

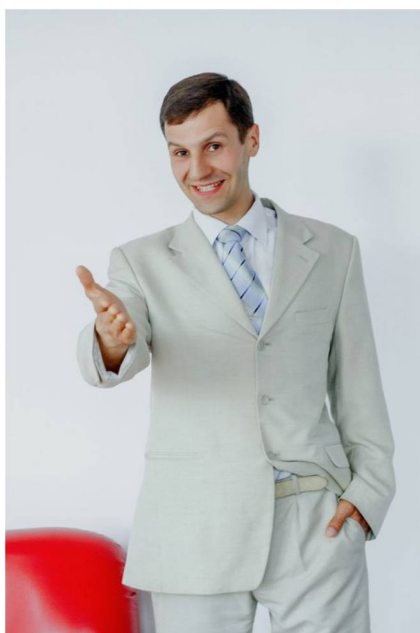
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УРОКИ

Работа с поворотной (4-й) осью Учебник для начинающих DeskProto+Mach3



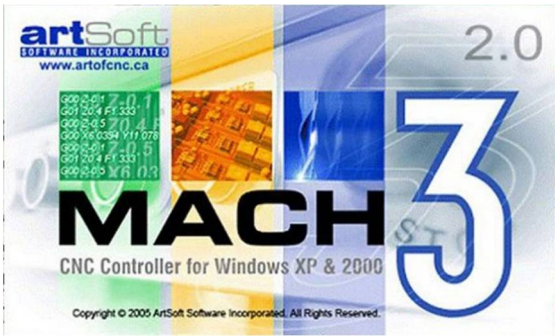
Автор: кандидат технических наук Несмеянов Е. А.

Кто автор этого учебника?



Несмеянов Евгений
Александрович

- Более **7 лет опыта работы** на производстве на 3,4,5 осевых фрезеных и токарных ЧПУ. От чертежа до готовой детали.
- Кандидат технических наук в области станков с ЧПУ
- Участвовал в разработке и проектировании 4-х станков с ЧПУ
- **Сделал лично более 2000 наименований деталей.** Из дерева, пластика, цвет. металлов, сталей. От чертежа до готовой детали.

	• Русификатор • Учебник на русском для фрезерного и токарного профиля Mach3 • Скрипт датчика нуля
г. Воронеж УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УРОКИ От рисунка до готового изделия! Урок для начинающих с ArtCam+Mach3  Автор: кандидат технических наук Несмеянов Е. А.	В ОТЛИЧИЕ ОТ ДРУГИХ УЧЕБНИКОВ С ИНТЕРНЕТА для Арткам - вы сможете самостоятельно пройти <u>весь технологический цикл изготовления модели</u> - от рисунка до готового изделия: • Нарисовать модель детали • Запрограммировать обработку, получить УП • Загрузить УП в Mach3, установить нули, запустить обработку • Получить готовую деталь
Учебник по моделированию в ArtCAM Pro 2009 	<u>Вы научитесь моделировать:</u> • Орнамент, рельеф • Модель медведя • Дизайнерская тарелка с узорами • Кулон в форме сердца • Ручка ножа по фотографии Более 250 стр. обучения профессиональному моделированию в Арткам!

Программы ArtCAM Pro 9.0

и

ArtCAM Premium 2018

на русском языке



ArtCAM 2018

- Работают без сбоев
- Не вылетают
- Не выдают ошибку при включенном интернете
- Бессрочная лицензия

г. Воронеж

ЮВЕЛИРНЫЕ УРОКИ

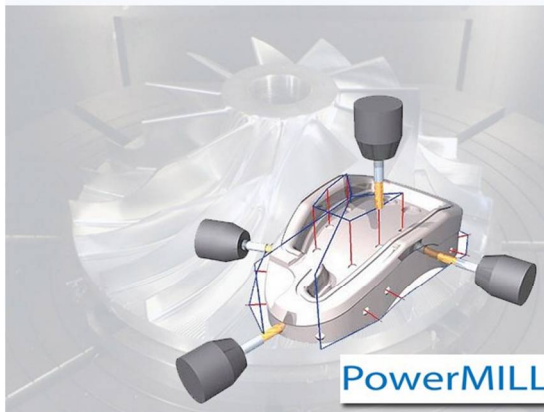


ТЕМЫ УРОКОВ:

1. Программирование обработки изделий, которые нужно обработать с двух сторон: кулоны, подвески, иконы (на шею).
2. Программирование обработки сложных колец (с верхушками) с трех или пяти сторон.
3. Программирование обработки простых колец
4. Программирование обработки отдельно верхушек колец и кулонов
5. Программирование обработки по кругу
6. Нанесение гравировки на различные части ювелирных изделий

УРОКИ ПО ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Уроки по программированию 5-осевой обработки в PowerMILL



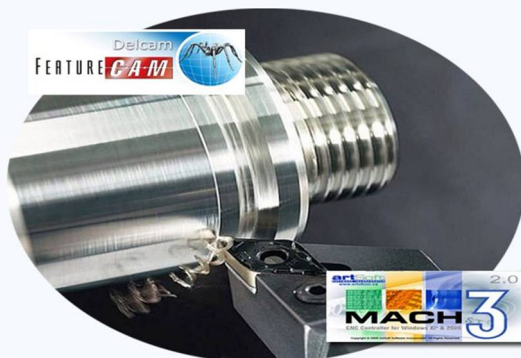
Автор перевода: кандидат технических наук Несмеянов Е. А.

Содержание

1. Обзор
2. Фиксация заготовки
3. Направление оси инструмента
4. Подводы и Переходы
5. 3+2 обработка
6. 3+2 - осевое сверление.....
7. 5-осевое сверление
8. Обработка по Ведущей Поверхности
9. Отвод инструмента вдоль траектории
10. Управление движением между рабочими ходами.....
11. Обработка боковой стороной
12. Многоосевая обработка по Профилю.....
13. Ограничение 5-осевых траекторий.....
14. Ограничение наклона инструмента.....
15. Создание 4-осевых траекторий.....
16. Осевое смещение траектории.....
17. Создание многоосевых траекторий из 3-х осевых
18. Изменение модели для упрощения разработки траекторий
19. Пример Крыльчатки.....
20. Моделирование в PowerSHAPE для разработки 5-осевых стратегий.....
21. 5-осевое сверление.....
22. Имитация движений узлов станка.....

УРОКИ ПО ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Урок для освоения токарного ЧПУ с FeatureCAM (токарный модуль) и Mach3Turn (точение)



Автор: кандидат технических наук Несмеянов Е. А.

Вы сможете после изучения:

- Нарисовать модель токарной детали
- Запрограммировать обработку, получить УП
- Загрузить УП в Mach3Turn,
- Установить нули, заготовку в центры, резец в резцедержатель, запустить обработку
- Получить готовую деталь

СОДЕРЖАНИЕ

(интерактивное – нажмите на нужный урок)

[УРОК 1. Изготовление балясины – обработка по кругу.....7](#)

[УРОК 2. Изготовление изогнутой ножки \(Венская ножка, Кабриоли\) на поворотной оси в автоматическом режиме.....40](#)

УРОК 3. Обработка с нескольких сторон на поворотной оси в автоматическом режиме (индексная обработка):

[Урок 3.1 Обработка квадратной колонны с 4-х сторон.....77](#)

[Урок 3.2 Обработка кронштейна с 3-х сторон.....93](#)

[Урок 3.3 Обработка ручки ножа с 2-х сторон.....95](#)

Из официального учебника на русском от разработчика программы:

УРОК 4. Гравировка и обработка по векторам.....75

УРОК 5. Обработка по фоторграфии (по растр. изображению) .85

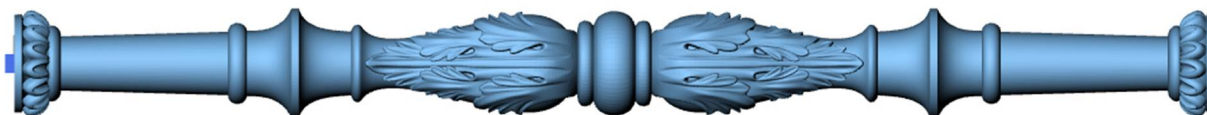
(см. pdf документ «**Уроки 4-5 от официального разработчика программы**», стр. 75 и 85 соответственно)

ВНИМАНИЕ! Рекомендуется выполнять уроки по порядку, т.к. в следующих уроках будет нужен опыт из предыдущего.

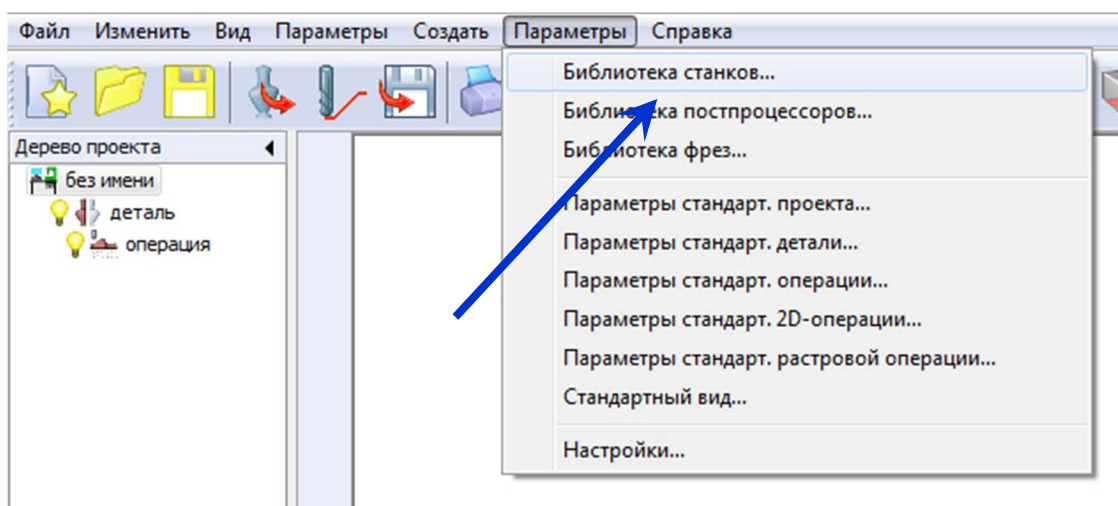
УРОК №1.

Изготовление балясины – обработка на поворотной оси по кругу

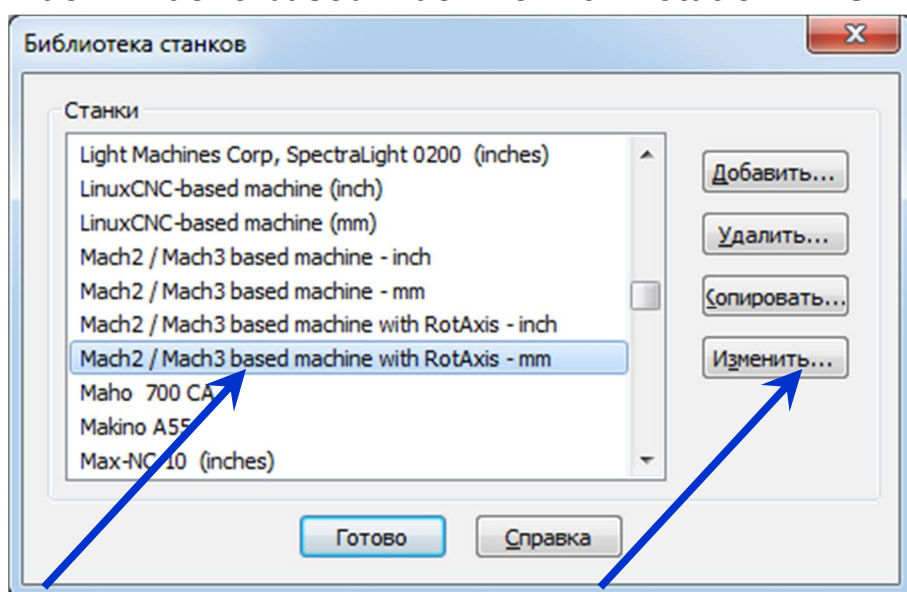
Будем изготавливать вот такую модель балясины:



1. Запускаем программу DeskProto 6.1.
2. **ВНИМАНИЕ!** Если Вам в процессе выполнения урока будут не ясны некоторые значения тех или иных элементов программы ДескПрото, обратитесь к прилагаемому русскому руководству от разработчика ДескПрото «**Справочник о программе Дескпрото.pdf**».
3. Заходим в **ПАРАМЕТРЫ** (которые справа) и нажимаем **БИБЛИОТЕКА СТАНКОВ**

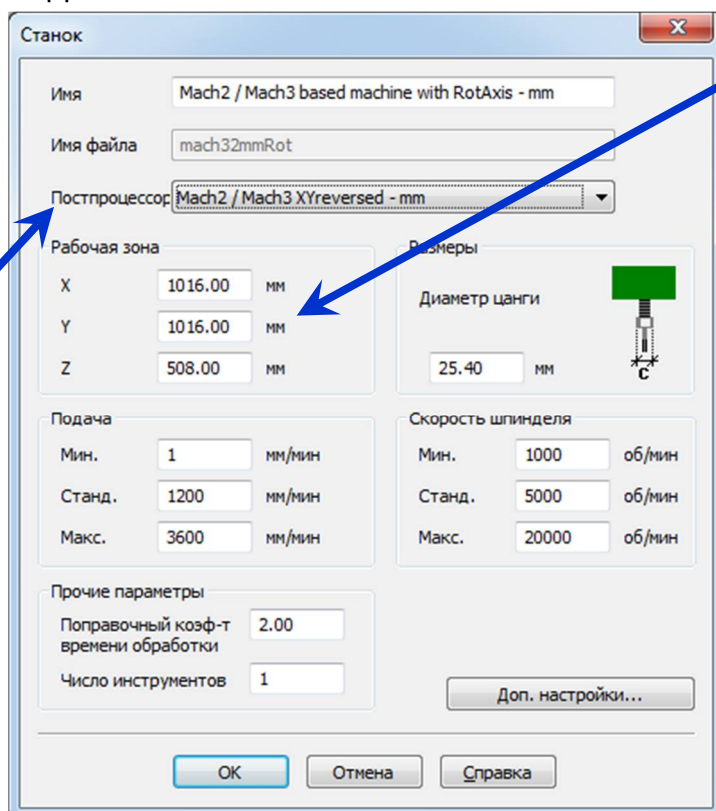


4. В открывшемся окне выбираем свой постпроцессор
Mach2/Mach3 based machine with Rotation Axis-mm

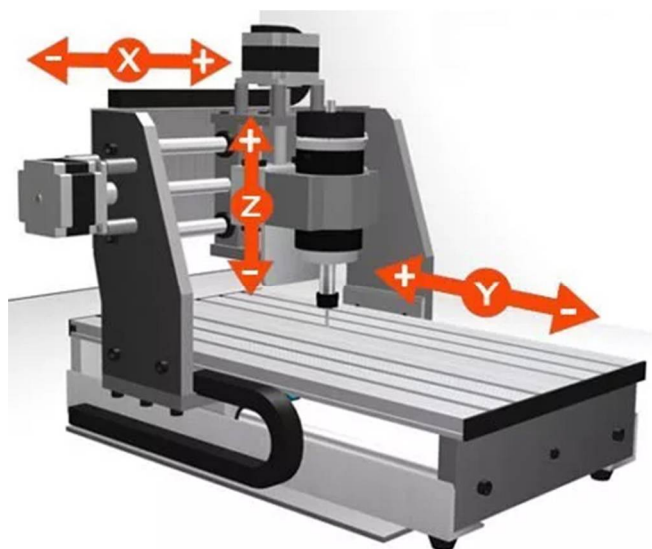
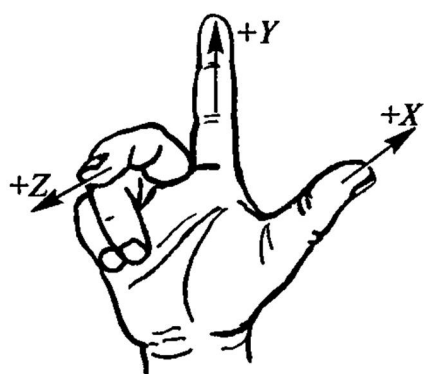


5. В этом же окне справа нажимаем **ИЗМЕНИТЬ**

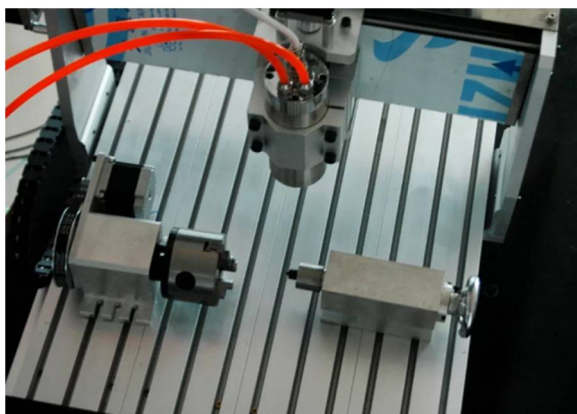
6. В открывшемся окне нужно сделать важную вещь – выбрать ваш вариант постпроцессора для Мач3 и установить максимальный ход вашего станка всем осям:



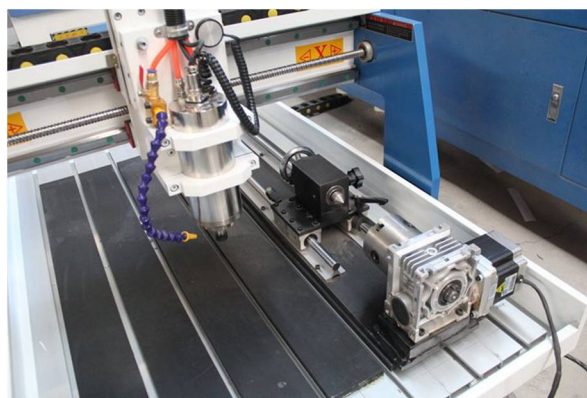
Для этого нужно знать, вдоль какой из линейных осей вашего станка X или Y направлена ваша поворотная ось. Для подсказки станьте перед передней частью вашего станка и вытяните пальцы так, как указано на рисунке ниже:



Соответственно, поворотную ось можно направить как вдоль X, так и вдоль Y:



