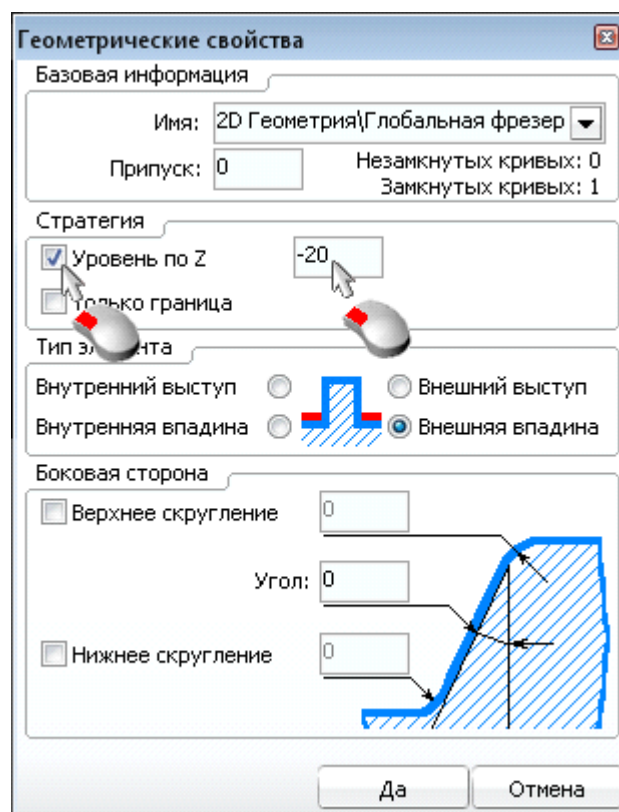
В результате в графическом окне должна отобразиться 3D модель, в результате вытягивания кривой с уровня -8мм до уровня -15мм (см. [чертеж](#)):



15. Установите курсор в списке добавленных кривых на кривую, представляющую собой прямоугольник, и нажмите кнопку  **Свойства** (на рисунке эта кривая обозначена под именем **К36**, у Вас это наименование может быть другим):

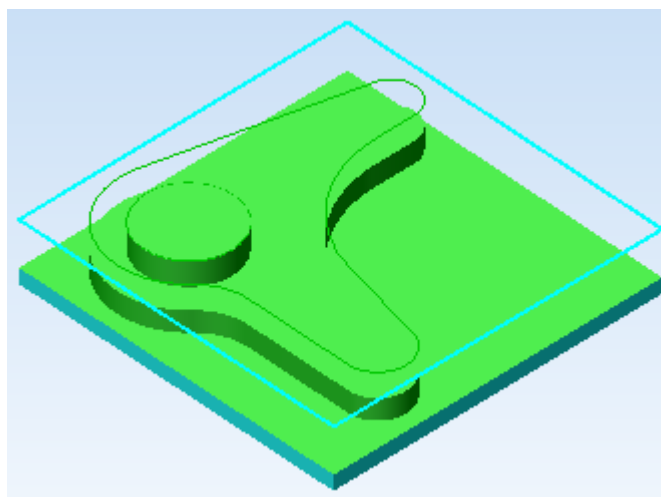


16. Установите галочку напротив опции Уровень по Z и задайте значение равное -20:



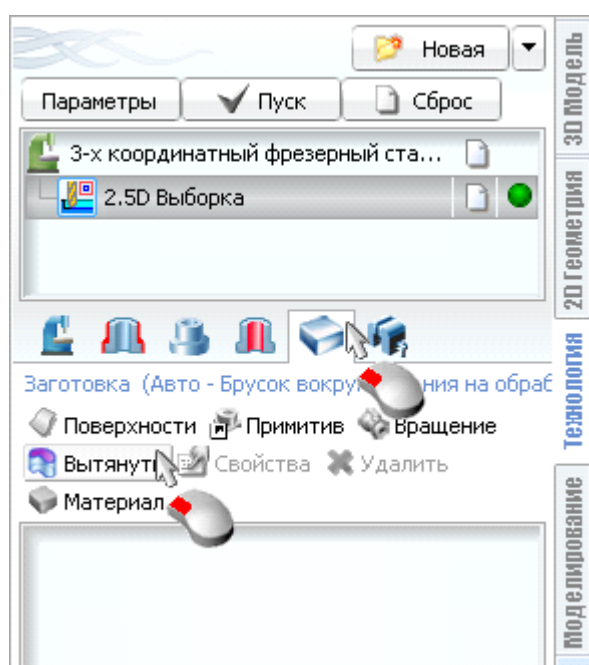
17. Для подтверждения нажмите .

В результате в графическом окне должна отобразиться 3D модель, в результате вытягивания кривой с уровня -15мм до уровня -20мм (см. [чертеж](#)):