Вдоль X

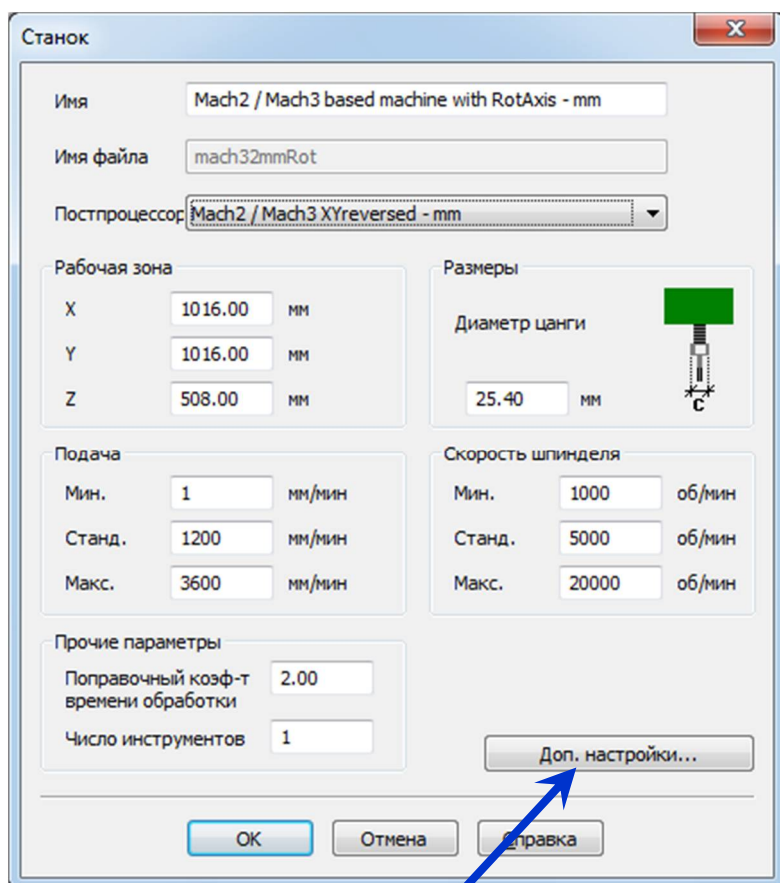


Вдоль Y

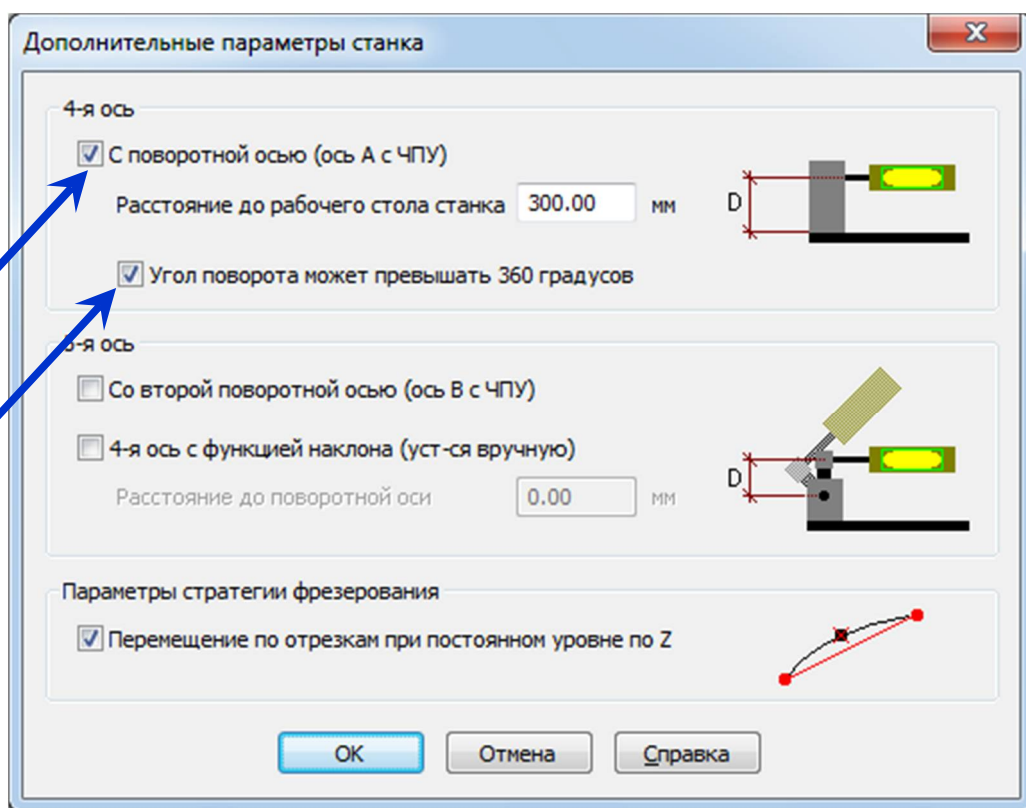
- ✓ Если у вас 4-я ось направлена вдоль X – выбираем постпроцессор **Mach2/Mach3-мм**
- ✓ Если у вас 4-я ось направлена вдоль Y – выбираем постпроцессор **Mach2/Mach3 XYreserved-мм**

Эти настройки сохраняются на все последующие запуски программы Дескпрото.

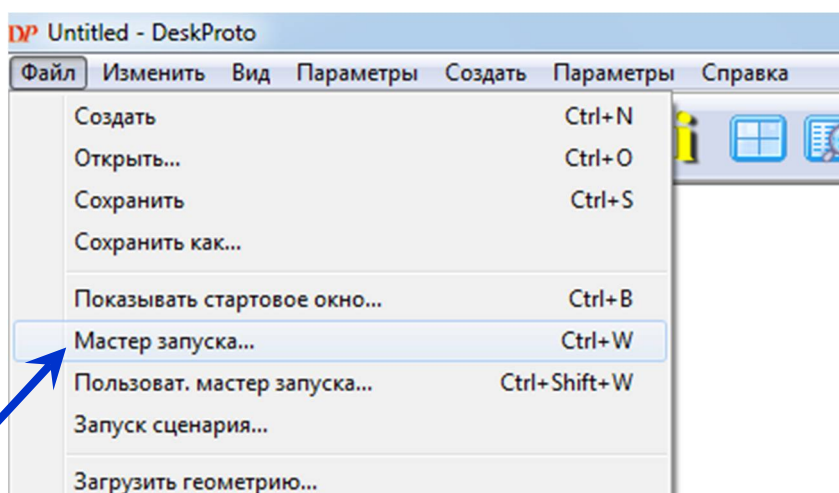
7. В том же окне нажимаем «**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ НАСТРОЙКИ**»



И в открывшемся окне устанавливаем размер от плоскости вашего рабочего стола до оси 4-й координаты и ставим галочку «**Угол поворота может превышать 360 градусов**»

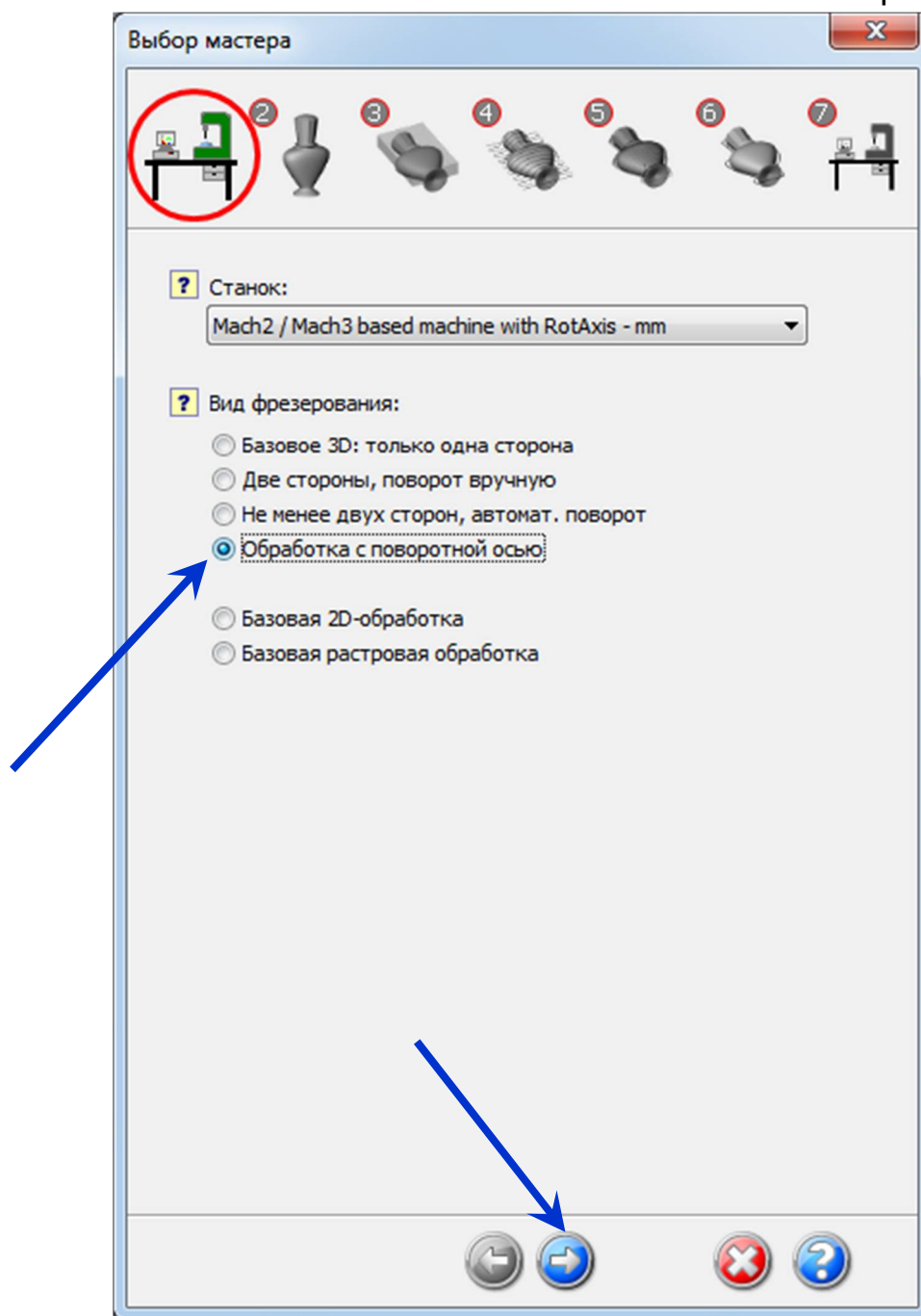


8. Далее нажимаем **ФАЙЛ – МАСТЕР ЗАПУСКА**

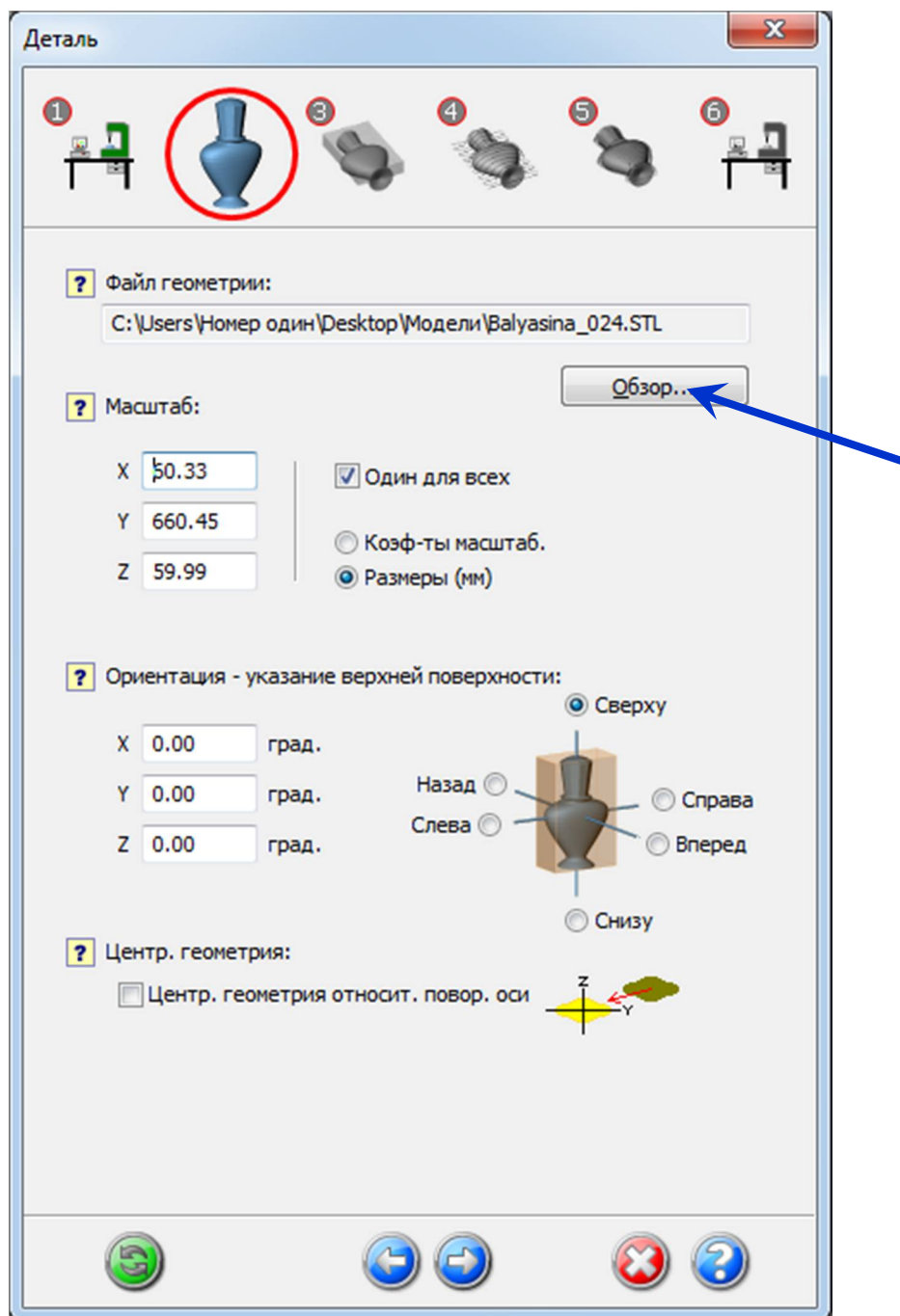


9. Если вам предложат сохранить проект – сохраните его

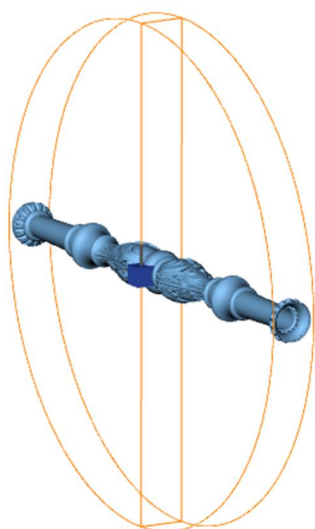
10. В открывшемся окне выбираем **ОБРАБОТКА С ПОВОРОТНОЙ ОСЬЮ** и нажимаем синюю стрелку вправо



11. В след. окне выбираем **ОБЗОР** и из папки **МОДЕЛИ** (которая прилагается вместе с учебником) выбираем stl файл **Балясина.stl**.



12. В свободной части окна программы вы увидите нашу балясину.

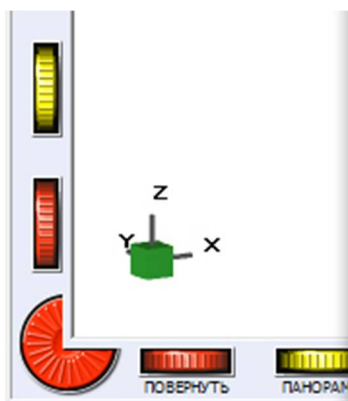


ВАЖНО! Ось нашей модели должна быть направлена вдоль ОСЕВОЙ линии оранжевого цилиндра. Мы видим, что это не так и справим позже этот момент.

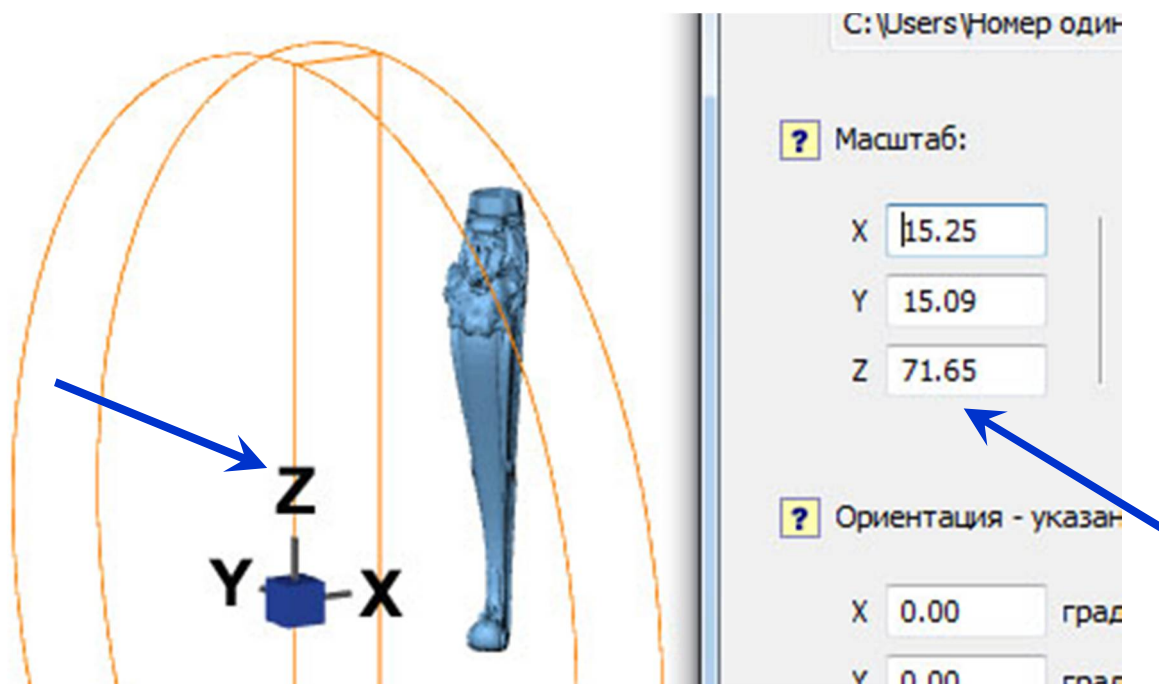
13. Если нужно изменить размеры модели – нажимаем РАЗМЕРЫ-мм. И в ячейках X, Y, Z вводим нужные нам размеры.

ВНИМАНИЕ! ПОДСКАЗКА! Как правило, нужно изменить длину модели:

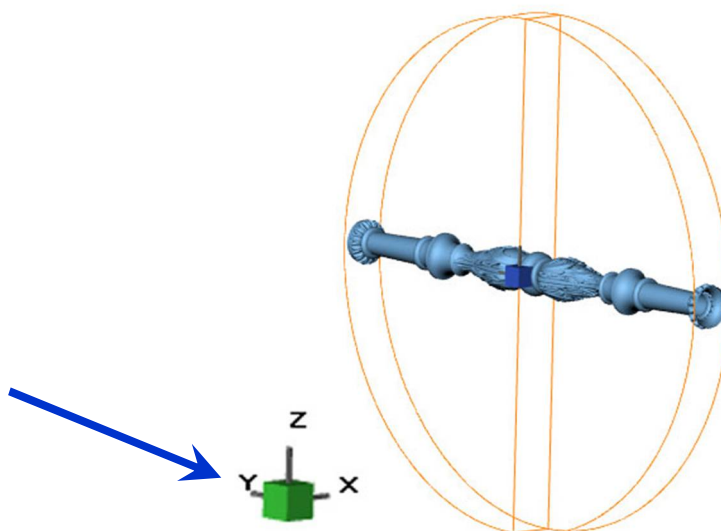
Смотрим на систему координат в левом углу программы и определяем, вдоль какой из осей загрузилась модель.

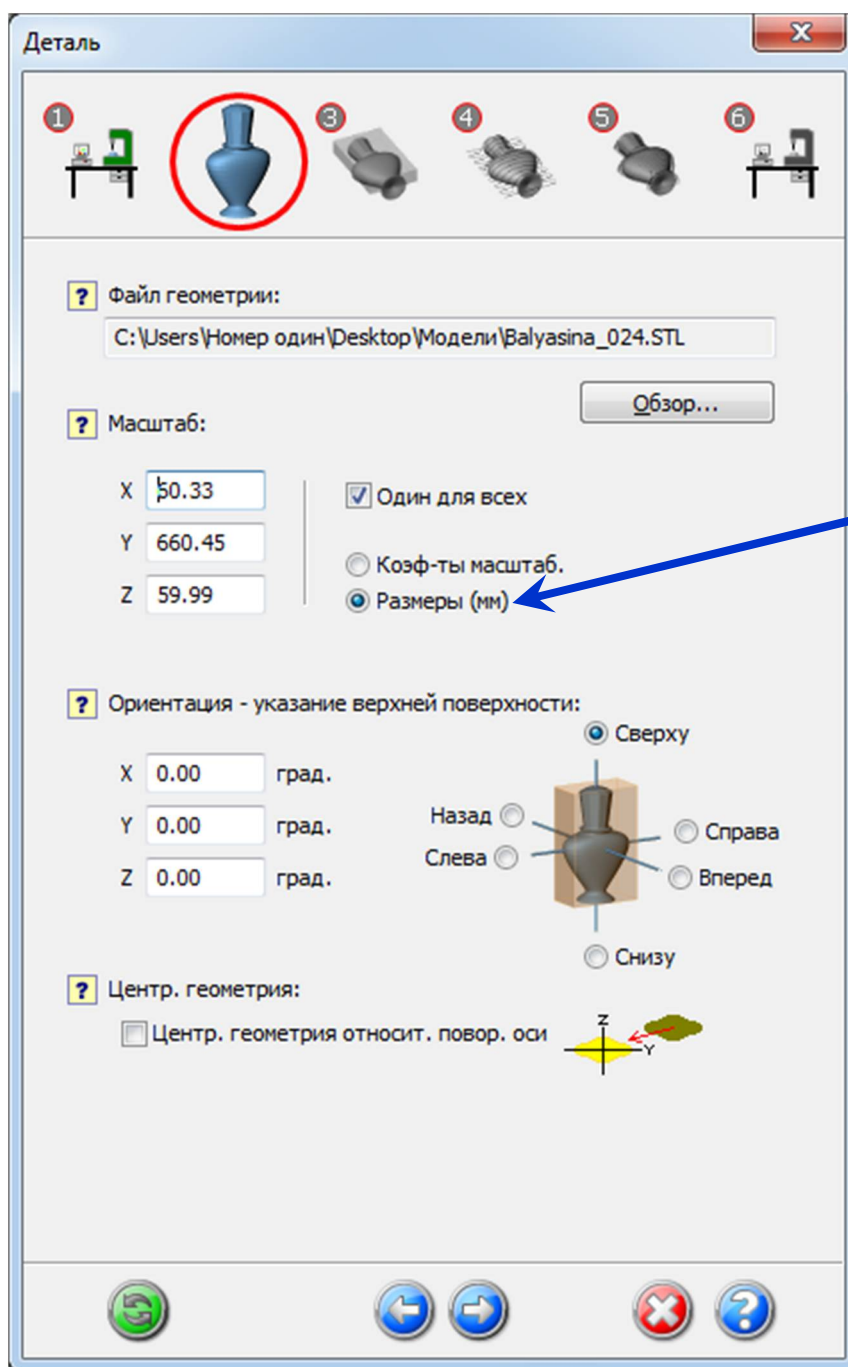


Если модель загрузилась стоя вертикально, значит, правим длину по оси **Z**.

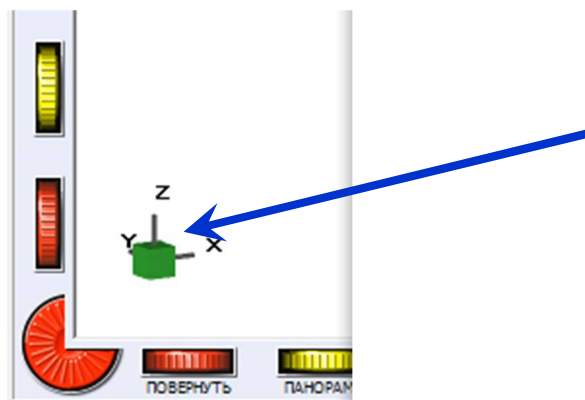


Если вдоль оси **Y**, как в случае с нашей балясиной, то устанавливаем нужную на длину изделия в ячейке **Y**.

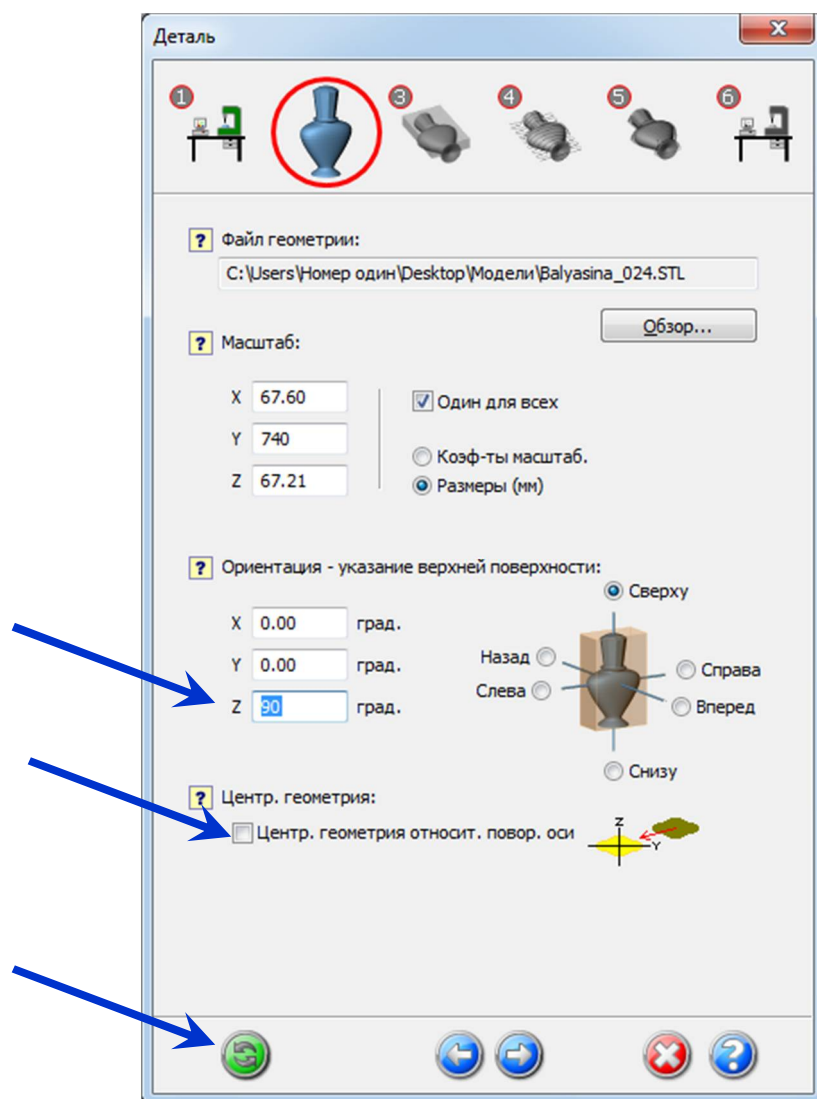




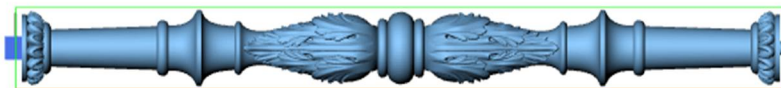
14. Далее необходимо направить ось модели вдоль оси X. Даже если у вас 4-я ось вдоль оси Y, все равно делаем так. Т.к. в постпроцессоре у вас будет реверс координат X и Y. Для этого в подразделе ОРИЕНТАЦИЯ нужно вбить значение в градусах, как правило, 90 град. Будет достаточно. Что бы сообразить, вдоль какой из осей производить поворот, отодвиньте в сторону это окно «Деталь» и в нижнем левом поле программы увидите направление координат X, Y, Z.



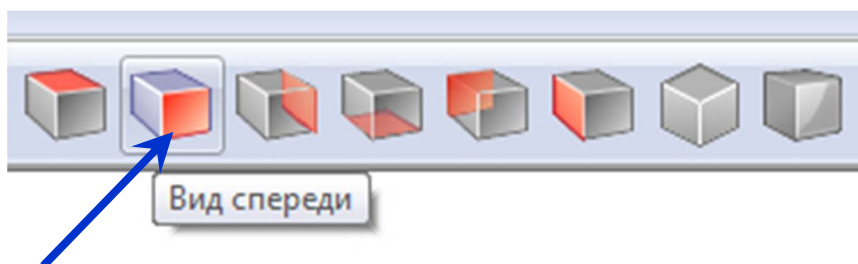
Мысленно представьте, что смотрите на эту систему сверху оси ЗЕТ и в нашем случае сделайте поворот вокруг оси ЗЕТ. Затем поставьте галочку «Центр. геометрия» и затем нижнем левом углу этого окна нажмите на зеленую круглую кнопку **Обновить**. И затем синюю круглую кнопку **ВПЕРЕД**.



Наша модель в результате должна быть сориентирована вот так:



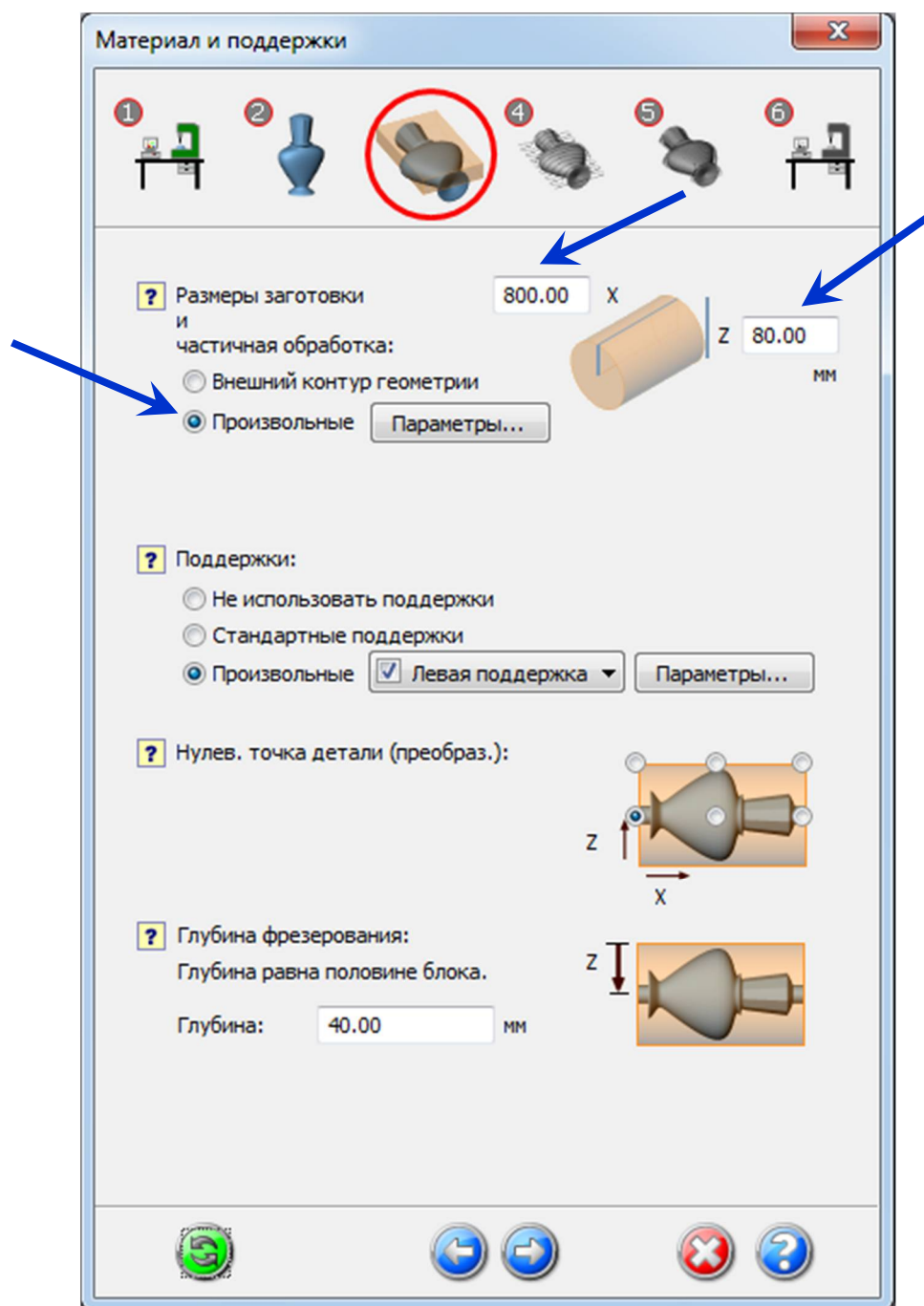
Для контроля положения в координатах **XZ** нажмите в верхней части экрана «**ВИД СПЕРЕДИ**»



15. После нажатия синей круглой кнопки **ВПЕРЕД** мы попадаем к окну **МАТЕРИАЛ и ПОДДЕРЖКИ**. В этом окне мы задаем тоже важные параметры.

А) Редактируем размеры заготовки. Нажимаем **ПРОИЗВОЛЬНЫЕ** и в ячейке **X** вбиваем нашу длину заготовки. В ячейке **ЗЕТ** – ее диаметр.

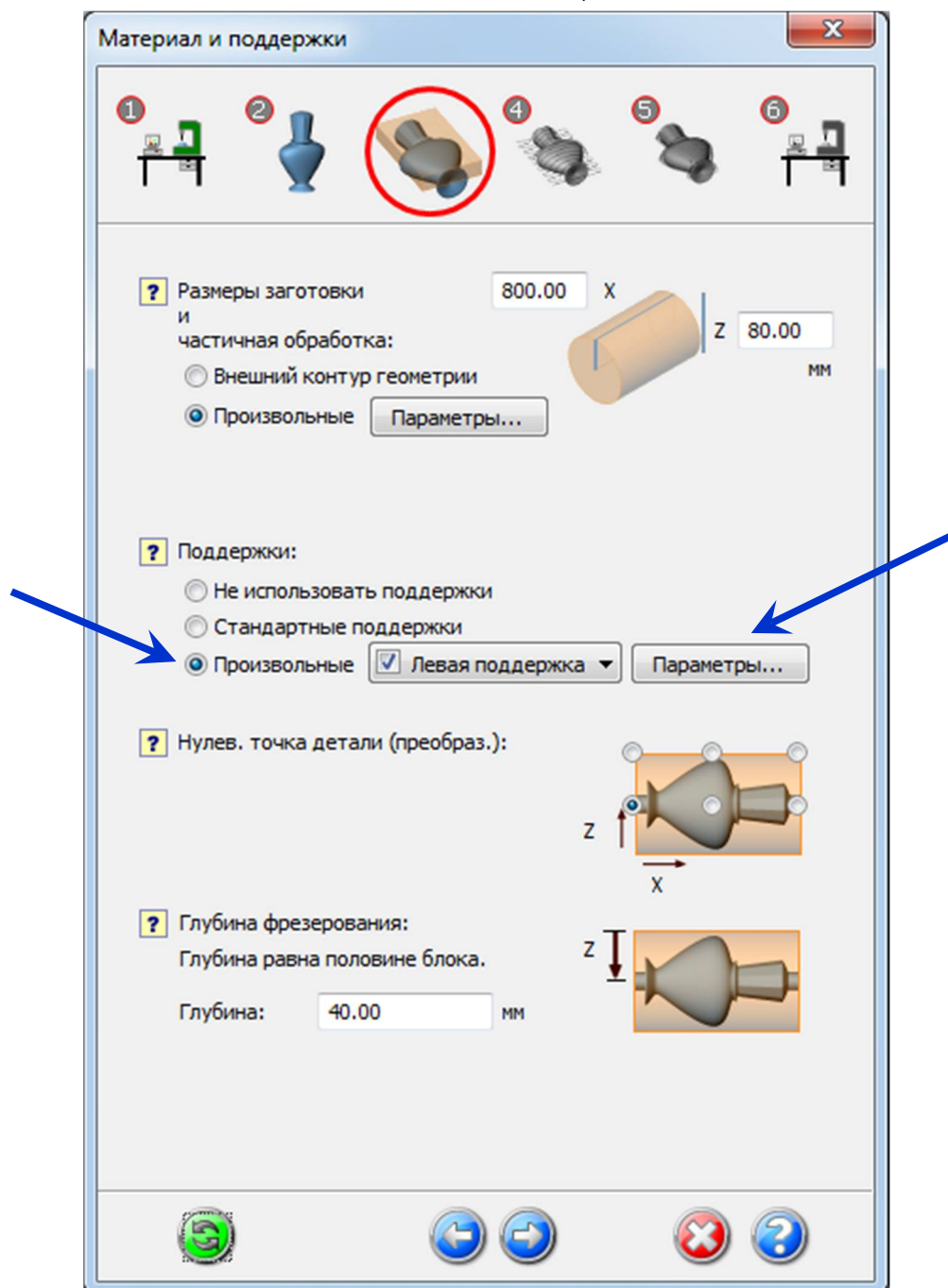
ВНИМАНИЕ! Если у вас заготовка прямоугольного сечения, то все равно ставим длину и диаметр цилиндрической заготовки, т.к. в этой программе и конкретно в этом мастере нет варианта прямоугольной заготовки.



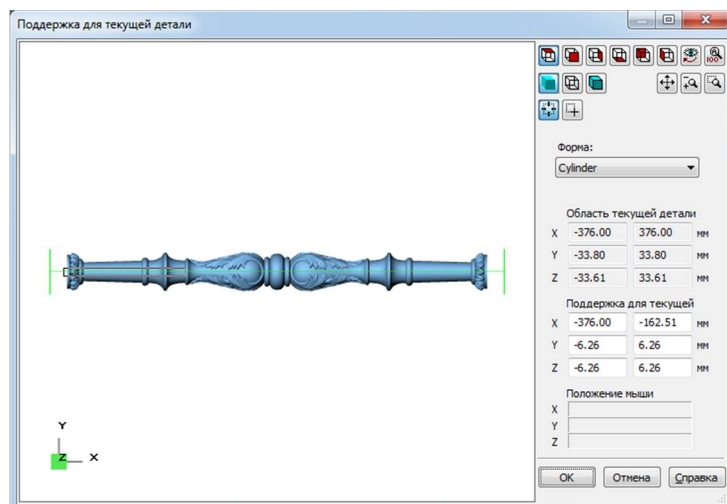
Для примера возьмем заготовку 800x80мм.