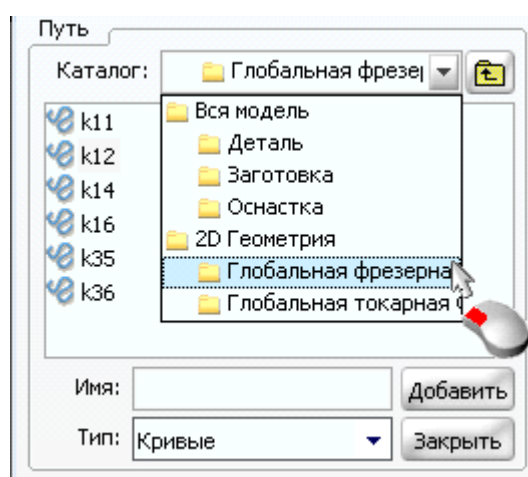


11. Задание заготовки

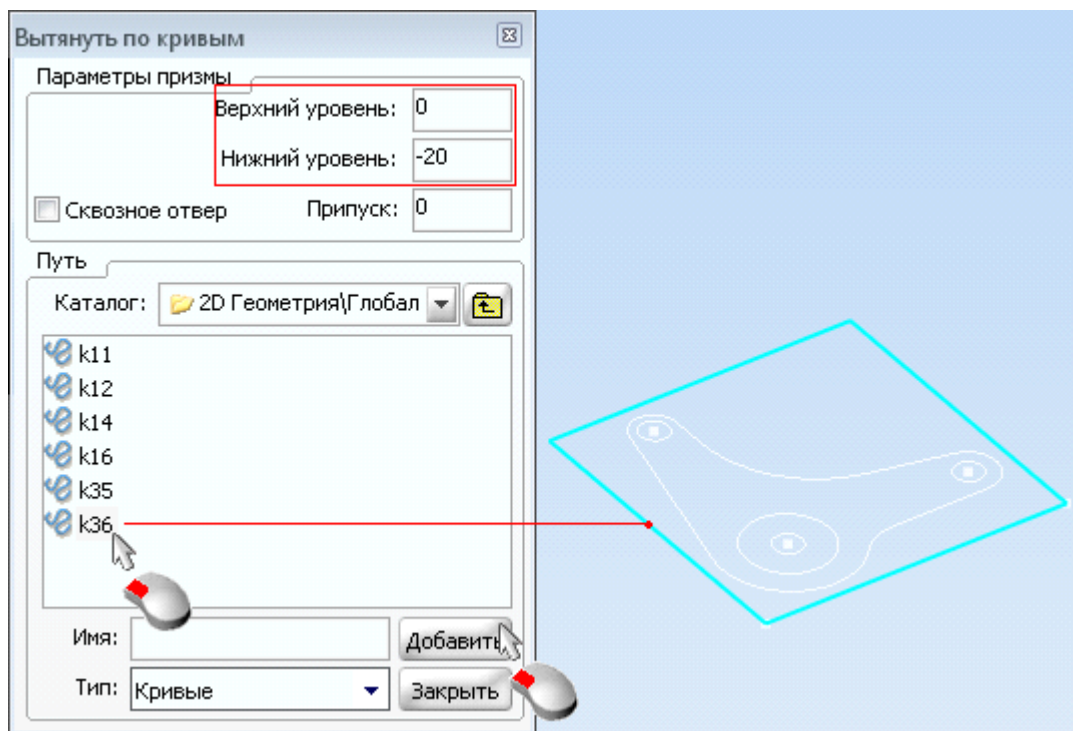
1. Для задания заготовки, откройте закладку **Заготовка**, и нажмите кнопку  **Вытянуть**:



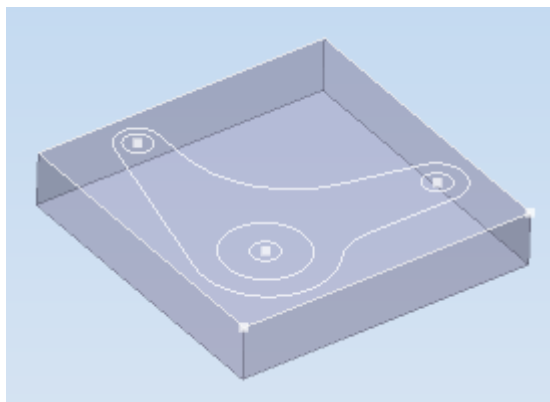
2. В разделе **Путь** в выпадающем меню укажите каталог **Глобальная фрезерная**:



3. В списке кривых, выберите кривую, представляющую собой прямоугольник (на рисунке эта кривая обозначена под именем **K36**, у Вас это наименование может быть другим), задайте верхний и нижний уровни будущей заготовки в соответствии с рисунком ниже и нажмите кнопку **Добавить**.

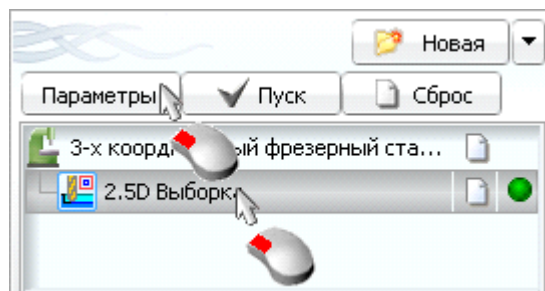


В результате в графическом окне должна отобразиться 3D модель заготовки:

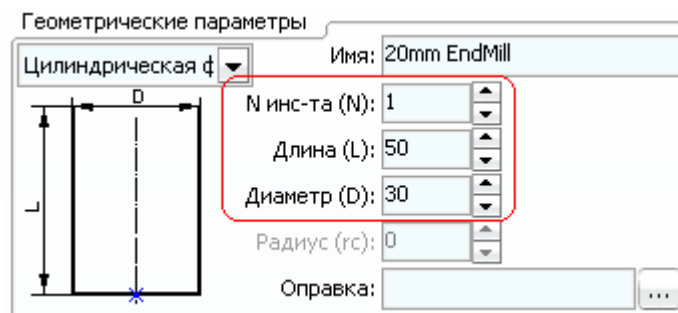


12. Задание параметров операции

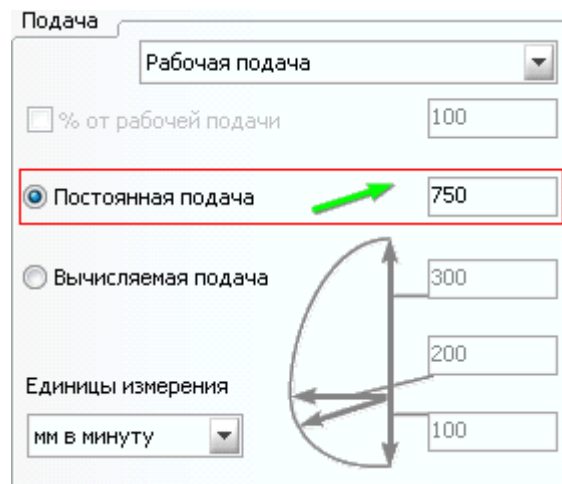
1. Установите курсор на операцию **2.5D Выборка** и нажмите кнопку **Параметры**:



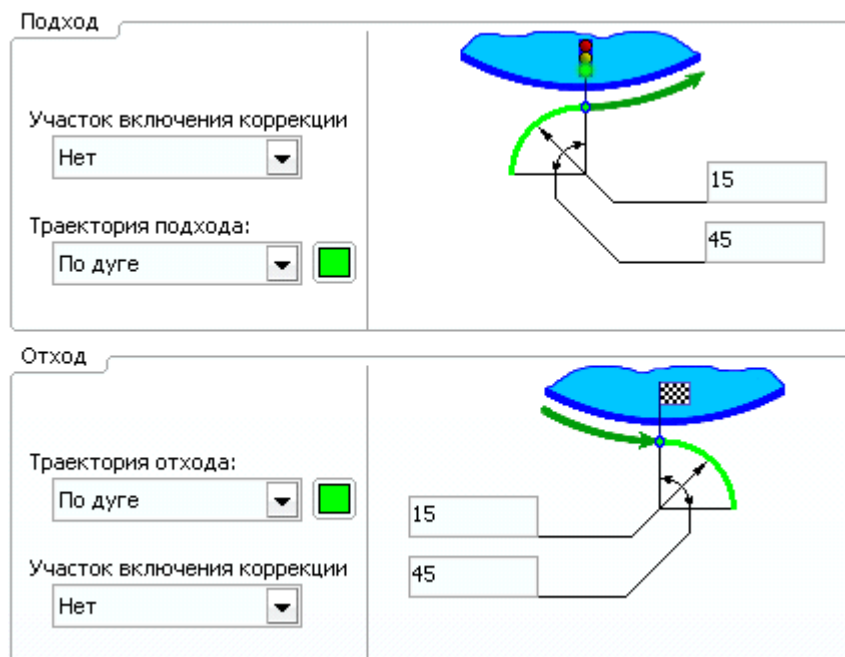
2. Откройте закладку **Инструмент**, выберите **Цилиндрическую фрезу** и задайте ее длину равной 50мм, диаметр равным 30мм и номер инструмента равным 1, остальные параметры оставьте без изменений:



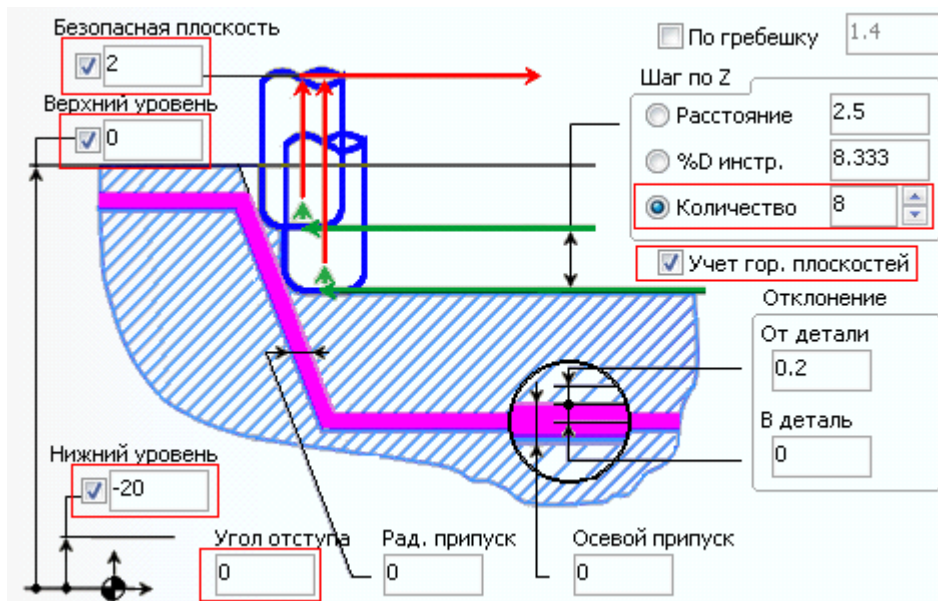
3. Откройте закладку **Подача**. Задайте постоянную подачу равную 750 мм/мин:



4. Откройте закладку **Подход-Отход**. Выберите вид подхода и отхода **По дуге** с радиусом равным 15 мм:



6. Откройте закладку **Параметры** и задайте их в соответствии с изображением ниже:

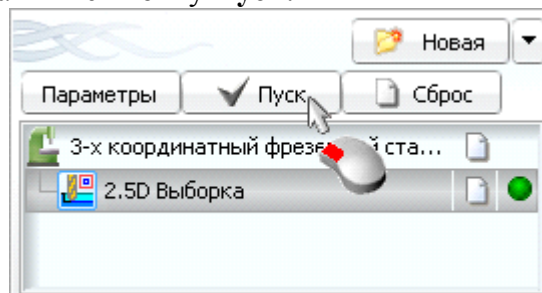


7. На закладке **Стратегия** оставьте все параметры без изменений.

8. Нажмите кнопку **Да** в нижней части окна задания параметров для подтверждения внесенных изменений.