ВАЖНО! Заготовка всегда должна быть длиннее детали, что бы не произошло столкновения гайки шпинделя или самого электрошпинделя с узлами поворотной оси, например, с кулачками токарного патрона, или, в более редких случаях, с задней бабкой поворотной ось. Для этого можно смоделировать в 2d вид сбоку вашего шпинделя с текущей фрезой, габаритами поворотной оси и задней бабки для проверки столкновений узлов.

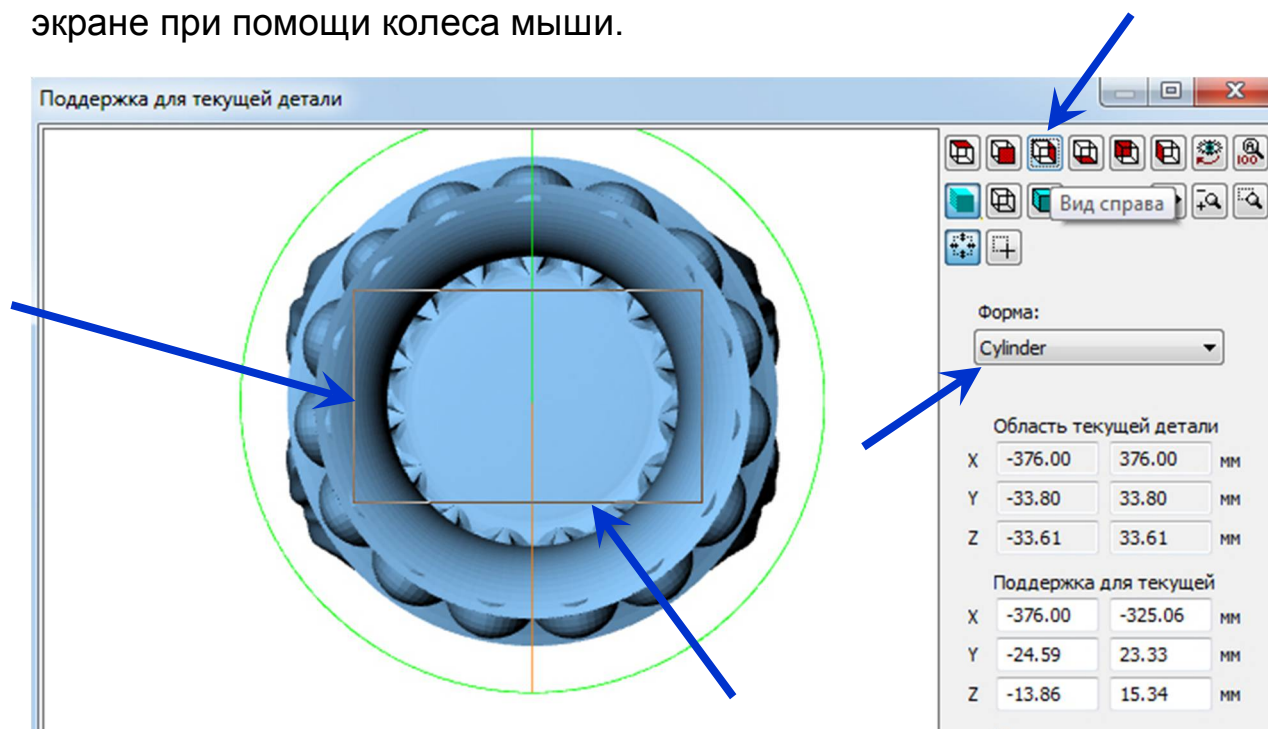
Б) Редактируем **Поддержки** – это то, что удерживает нашу модель в заготовке после завершения обработки фрезами. Нажимаем **ПРОИЗВОЛЬНЫЕ**, затем **ПАРАМЕТРЫ**.



И попадаем в графический редактор поддержек.

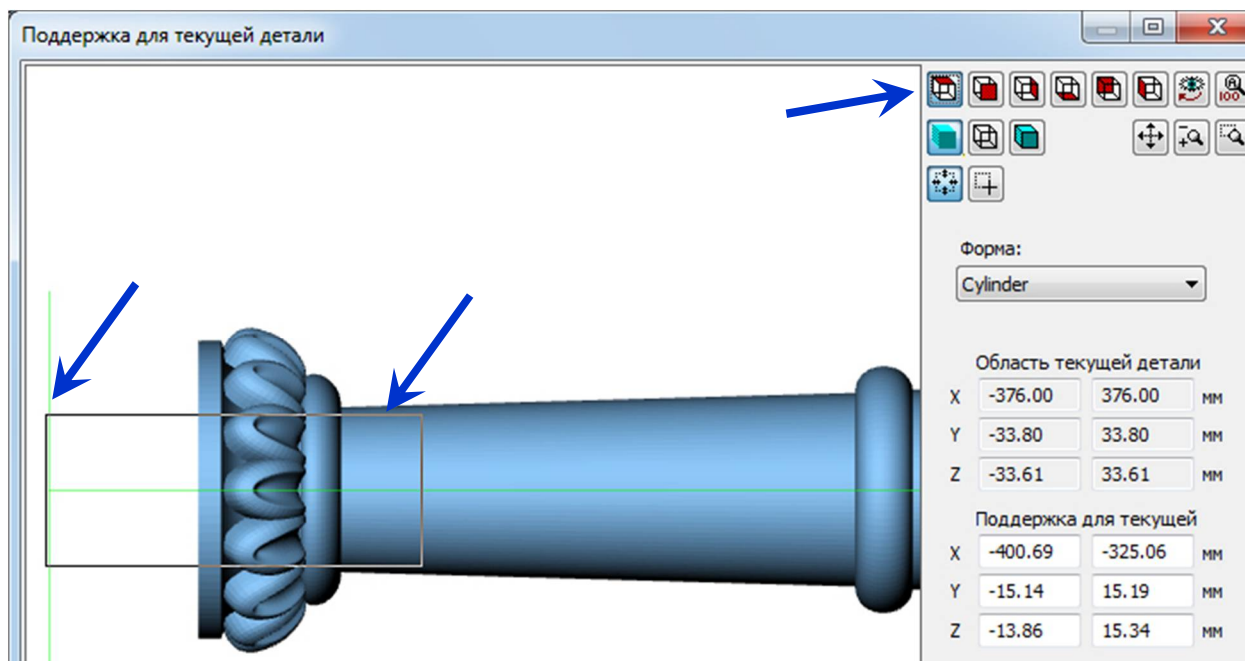


Вверху этого окна выбираем **ВИД СПРАВА**, увеличиваем масштаб на экране при помощи колеса мыши.



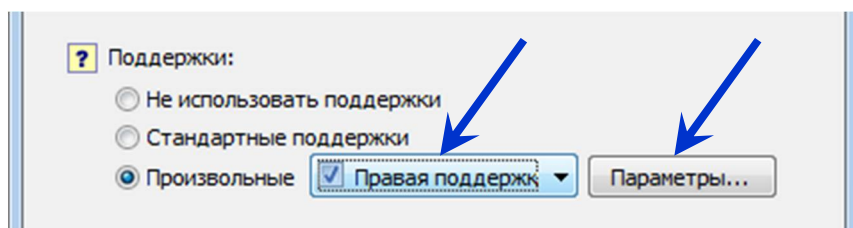
Затем в графическом окне вручную с помощью мыши задаем габариты поддержки, что бы она не выходила за пределы самого маленького диаметра концов нашей балясины. Форма указана как цилиндр, но в графическом редакторе поддержка будет отображаться в виде прямоугольника. После, при возвращении на основной экран программы, поддержка будет той формы, как было указано в разделе **ФОРМА** окна **Поддержки для текущей детали**.

Далее выбираем **ВИД СВЕРХУ**, приближаем левый край модели с поддержкой и с помощью мыши настраиваем ее так, что бы она была меньше самого маленького диаметра в этой части балясины, а по длине выходила влево за пределы заготовки (контур зеленого цвета):



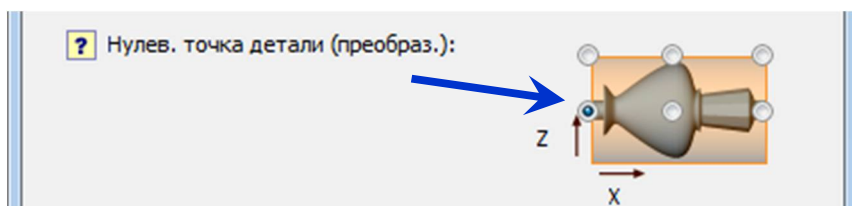
Нажимаем справа внизу **ОК**.

Туже самую операцию сделаем и с ПРАВОЙ ПОДДЕРЖКОЙ, выбрав **ПРАВАЯ ПОДДЕРЖКА -> ПАРАМЕТРЫ**.



ПОДСКАЗКА: Если ваша балясина симметрична, то можно одну из поддержек вытянуть по всей длине изделия, проверив, чтобы она не выходила за пределы нашей модели. Для этого в редакторе поддержек контролируйте этот момент, переключаясь между окнами **ВИД СВЕРХУ** и **ВИД СНИЗУ**.

В) Выбираем нулевую точку. Для более точного изготовления изделий рекомендуется назначать нулевую точку в этом месте:



Затем нажимаем ОБНОВИТЬ

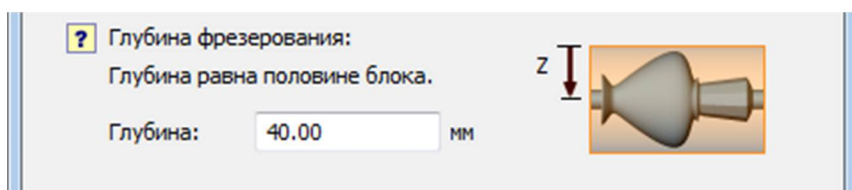


Почему так? Потому что если заготовки при массовом изготовлении одной и той же балясины будут отличаться по диаметру, то в результате у вас и балясины будут разными на выходе по диаметру.

КАК установить нулевую точку станка в этом случае? В токарный патрон зажимается вал с известным диаметром и импульсными движениями в программе **Мач3** подводим зажатую в шпиндель фрезу к этому валу. Смотрим на просвет – как только контакт произошел – обнуляем в Мач3 значение по оси Z. Отводим фрезу в сторону (в бок от вала) и опускаем фрезу на величину радиуса вала и снова обнуляем ось Z. Все, вершина фрезы находится в нуле по оси Z.

Теперь что же нам делать, когда мы меняем инструмент на чистовой? В центрах уже зажата балясина и ее не снимешь. Можно поступить так – заранее измерить расстояние от стола станка до оси поворотной координаты и если у вас есть датчик нуля по оси ЗЕТ, при смене фрезы установить ноль на столе, затем поднять шпиндель на величину расстояния от стола станка до оси поворотной координаты и снова обнулить ось ЗЕТ. Этот способ подойдет в том случае, если хода по оси ЗЕТ хватает и фреза достаёт по поверхности рабочего стола. Если не достаёт, то ставим на стол станка любой корпус с постоянными линейными размерами и базируемся от него.

Г) Назначаем максимальную глубину фрезерования по оси ЗЕТ в нижней части окна:

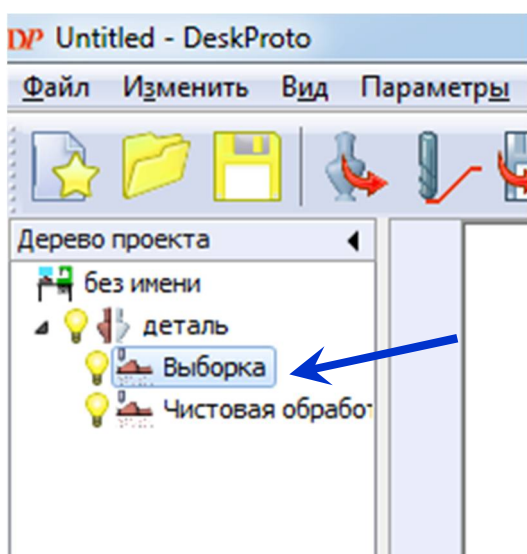


По умолчанию, эта величина ставиться равной половине диаметра заготовки.

ВАЖНО! При фрезеровании балясин с пустотой внутри мы можем задавать этот размер больше, чем радиус заготовки.



16. Далее пропускам следующие 3 окна в **МАСТЕРЕ ЗАПУСКА**, нажав два на стрелку в бок и в последнем окне на красную стрелку с крестиком. Мы это делаем для того, что в Мастере запуска удобно править те шаги, которые мы уже с вами сделали. Но дальше, при настройке черновой и чистовой стратегии обработки лучше пользоваться отдельными окнами, к чему мы сейчас и приступим.
17. Редактируем операцию **ВЫБОРКА** (Черновая обработка), дважды нажав на него в верхней левой части окна программы.

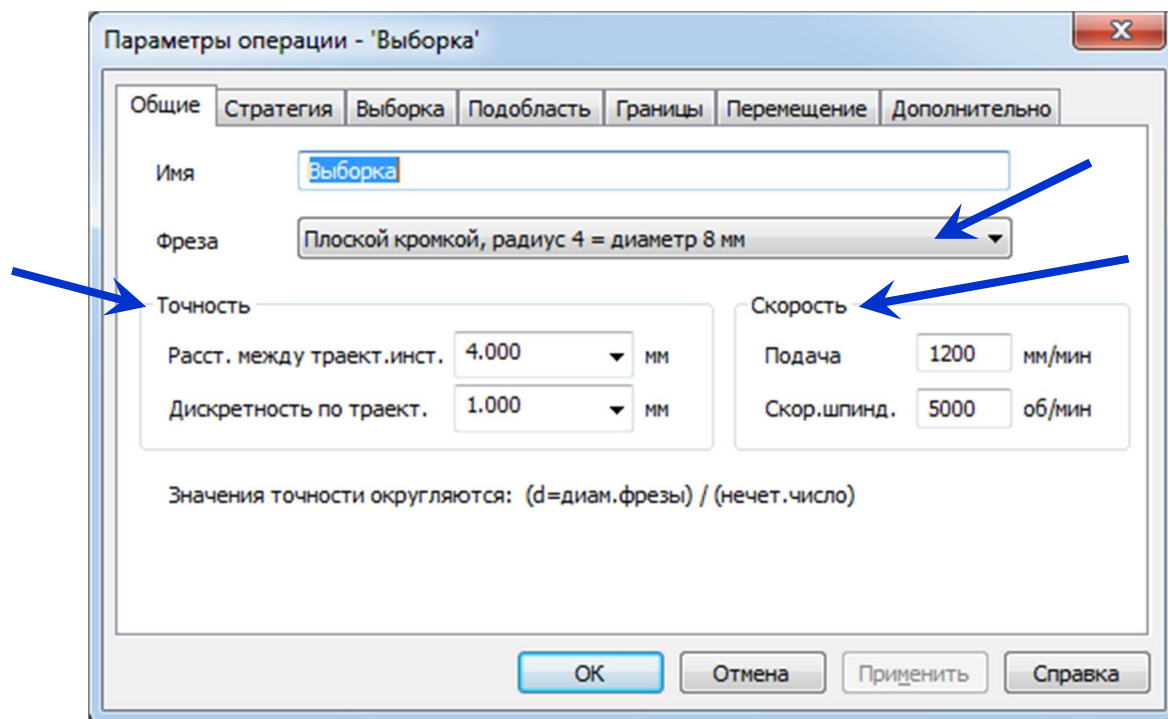


Попадаем в окно **Параметры операции – «ВЫБОРКА»**.

Во вкладке **ОБЩИЕ** выбираем черновой инструмент – **ФРЕЗА**, т.е. тот который у вас есть в наличии и который подходит по размерам для этой балясины. Также можете создать фрезу со своими

размерами диаметра и длины, сохранив их под уникальным именем.

РЕКОМЕНДАЦИЯ: Используйте для черновой обработки цилиндрические фрезы, т.к. они для этого предназначены. Число режущих кромок на инструменте 2-3.



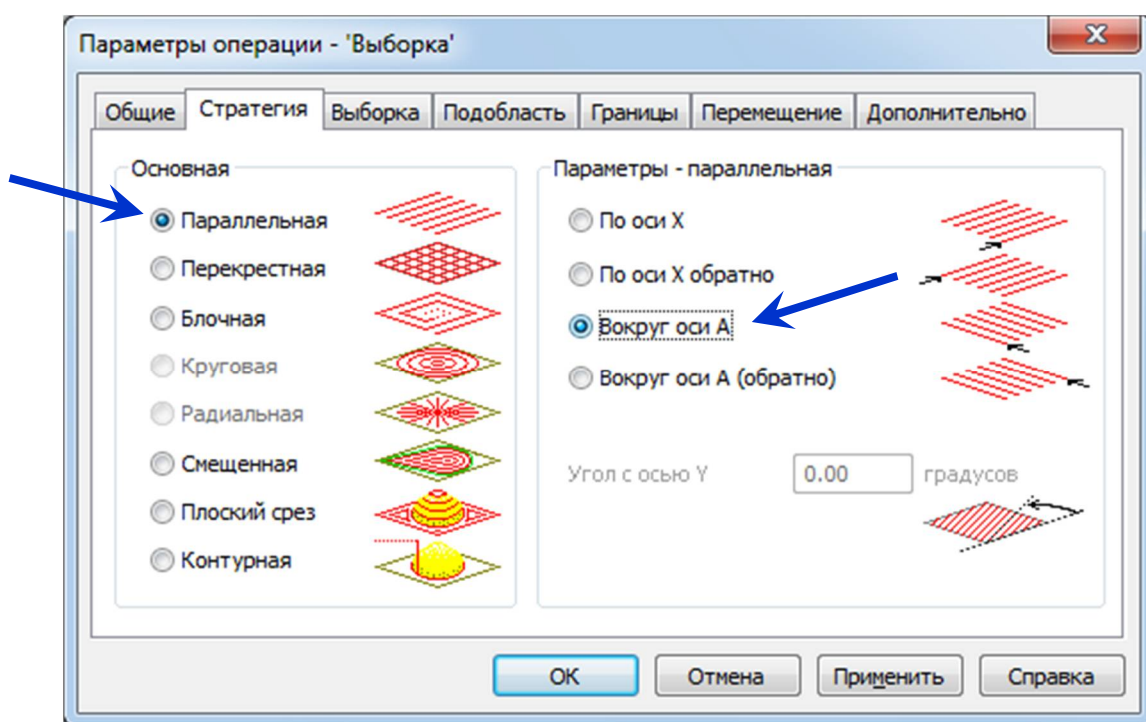
В подразделе **ТОЧНОСТЬ** устанавливаем **Расстояние между траекториями инструмента**. Можете всегда смело ставить 50% от диаметра фрезы или больше, если фреза острая, шпиндель мощный. Это значение подбирается экспериментально после опыта изготовления ряда изделий на станке.

Дискретность по траектории – это точность отработки траектории. Для черновой обработки не особо важна и мы ставим значение 1мм.