13. Расчет операции

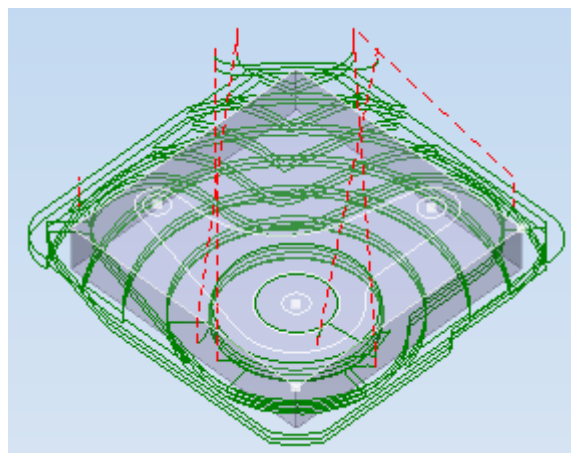
1. Для расчета операции нажмите кнопку **Пуск**:



Включите видимость следующих элементов на панели управления визуализацией:

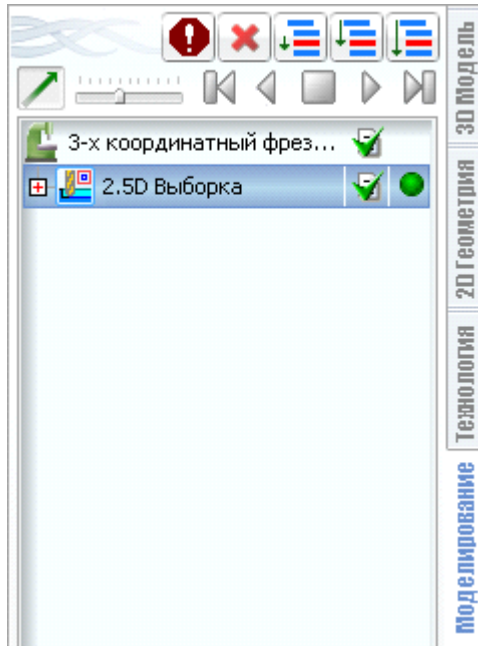


В результате в графическом окне отобразится траектория перемещения инструмента:



14. Моделирование обработки

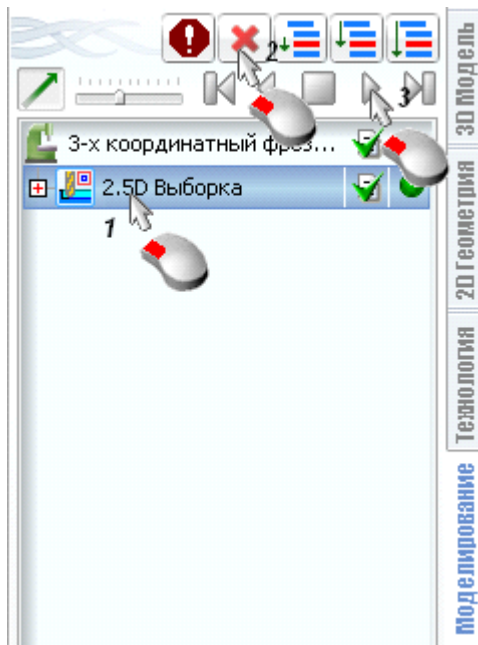
1. Откройте закладку **Моделирование**



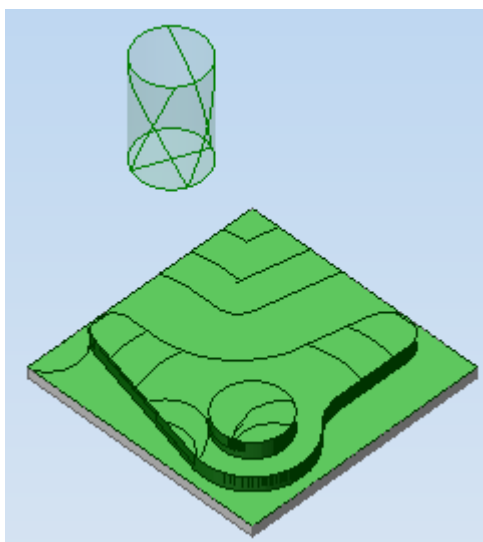
и включите видимость следующих элементов на панели управления визуализацией:





2. Установите курсор на операции **2.5D Выборка**, сбросьте операцию и нажмите кнопку плавного моделирования текущей операции:

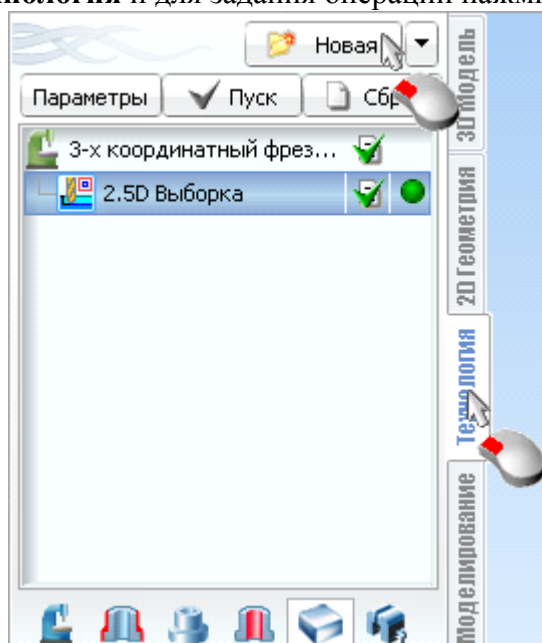


В результате в графическом окне отобразиться результат моделирования обработки:

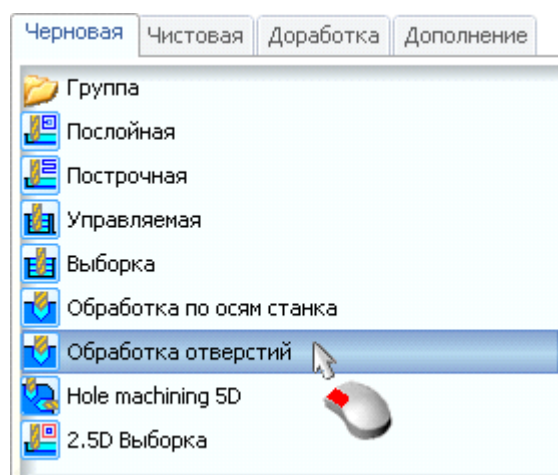


15. Сверление отверстий

1. Откройте закладку **Технология** и для задания операции нажмите кнопку  **Новая** :




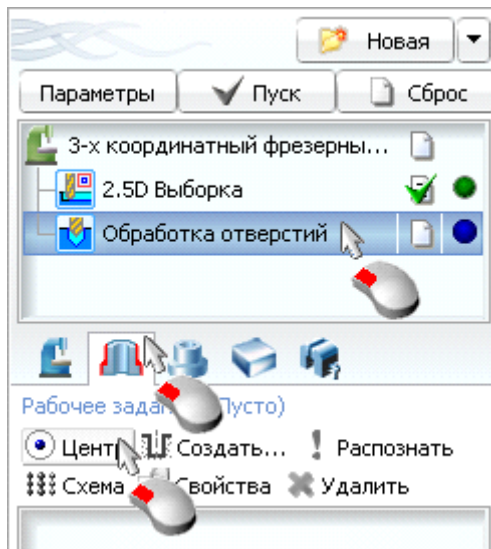
2. В открывшемся списке операций откройте закладку **Черновые** и выберите операцию **Обработка отверстий**:



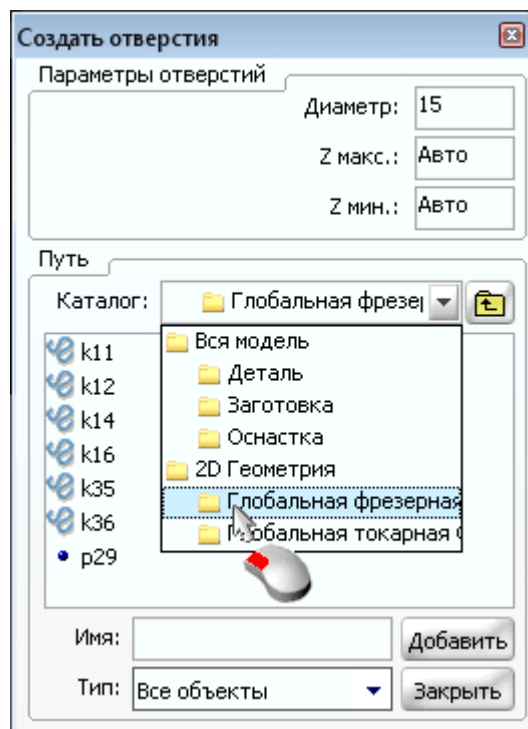
3. Для подтверждения выбора нажмите кнопку 

16. Добавление элементов для обработки

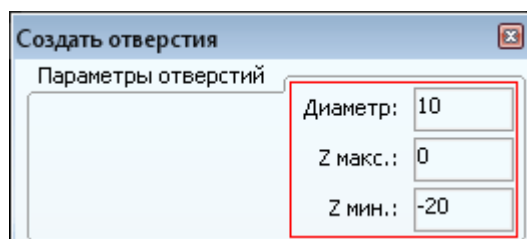
1. Установите курсор на созданную операцию, откройте закладку **Рабочее задание** и нажмите кнопку 



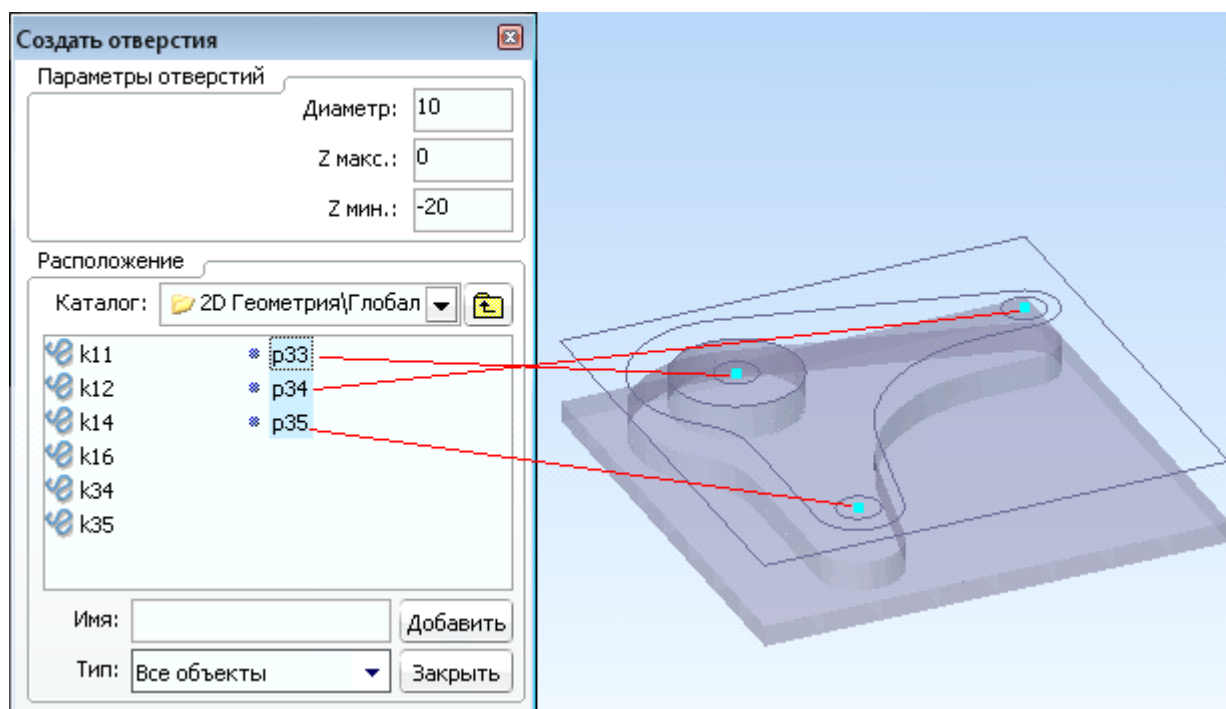
2. В разделе **Путь** в выпадающем меню укажите каталог **Глобальная фрезерная**:



3. В этом же окне в разделе **Параметры отверстий** укажите следующие значения:

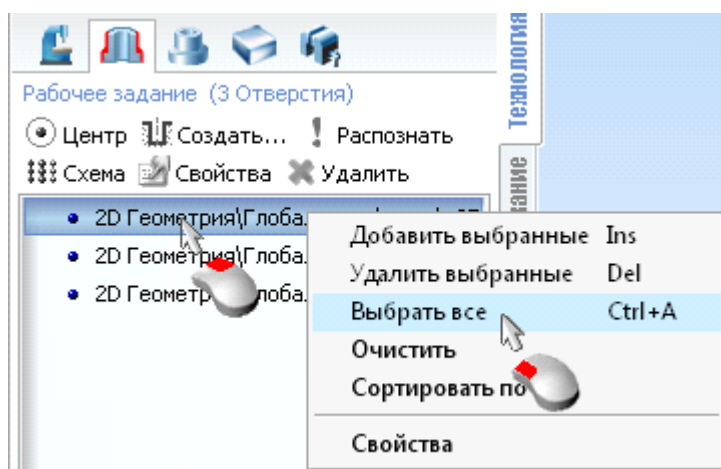


4. В списке точек, удерживая кнопку на клавиатуре **Ctrl**, левым щелчком кнопки мыши поочередно выделите три центральные точки, как показано на рисунке ниже (нумерация точек может не совпадать с изображением на рисунке ниже):

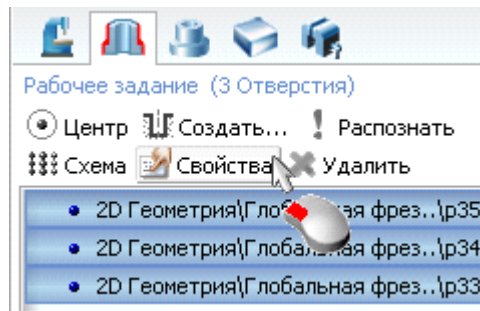
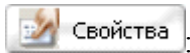


5. Нажмите кнопку **Добавить** для добавления выбранных точек и после этого кнопку **Заккрыть**

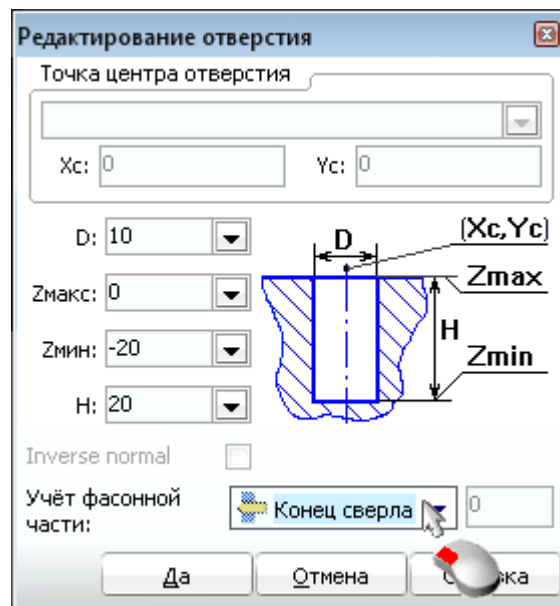
6. Щелкните правой кнопкой мыши на любой из добавленных точек и во всплывающем меню выберите пункт **Выбрать все**:



7. После того как все три центра будут выделены (подсвечены), нажмите кнопку



8. В открывшемся окне в опции **Учет фасонной части** выберите значение **Конец сверла**:

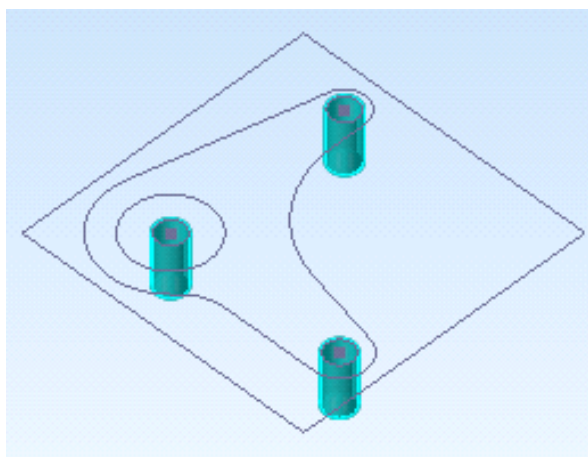


9. Для подтверждения выбора нажмите кнопку 

10. В результате в графическом окне при включенной видимости геометрической модели

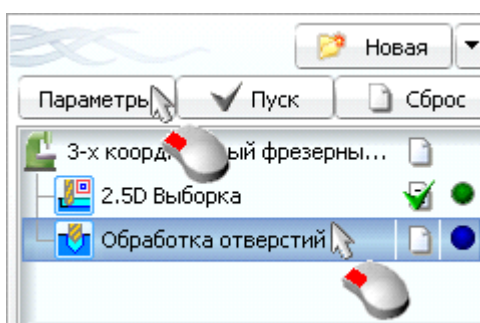


должны отобразиться 3 отверстия диаметром 10 мм. (см. [чертеж](#)):