В подразделе **СКОРОСТЬ** ставим рабочие значения подачи и скорости вращения шпинделя (т.е. те, с которыми вы привыкли работать).

Нажимаем внизу окна **«ПРИМЕНИТЬ»**.

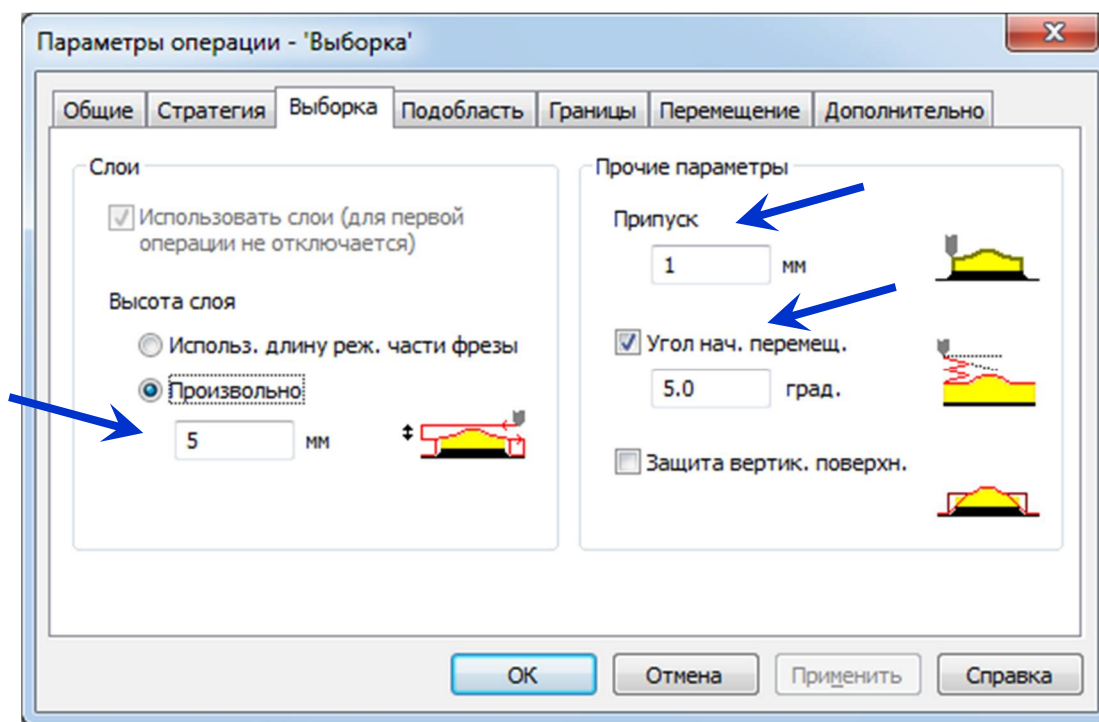
18. Переходим во вкладку **Стратегия**. В ней выбираем слева «Параллельная», а справа лучше вокруг оси A. Почему? Наша балясина тонкая и длинная, поэтому если поставить обработку по оси X, то при полном повороте шов может не сойтись из-за деформации заготовки, вследствие ослабления после удаления основной части материала. Но ось A должна быть достаточно производительна, что бы черновая обработка занимала относительно не много времени.
- Также старайтесь сильно не поджимать заднюю бабку поворотной оси, чтобы не создавать деформацию на изгиб у заготовки.
- Если балясина относительно не длинная и довольно толстая, то можете направлять обработку вдоль оси X.



Нажимаем внизу **ПРИМЕНИТЬ**.

19. Вкладка **ВЫБОРКА**

Здесь 3 важных значения - высота слоя, припуск и наклонное врезание.



Высота слоя – глубина работы фрезы за один проход. Ставим пока 5мм. Далее, если станок позволяет, можете увеличивать это значение.

Припуск – сколько останется не снятого мяса для будущей чистовой обработки. Ставим 1мм.

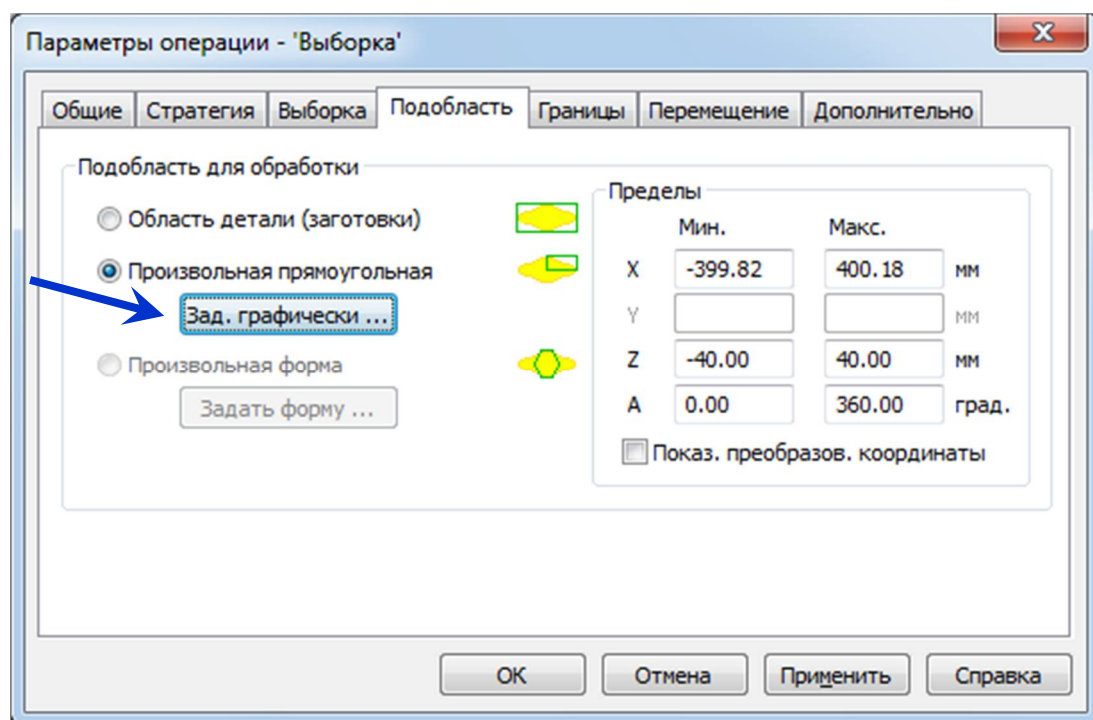
Угол начальных перемещений – т.е. фреза будет врезаться не вертикально в заготовку, а по ломанной линии, тем самым снимая силу резания и не допуская перегрева инструмента. Задействуйте этот параметр, если обрабатываете твердые породы деревьев, либо инструмент уже не острый, либо начальная глубина фрезерования высока.

Нажимаем внизу **ПРИМЕНИТЬ**.

20. Вкладка **ПОДОБЛАСТЬ**.

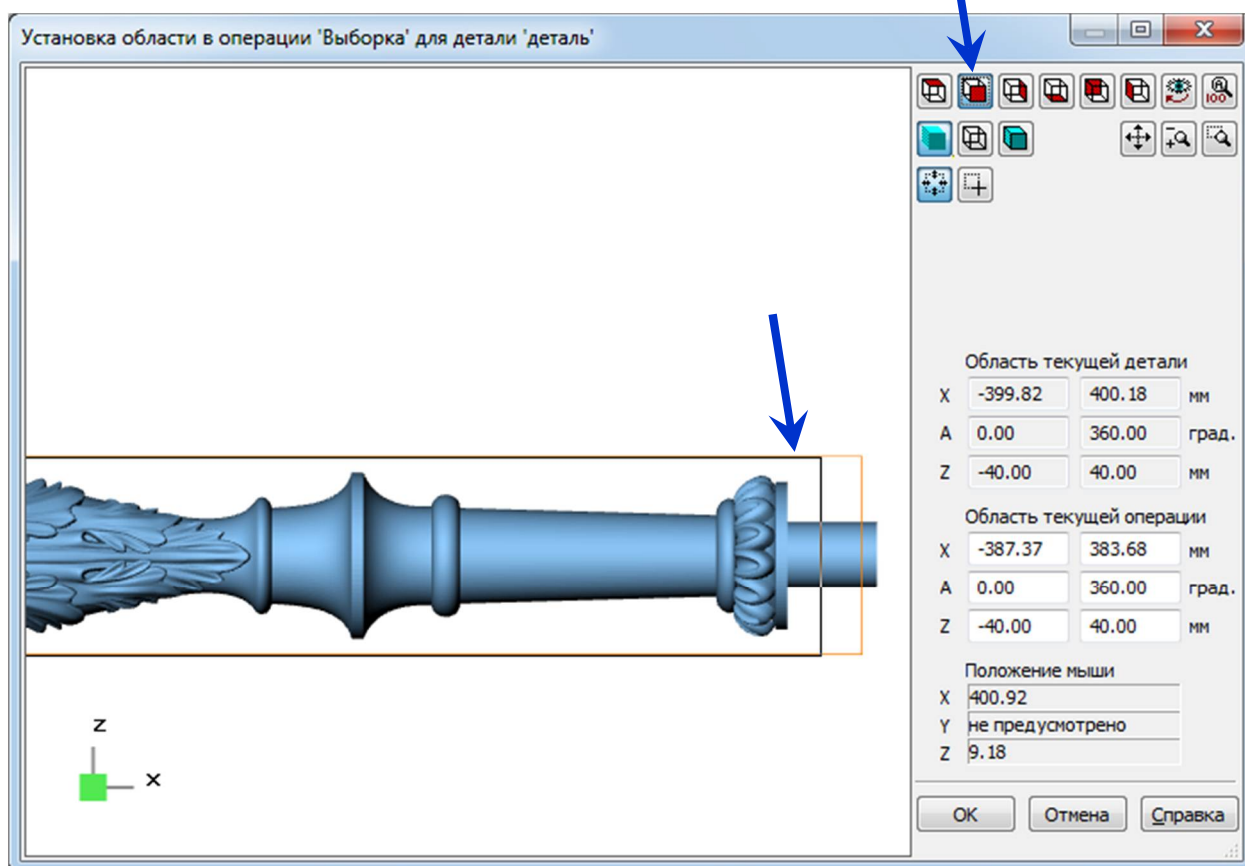
По умолчанию ставьте **Произвольная прямоугольная**, но контролируйте затем траектории движения инструмента в основном окне программы, что бы они не выходили за границы ваших поддержек.

Выбираем **Зад. Графически...**

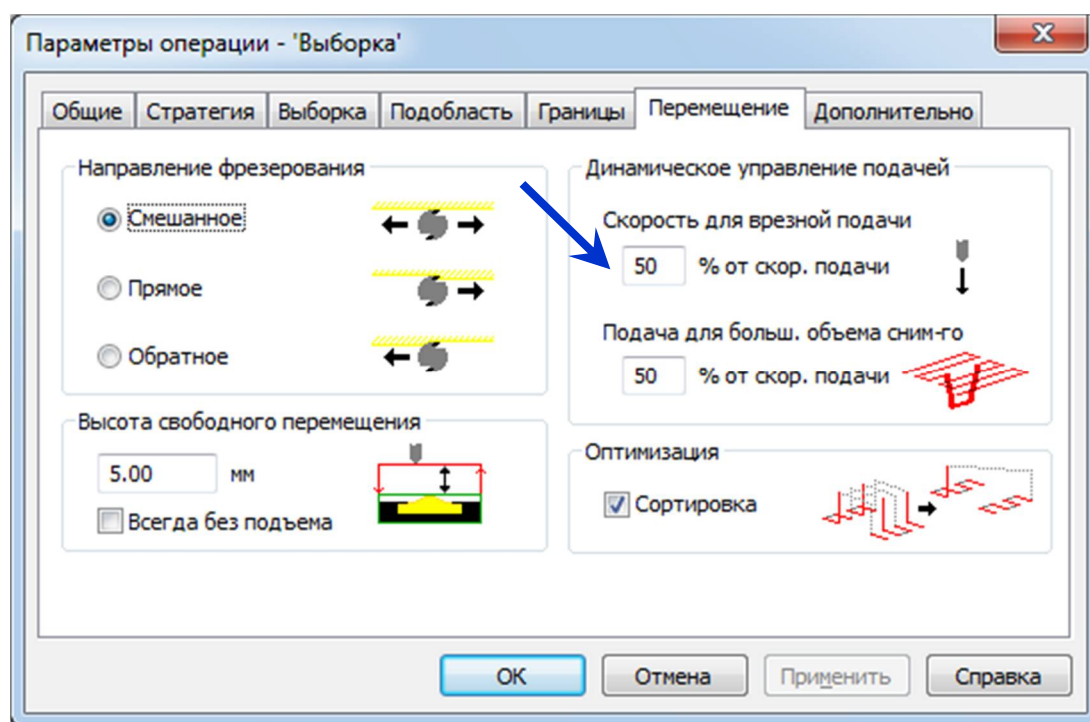


В открывшемся окне выбираем **ВИД СВЕРХУ** и видим прямоугольник, которым мы показываем ту зону, где будет осуществляться черновая обработка.

Черным прямоугольником зададим слева и справа по длине область, где будет двигаться фреза.

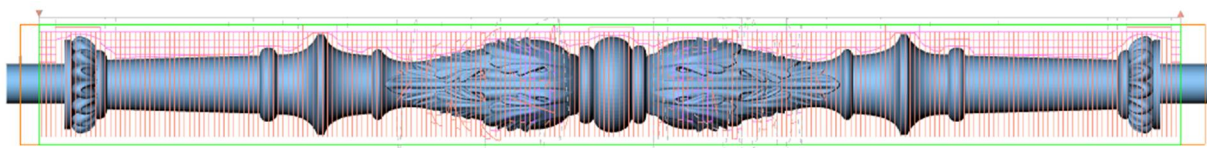


21. Вкладка **ПЕРЕМЕЩЕНИЕ**. Рекомендую задать скорость для врезания подачи на уровне 50%.

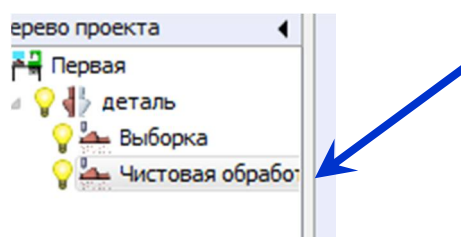


Нажимаем ОК.

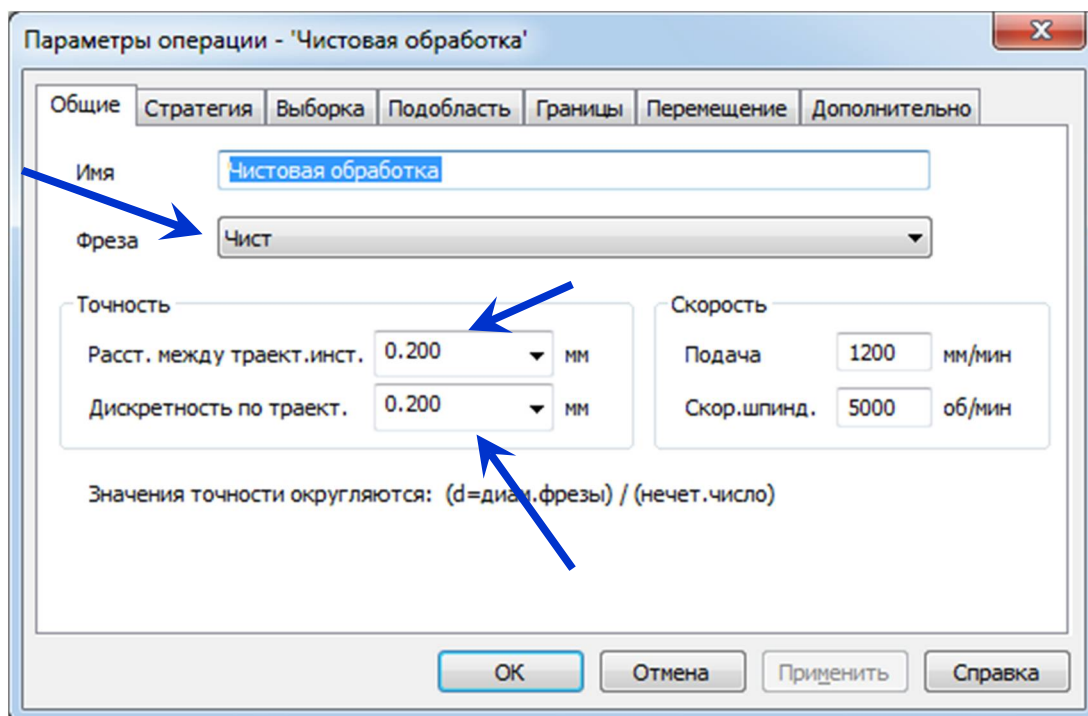
22. В основном окне программы контролируем траектории движения инструмента, что бы они не выходили за пределы красной области (область заготовки). И в целом просматриваем траекторию на наличие недочетов.



23. Переходим к чистовой обработке. Дважды кликаем на нее в дереве проектов.



И попадаем в окно чистовой обработки. Здесь выбираем фрезу для чистовой обработки или создаем свою по параметрам.



Для чистовой обработки балясин хорошо подходит коническая сферическая фреза, т.к. она при маленьком диаметре кончика может быть длинной, благодаря своей конструкции. И как следствие, жесткой, что хорошо отражается на качестве получаемой поверхности.



Если глубина обработки не большая, используйте цилиндрическую сферическую фрезу.



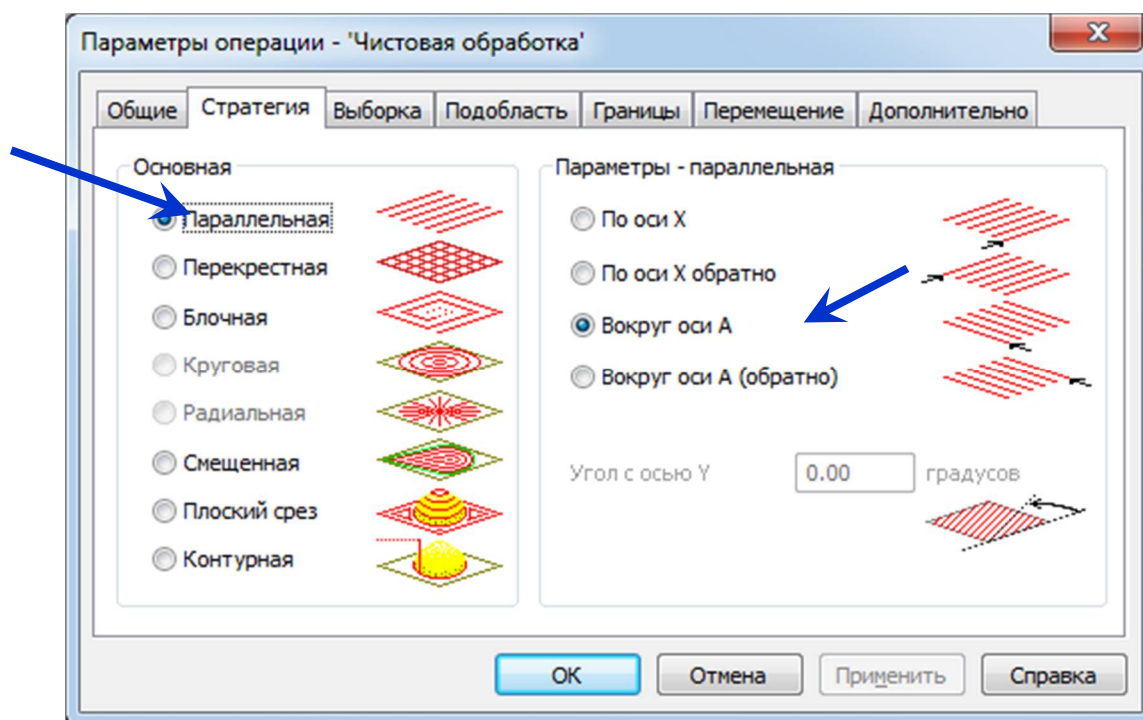
НО! При малом диаметре они короткие, т.е. вылет из шпиндельной гайки будет не большим и соответственно, глубина обработки не большая + возникает риск столкновений шпинделя и его гайки с узлами поворотной координаты.

В подразделе **ТОЧНОСТЬ (Расстояние между траекториями инструмента)** для чистовой обработки рекомендуется ставить значение в диапазоне 10-20% от конечного диаметра фрезы. Т.е., если у вас коническая сферическая фреза с окончательным диаметром 2мм, значит, ставим 0,2-0,4мм.

ДИСКРЕТНОСТЬ ПО ТРАЕКТОРИИ ставьте те же 10-20% от конечного диаметра фрезы, т.е. в нашем случае 0,2мм.

Нажимаем **ПРИМЕНИТЬ**.

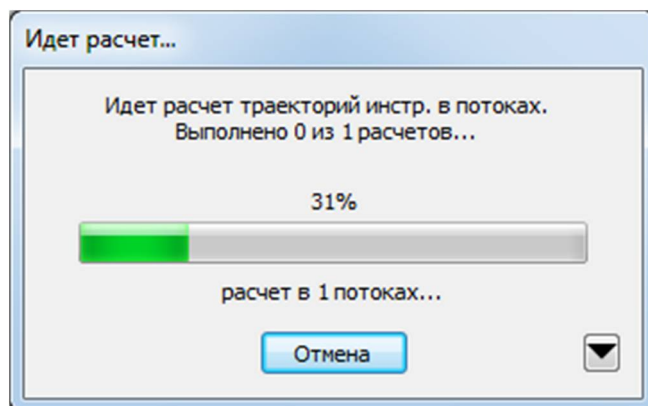
В подразделе **СТРАТЕГИЯ** ставим те же настройки, что и при черновой обработке. Но можете поэкспериментировать и поставить справа **По оси X**. Но если вы использовали при черновой обработке в **Вдоль оси A**, то лучше и в чистовой делать также, чтобы шов на балясине сошелся.



Остальные вкладки вам не понадобятся.

Нажимаем **ПРИМЕНИТЬ** и **ОК**.

После нажатия кнопки ОК начнется просчет траектории:



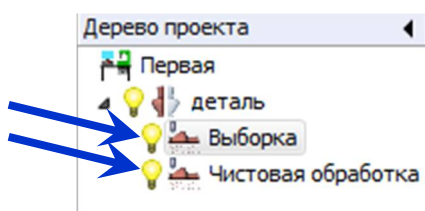
В основном графическом окне программы вы увидите траектории движения чистового инструмента:



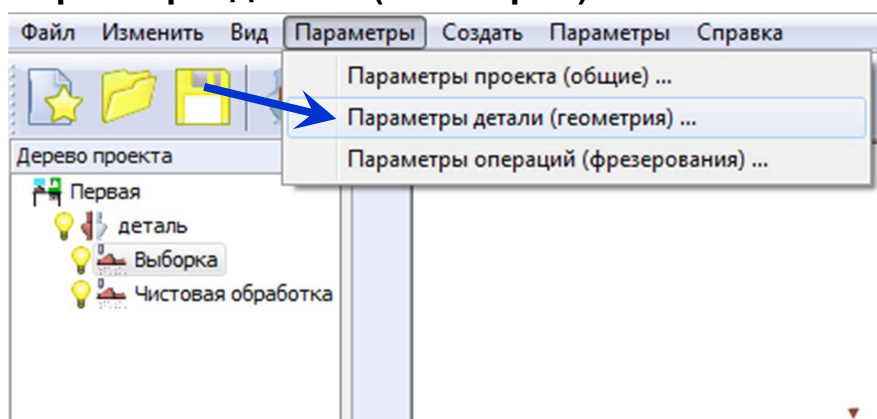
Увеличьте и проконтролируйте балясину на предмет недочетов. В основном – чтобы ход фрезы не выходил за пределы заготовки и не отрезал ее полностью (модель балясины должна удерживаться в пределах заготовки с помощью поддержек.)



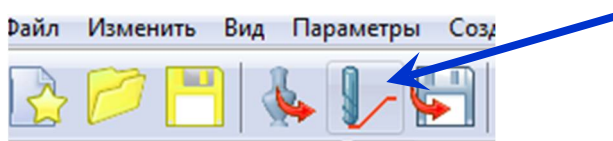
Вы можете делать видимыми/ не видимыми те траектории, которые вы создали, нажимая на желтые лампочки в **Дереве проекта**.



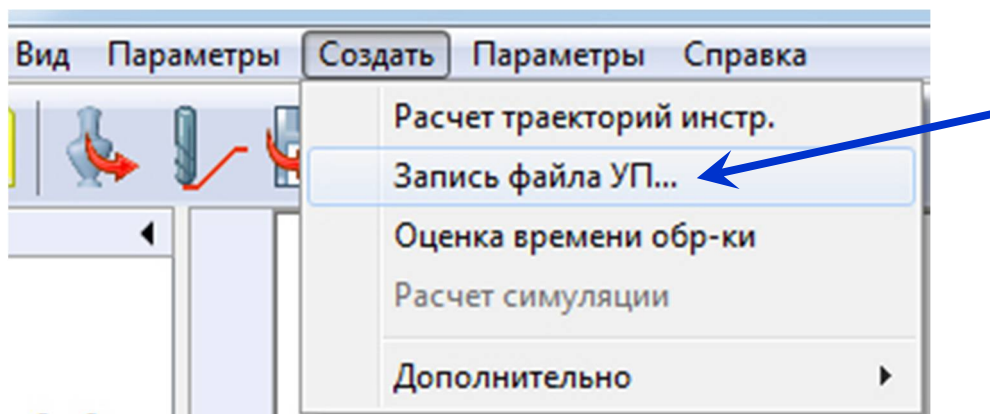
24. Если вы хотите внести изменения в геометрию детали (размеры, ориентация, параметры поддержек), то заходим в первые ПАРАМЕТРЫ вверху окна программы и выбираем **Параметры детали (геометрия)**



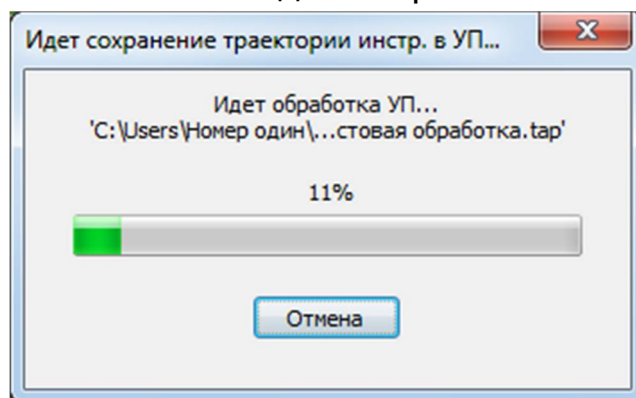
25. Если вы хотите пересчитать траектории, то подсвечиваем их желтыми лампочками в Дереве проектов и вверху окна программы нажимаем «**Рассчитать траектории инструментов**»



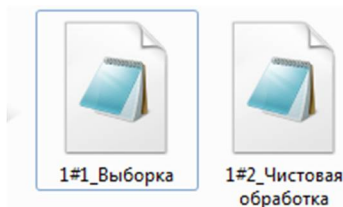
26. Последний этап – запись управляющих программа.
Подсвечиваем нужные траектории желтыми лампочками в
Дереве проектов и вверху окна программы выбираем **СОЗДАТЬ**
и **Запись файла УП**



В открывшемся окне вписываем путь сохранения и имя нашей
УП и далее высветиться окно для сохранения УП:

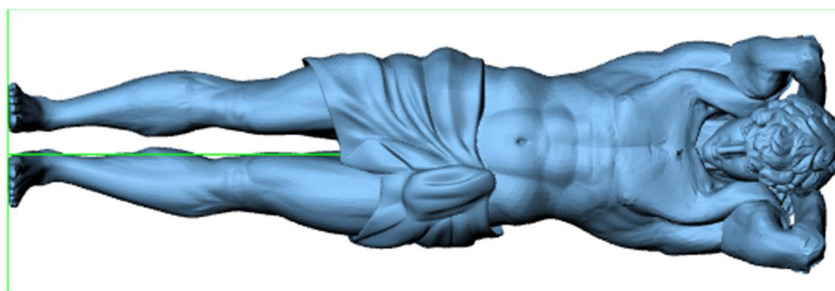


ВНИМАНИЕ! Если при черновой и чистовой обработке
использовались разные инструменты, то ДескПрото автоматически
создать 2 УП – для чистовой и черновой обработки отдельно.

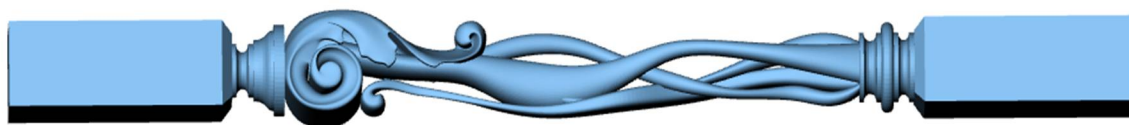


Если инструмент применяется один и тот же, то программа объединит
эти траектории в 1 файл УП.

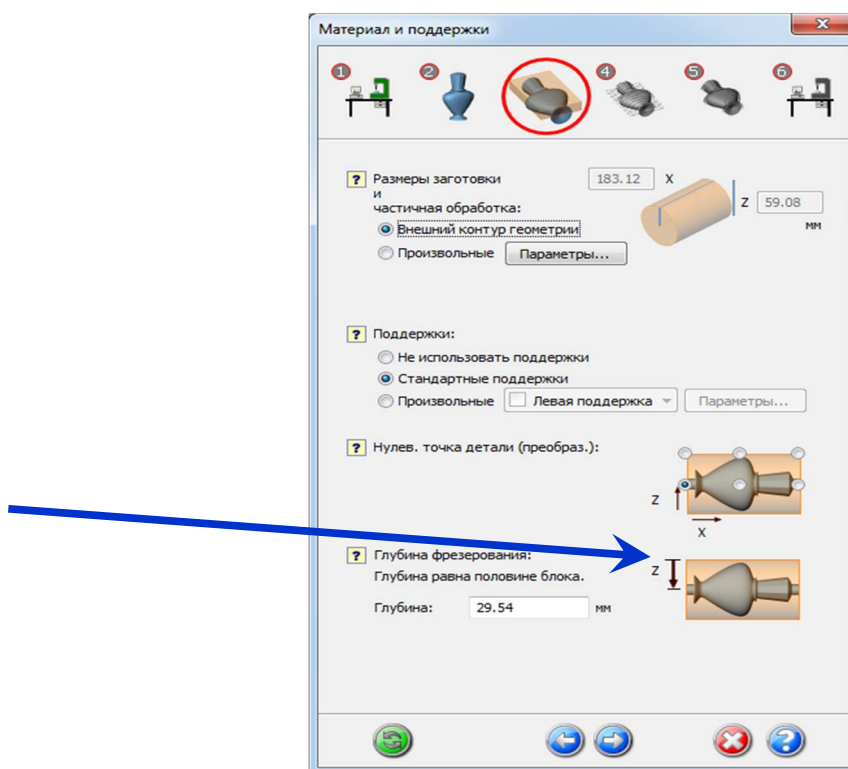
27. Для того, что бы набить руку, рекомендую выполнить этот урок 3-5 раз. Затем потренируйтесь на другой модели **Атлант.stl**



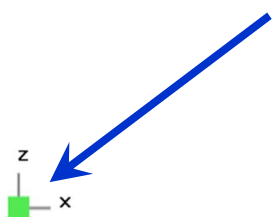
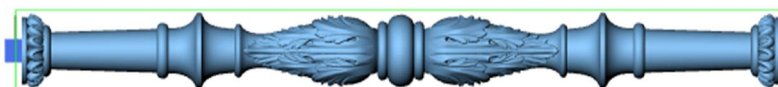
Также попрактикуйтесь в обработке балясины с пустотами внутри. Модель «**Пустая внутри.stl**»



28. Запуск программы **Мач3**. Загружаем в нее нашу УП – черновая обработка.
29. Теперь главная задача – правильно установить нули по осям X, Y и Z для нашей деревянной заготовки.
ПОДСКАЗКА! Нули нужно установить так, как было вами указано во втором окне **Мастера запуска** → **Материал и поддержки**:

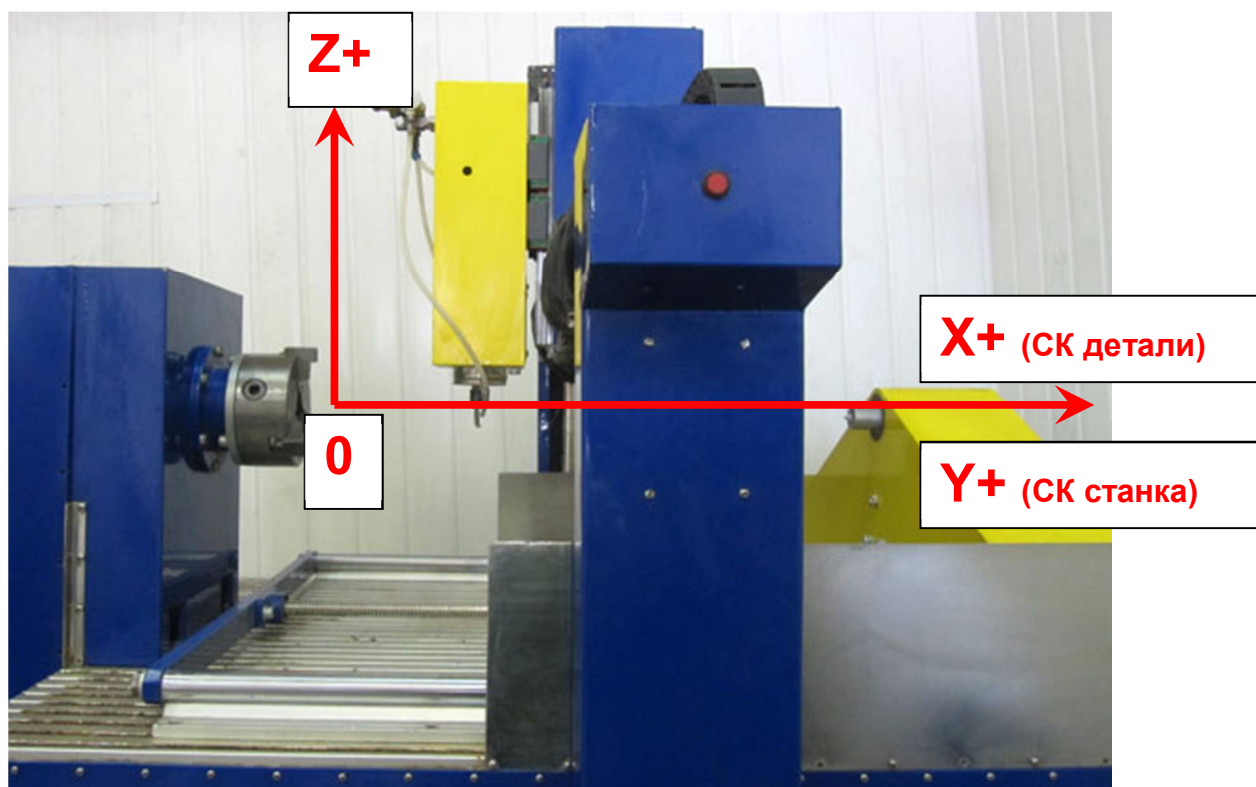


И так же, как сориентирована наша модель была в основном окне программы ДескПрото, т.е. в плоскости **XZ**:



Далее необходимо ввести 2 понятия для понимания. Есть система координат детали (СК Детали в нашем случае ZX) и система координат станка (СК станка – в нашем случае ZY).

Вот как будет выглядеть наша **система координат ДЕТАЛИ ZX** (СК ДЕТАЛИ) на станке с **система координат СТАНКА ZY**:



ПРИМЕЧАНИЕ: Физически на этом станке 4-я ось направлена вдоль оси У. НО! Мы выбрали в ДескПрото реверсивный постпроцессор, который нам поменял координаты X и Y местами. Поэтому все нормально. Вы ставите нули на станке как привыкли (т.е. кнопки в Mach3 для ручного перемещения по осям будут те же)

Установку нуля по оси **Z**:

Вариант 1. Вспомогательный вал. В токарный патрон зажимается вал с известным диаметром и импульсными движениями в программе Mach3 подводим зажатую в шпиндель фрезу к этому валу. Смотрим на просвет – как только контакт произошел – обнуляем в Mach3 значение по оси Z. Отводим фрезу в сторону (в бок от вала) и опускаем фрезу на величину радиуса вала и снова обнуляем ось Z. Все, вершина фрезы находится в нуле по оси Z.

Вариант 2. Датчик нуля (таблетка). Теперь что же нам делать, когда мы меняем инструмент на чистовой? В центрах уже зажата балясина и ее не снимешь. Можно поступить так – заранее измерить расстояние от стола станка до оси поворотной координаты и если у вас есть датчик нуля по оси ЗЕТ, при смене фрезы установить ноль на столе, затем поднять шпиндель на величину расстояния от стола станка до оси поворотной координаты и снова обнулить ось ЗЕТ. Этот способ подойдет в том случае, если хода по оси ЗЕТ хватает и фреза достает по поверхности рабочего стола. Если не достает, то ставим на стол станка любой корпус с постоянными линейными размерами и базируемся от него.

30. Закрепляем заготовку на поворотной оси и черновой инструмент в шпиндель.

Установку нуля по оси **У на станке** (в ДескПрото она была X):

Ровняем центр инструмента с краем зажатой заготовки со стороны токарного патрона и обнуляем в Mach3 ось У.

Установку нуля по оси **Х на станке** (в ДескПрото она была У):

Ровняем центр инструмента с краем зажатой заготовки со стороны токарного патрона и обнуляем в Mach3 ось У.



31. Запускаем черновую обработку.
32. Смена инструмента на чистовой.

Установку нуля по оси **Z:**

Если у вас есть датчик нуля по оси ЗЕТ (таблетка), при смене фрезы на чистовую установить ноль на столе с помощью таблетки, затем поднять шпиндель на величину расстояния от стола станка до оси поворотной координаты и снова обнулить ось ЗЕТ.