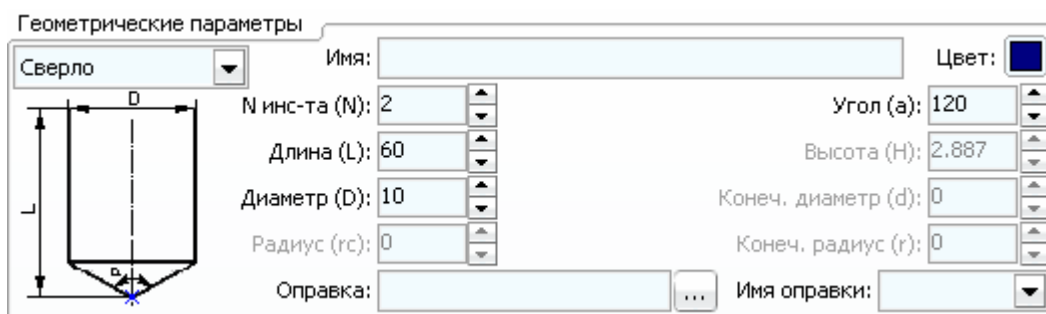


17. Задание параметров операции

1. Установите курсор на операцию **Обработка отверстий** и нажмите кнопку **Параметры**:



2. Откройте закладку **Инструмент**, выберите **Сверло** и задайте ему длину равной 60мм, диаметр равным 10мм и номер инструмента равным 2, угол равным 120, остальные параметры оставьте без изменений:



3. Откройте закладку **Подача**. Задайте постоянную подачу равную 50 мм/мин и количество оборотов в минуту равным 400:

Оборотов в мин: 400

Скорость резания: 12.566

Подача

Рабочая подача

% от рабочей подачи 100

Постоянная подача 50

Вычисляемая подача 300

200

100

Единицы измерения

мм в минуту

4. На закладке **Стратегия** установите следующие параметры:

Тип сверления

С ломкой стружки

Порядок обработки отверстий

Оптимальная

По списку

Размножить траекторию по оси

Режим: Выкл.

Ось:

Шаг по оси: 1

Количество копий: 1

Имя подпрограммы: 1

Безопасная плоскость

Z_i Выстой

Z_l Выстой

Выстой

Выстой

Глубина шага (Z_l): 10

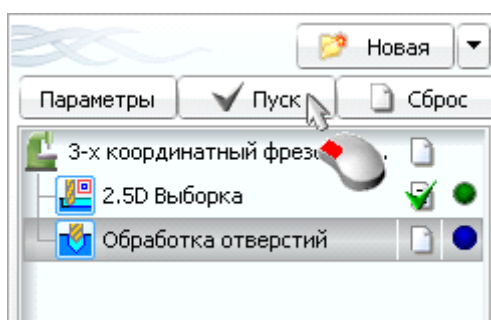
Вертикальный переход (Z_i): 2 10

Время выстой: 0.5

5. Нажмите кнопку **Да** в нижней части окна задания параметров для подтверждения внесенных изменений.

18. Расчет операции

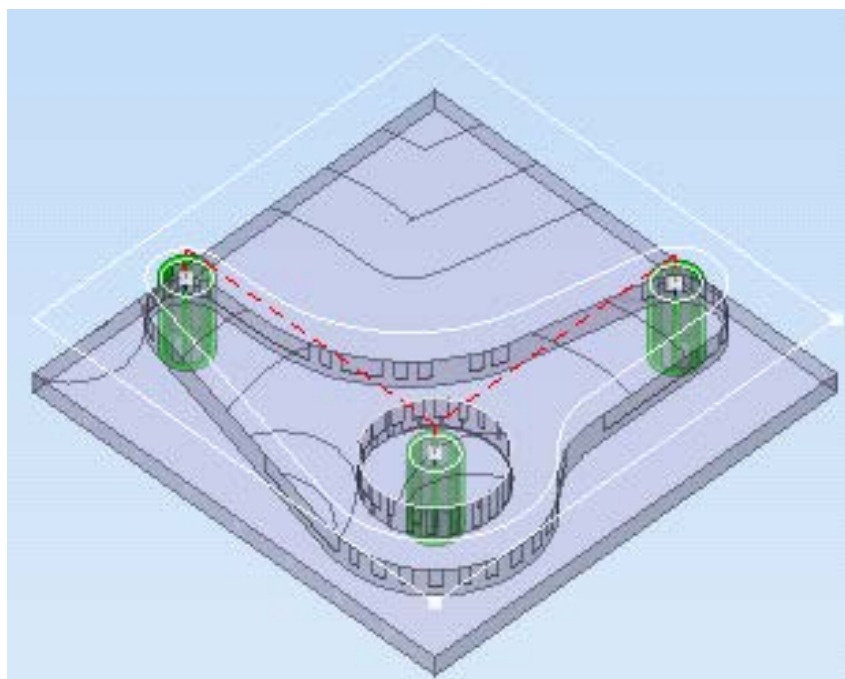
1. Для расчета операции нажмите кнопку **Пуск**:



Включите видимость следующих элементов на панели управления визуализацией:



В результате в графическом окне отобразится траектория перемещения инструмента:

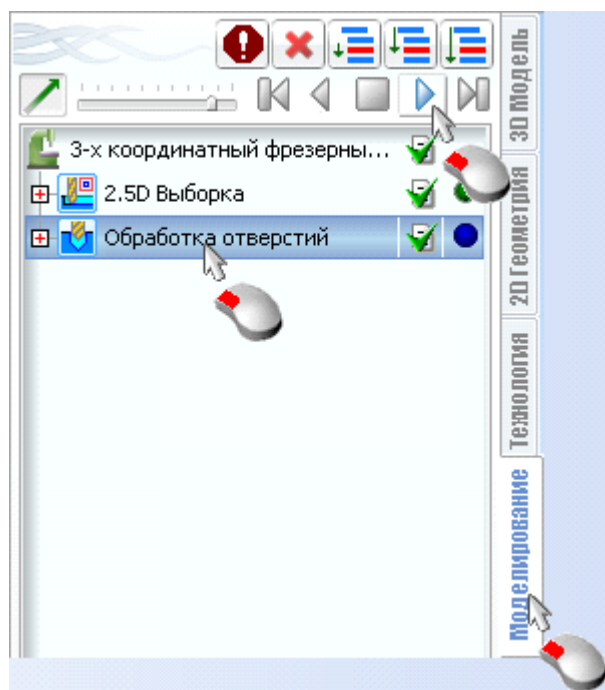


19. Моделирование обработки

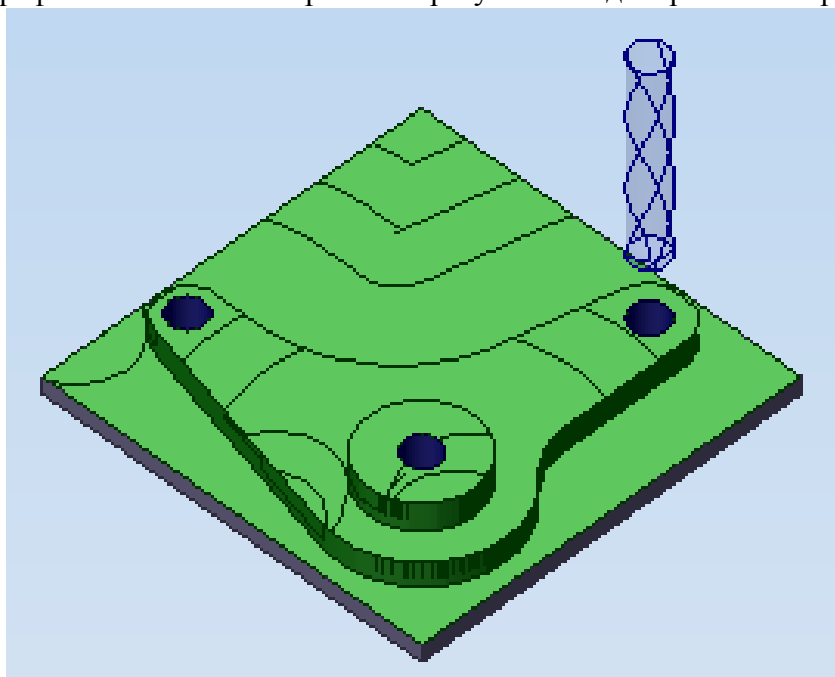
1. Откройте закладку **Моделирование** и включите видимость следующих элементов на панели управления визуализацией:



2. Установите курсор на операции **Обработка отверстий** и нажмите кнопку плавного моделирования текущей операции:



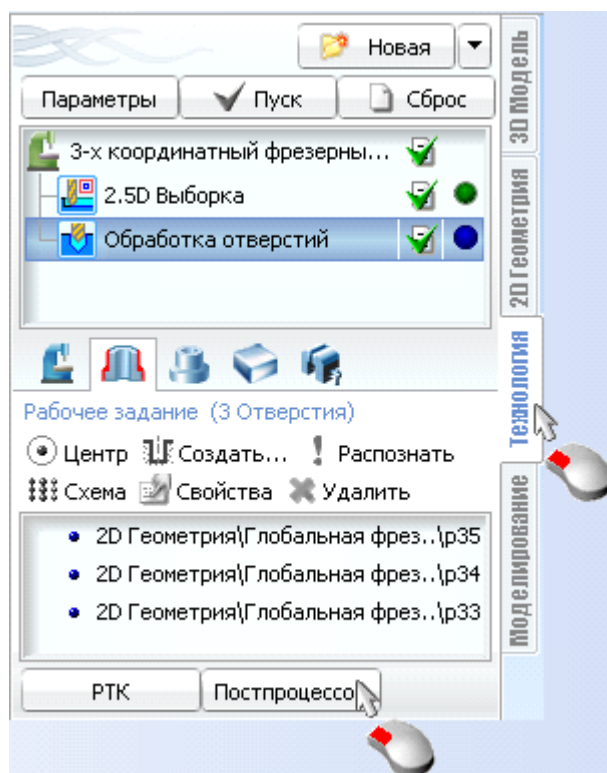
В результате в графическом окне отобразится результат моделирования обработки:

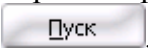


20. Формирование управляющей программы

Следующий шаг – формирование управляющей программы:

1. Откройте закладку **Технология** и в нижней части окна параметров нажмите кнопку



2. В открывшемся окне в поле файл вывода укажите путь к папке, где хранятся управляющие программы.
3. В окне списка постпроцессоров укажите постпроцессор **Fanuc-6M(Simple).spp**.
4. Нажмите кнопку .

Михалёв Андрей Михайлович

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
(Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ
с применением системы SprutCAM: программирование 2.5D обработки)**

Методические указания
к выполнению лабораторных и самостоятельной работ
для студентов направления подготовки 151900.62 (15.03.05)
«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

Авторская редакция

Подписано в печать
Печать цифровая
Заказ

Формат 60x84 1/8
Усл. печ. л. 5,25
Тираж 50

Бумага 65 г/м²
Уч.-изд. л. 5,25
Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.