Установку нуля по оси **X на станке (в ДескПрото она была Y):**

Ровняем центр инструмента с краем зажатой заготовки со стороны токарного патрона и обнуляем в Mach3 ось Y.



33. Запускаем чистовую обработку. Спустя время получаем готовую балясину.

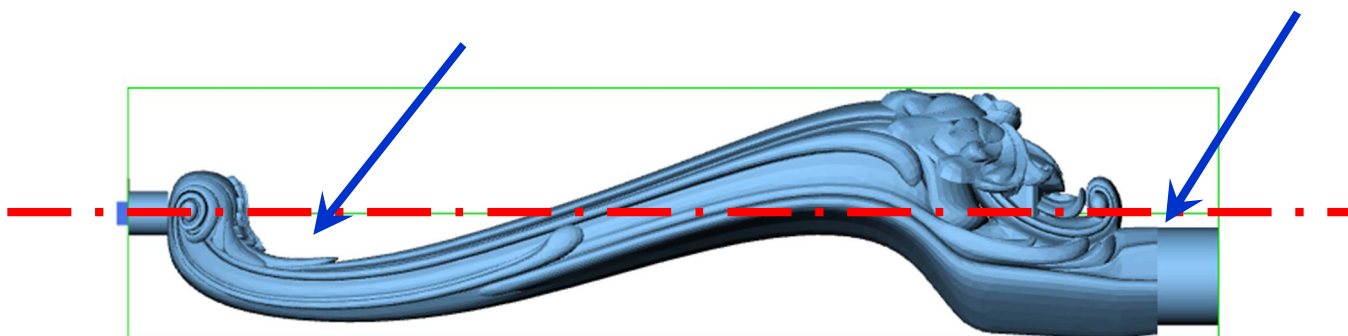
УРОК №2

Изготовление изогнутой ножки (Венская ножка, Кабриоли) на поворотной оси в автоматическом режиме

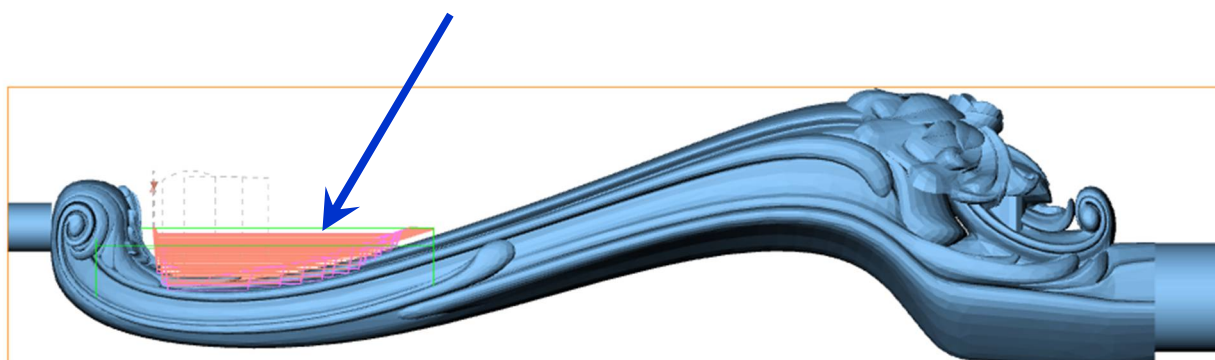
Предполагается, что вы выполнили предыдущий урок. В этом уроке базовые вещи повторяться не будут.

Особенности обработки изогнутых ножек столов и стульев:

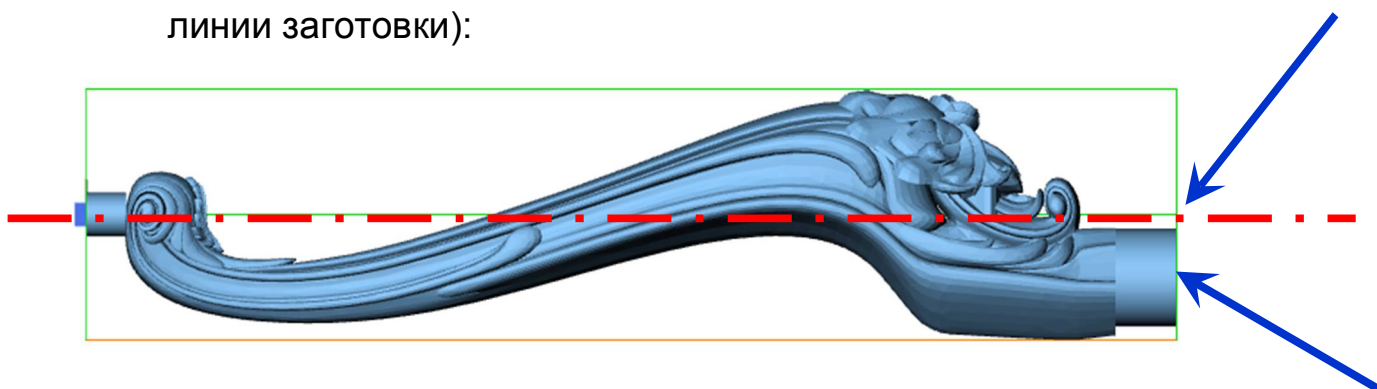
1. Ниже осевой линии фреза опускаться не будет:



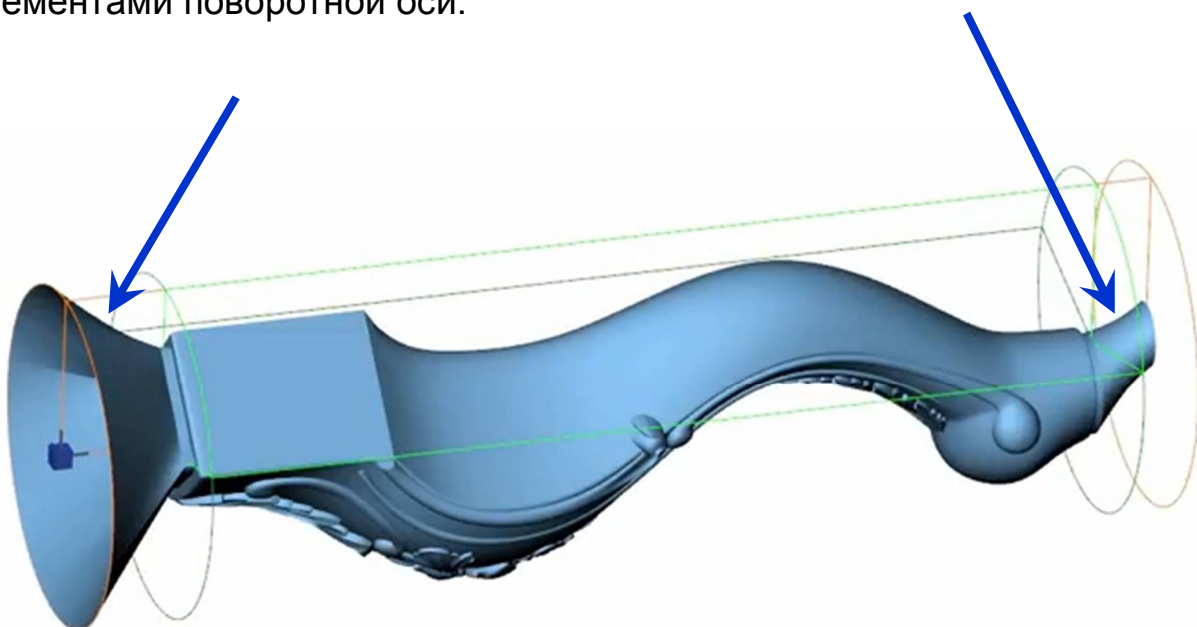
Этот момент компенсируем, создав дополнительную заготовку, которая выберет именно эту проблемную область:



2. **Крайние элементы геометрии изогнутых ножек не всегда попадают в ось заготовки (смещены относительно осевой линии заготовки):**



Этот момент компенсируем созданием поддержек особой конической формы для предотвращения столкновения фрезы и гайки шпинделя с элементами поворотной оси:



Последовательность подготовки и программирования обработки изогнутой модели ножки

Этап 1. Подготовка изогнутой ножки в Rhinoceros

1. Предварительная правильная ориентация модели в плоскости ZX в любой программе для 3d моделирования, в нашем случае будем использовать программу Rhinoceros (также подойдет 3d max и др.).

Загрузим программу Rhinoceros - скачайте ее здесь:

<https://drive.google.com/open?id=1KB0mk6dLo1oS3k3flc808oLEtL5VmXe->

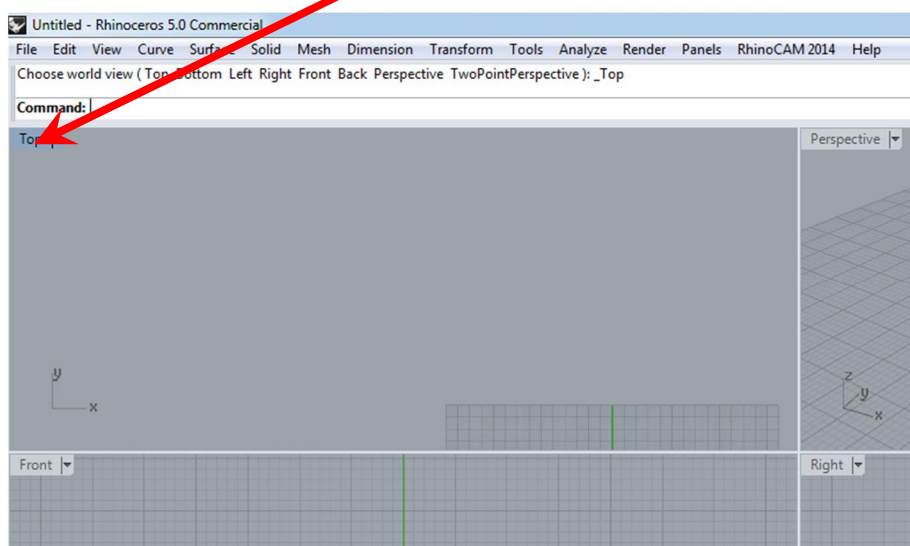
В папке keygen найдите pdf файл READ ME!!! И по нему выполните установку Rhinoceros

Учебник на русском для Rhinoceros:

<https://drive.google.com/open?id=1ePhDv8QZcXAZ4epFk5oetsKNUrTlwGI>

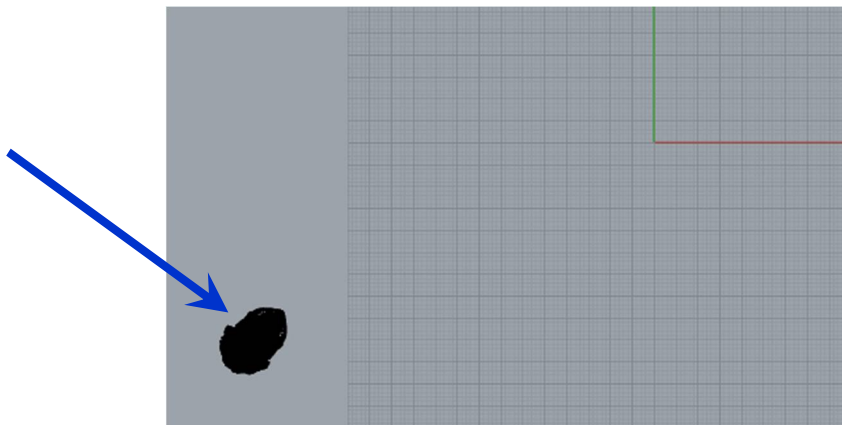
Нажмем в программе Rhinoceros File->Import и выберем модель **Гнутая ножка 1.stl**. Загрузиться наша модель, но ее не будет видно на экране.

Для ее отображения дважды кликнем по названию вида **Top** (Вид сверху) в верхней левой четверти экрана.

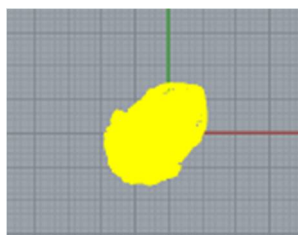


В результате Вид сверху развернется на весь экран.

Затем отдалим экран мышью (уменьшим масштаб) и удивим, что модель находится в стороне от начала координат.



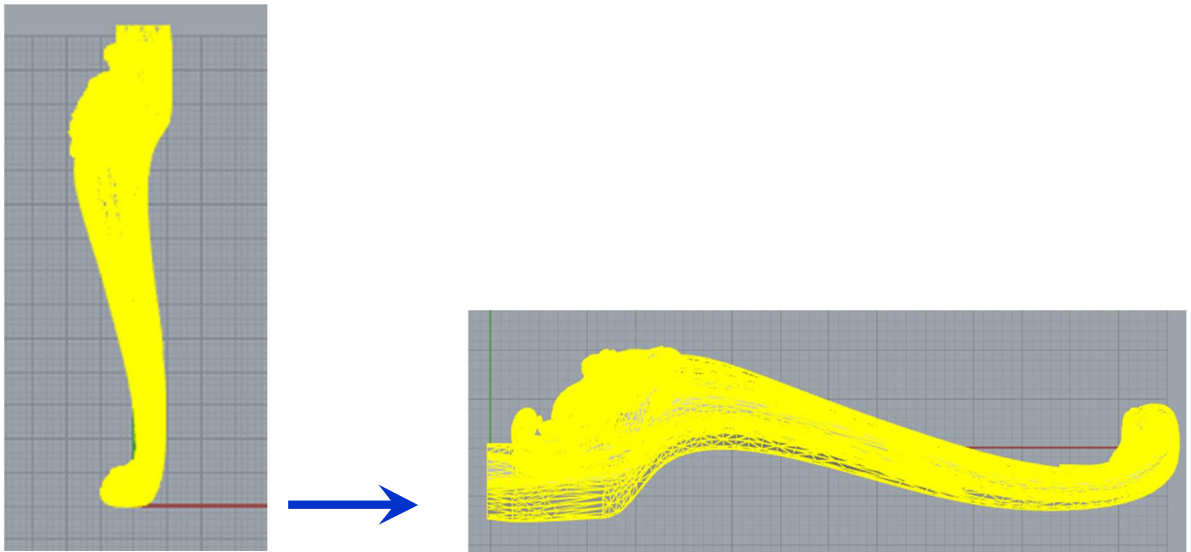
Выделим нашу модель прямоугольником с помощью мыши, что она стала желтого цвета. И с помощью мыши перетащим ее приблизительно в центр координат.



Далее снова кликаем по названию вида **Top** (Вид сверху) в верхней левой части экрана и затем развернем вид **Front** (Вид спереди) – это искомый вид ZX, в котором мы должны добиться, чтобы ось модели была расположена вдоль оси X и области, которые находятся ниже осей линии, должны быть сверху оси Z+.

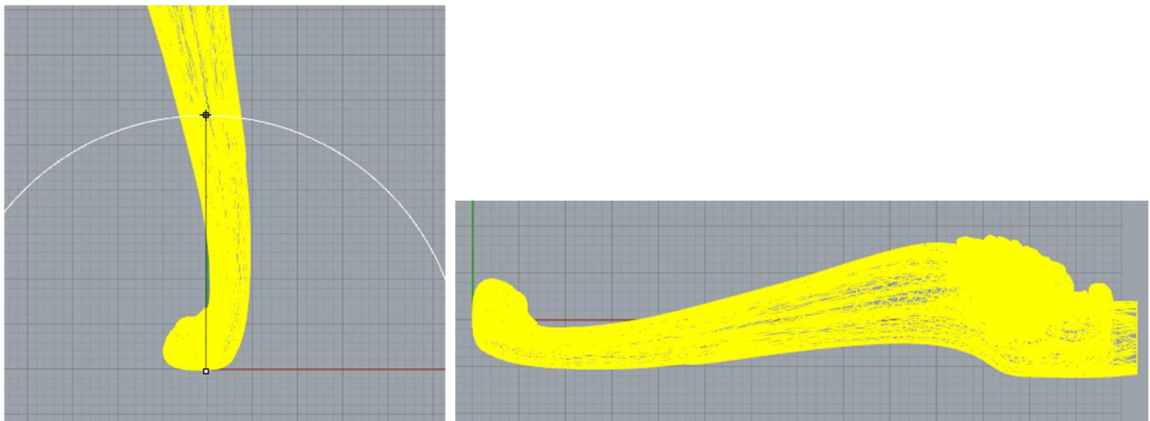
РЕКОМЕНДАЦИЯ: Ориентируйте модель так, что бы у начала координат располагалась толстая часть изогнутой ножки (рядом с токарным патроном на поворотной оси), а более тонкая часть была у конуса задней бабки. Это технологичное и удобнее с позиции жесткости при обработке (как следствие, качества поверхности) и предотвращает возможные столкновения с элементами поворотной оси.

В развернутом фронтальном виде ножка стоит вертикально, а должна лежать вдоль красной оси X и цветком вверх. Исправим.



Если модель не желтая, выделим ее прямоугольником мыши и нажмем в верхнем меню Rhinoceros **Transform -> Rotate** (Трансформация -> Поворот)

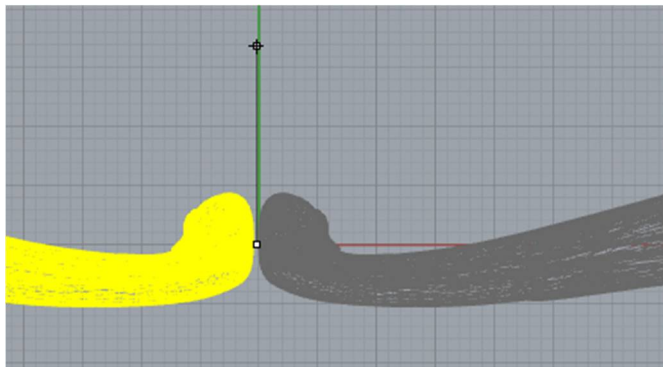
Нас попросят установить центр вращения – нажмем мышью примерно в центр координат, вторую точку поставим выше и положим модель вдоль красной оси X.



Сделаем так, что бы толстая часть модели была со стороны начала координат.

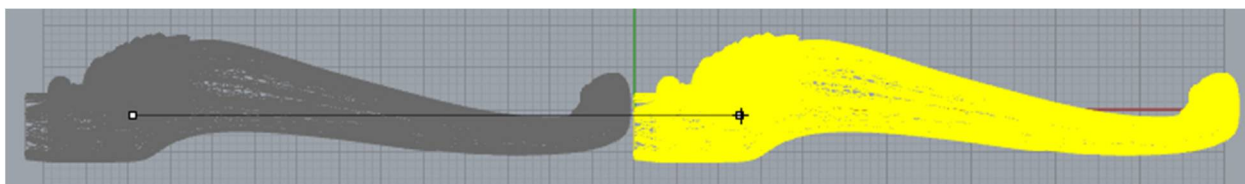
Если модель не желтая, выделим ее прямоугольником мыши и нажмем в верхнем меню Rhinoceros **Transform -> Mirror** (Трансформация -> Зеркало)

Одну точку поставим в центр координат, вторую чуть выше.



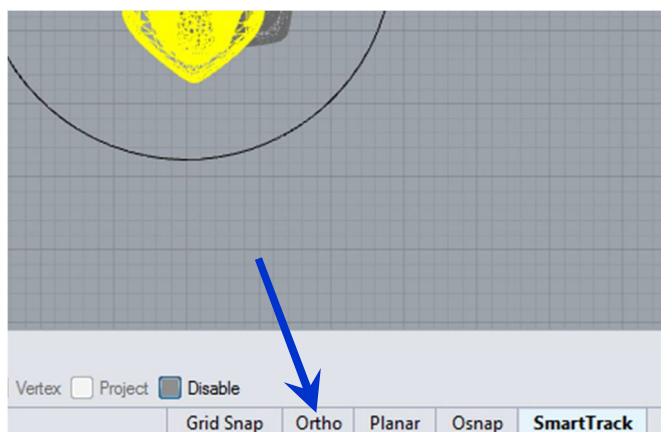
Отзеркаленная модель появится слева старой. Вы делим и удалим старую модель (которая справа) и сместим толстой частью новую модель к центру координат.

Для этого выделим новую модель слева мышью с помощью прямоугольника и сместим ее на место старой.



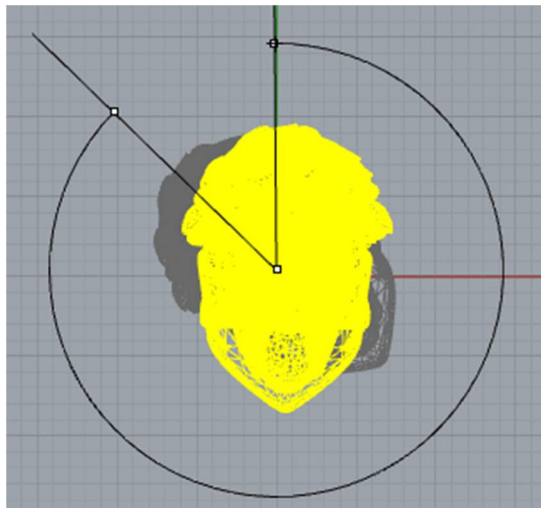
Развернем вид **Right** (Справа) и повернем модель цветом строго вверх.

Предварительно опцию **Orto** в нижней части программы, нажав на нее 1 раз.

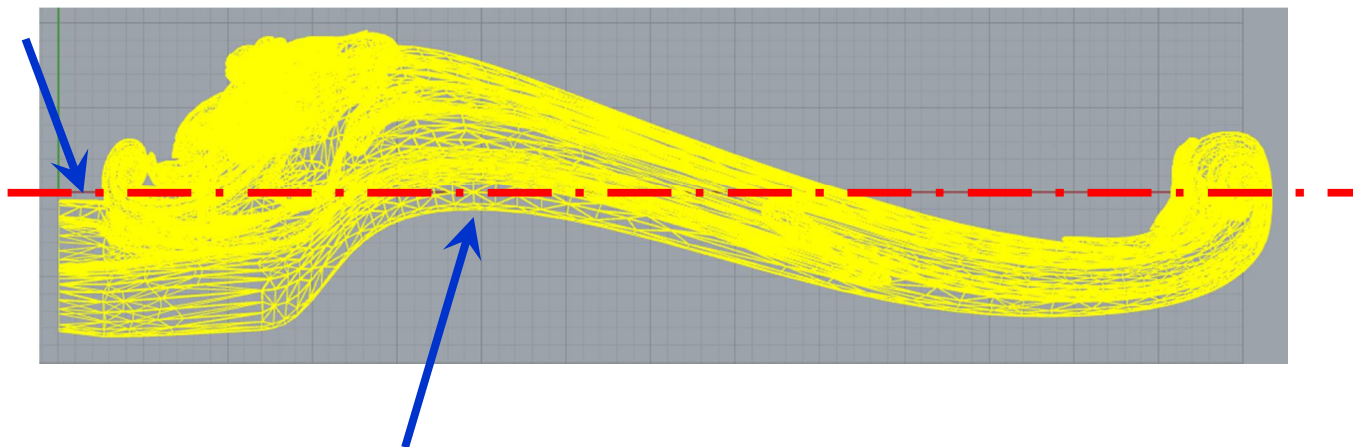


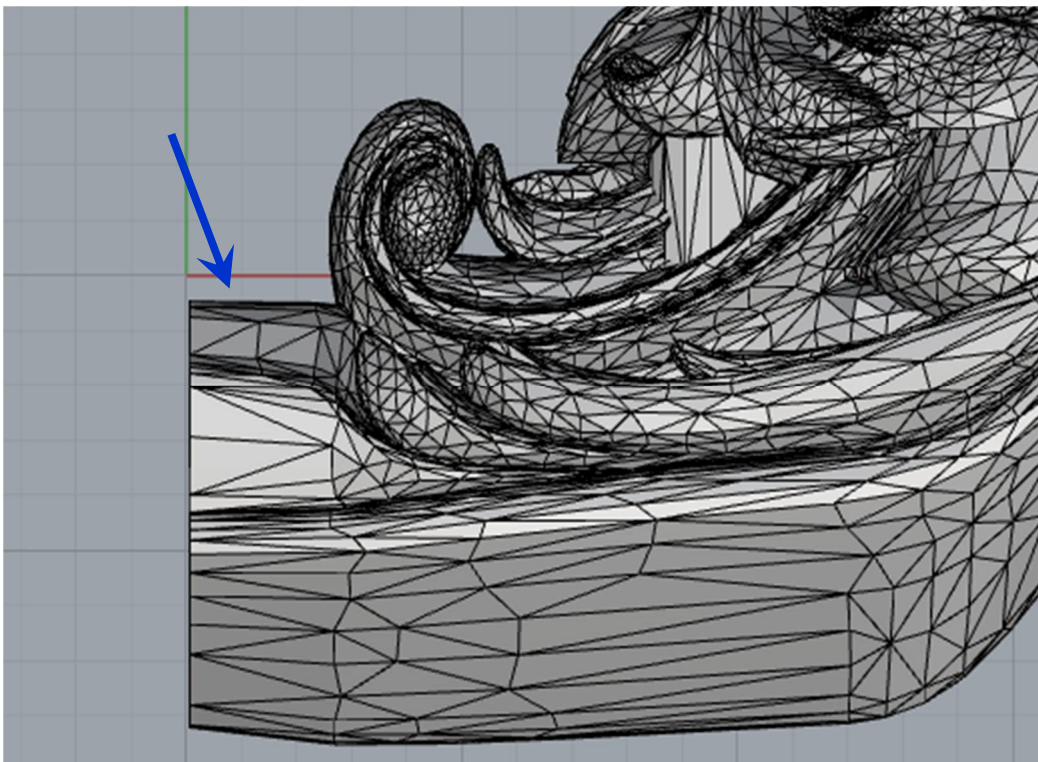
Если модель не желтая, выделим ее прямоугольником мыши и нажмем в верхнем меню Rhinoceros **Transform -> Rotate** (Трансформация -> Поворот)

Нас попросят установить центр вращения – нажмем мышью примерно в центр координат, вторую точку поставим вдоль текущей оси цветка и поставим цветок вертикально вверх.

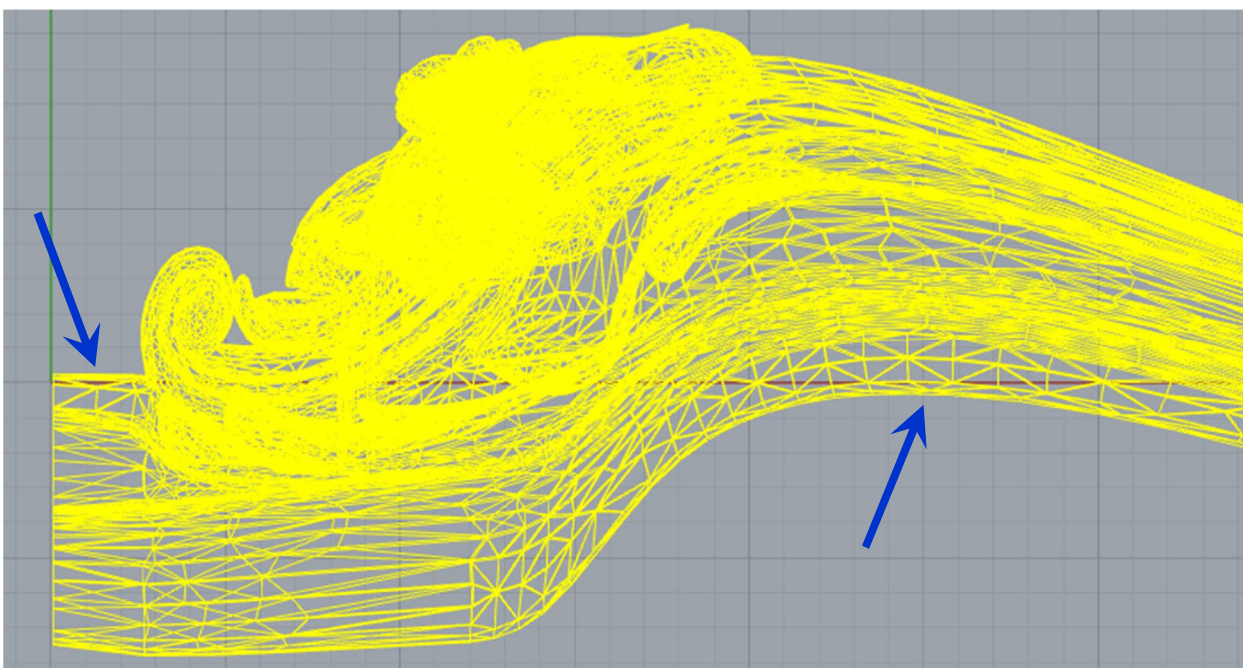


Последний этап. Повлияем на количество областей, расположенных ниже оси модели, что бы уменьшить себе работу. Обратите внимание на стрелку слева – она показывает область ниже оси и стрелку справа, которая указывает на впадину, которая находится близко к оси.

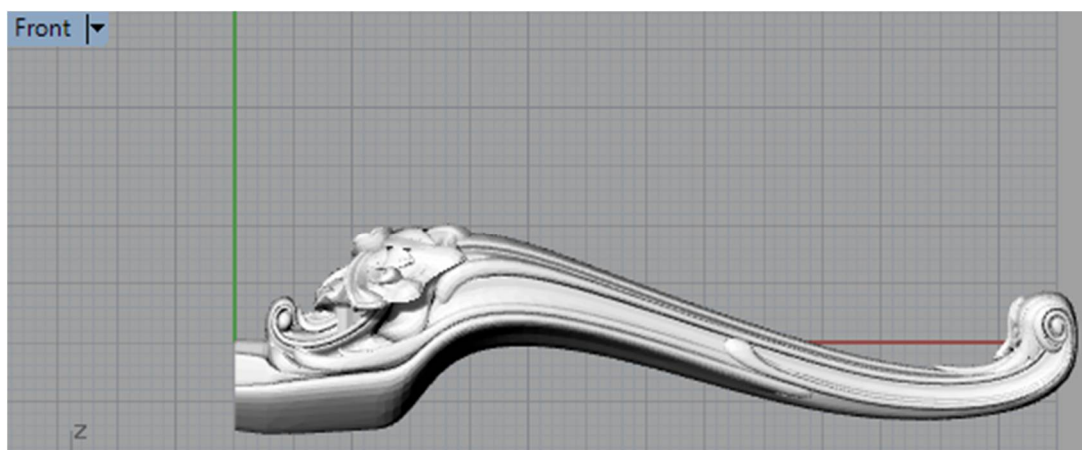




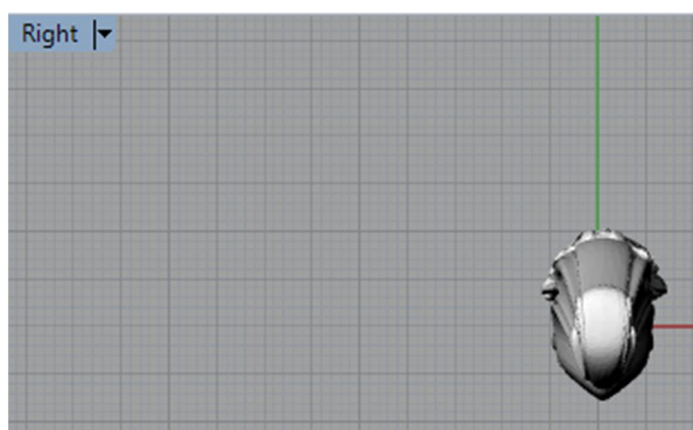
Уберем слепую для фрезы зону слева, не создав ее рядом с впадиной – сдвинув модель выше по оси Z с помощью мыши. Предварительно снова включите внизу экрана опцию **Orto**.



В результате на фронтальном виде модель должна быть расположена так:



На виде справа ориентирована так:



Сохраним все наши трансформации.

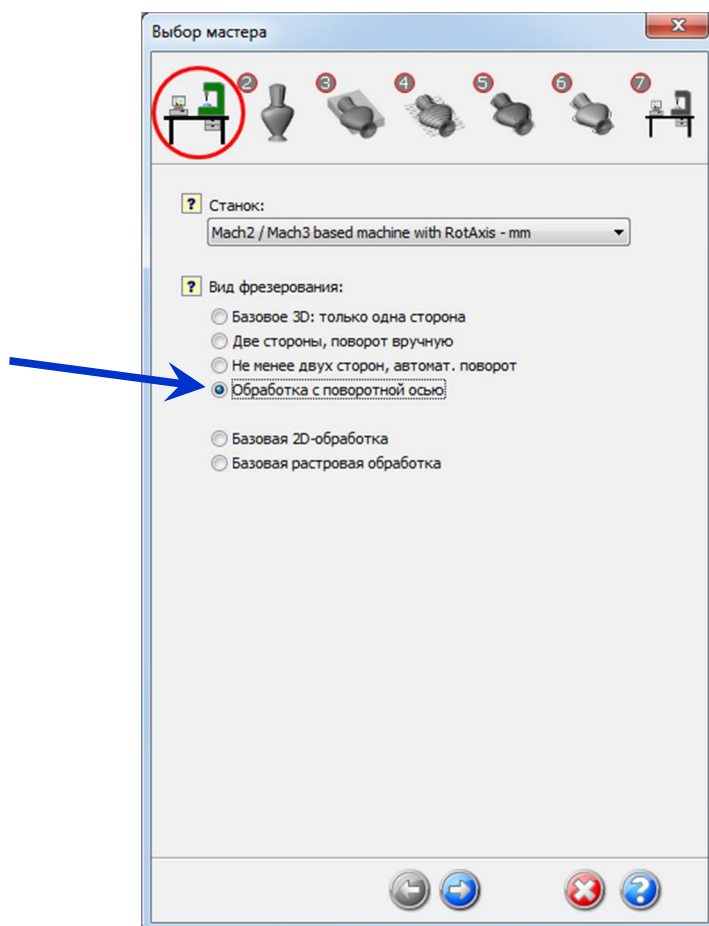
Выделим всю модель желтым и нажмем сверху File-> Save as..., затем в раскрывающемся списке выберем формат файла STL . Нажмем **Сохранить**, введем имя, **OK-> Export anyway**.

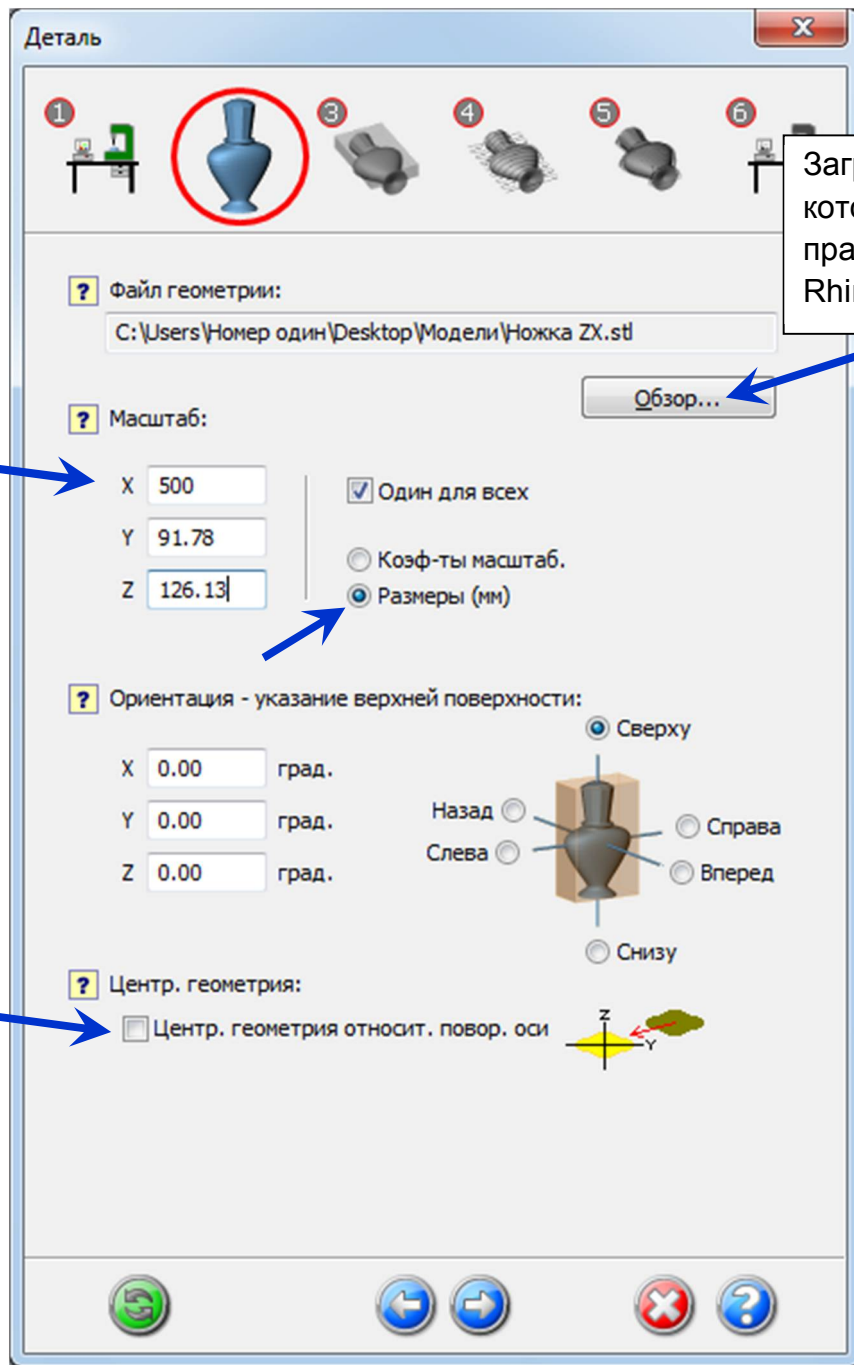
Этап 2. Программирование изогнутой ножки в DeskProto 6.1.

(Обработка зон, находящихся **ВЫШЕ** осевой линии заготовки)

Запустим программу DeskProto 6.1

Выберем Файл -> Мастер Запуска, далее ориентируйтесь по картинкам:

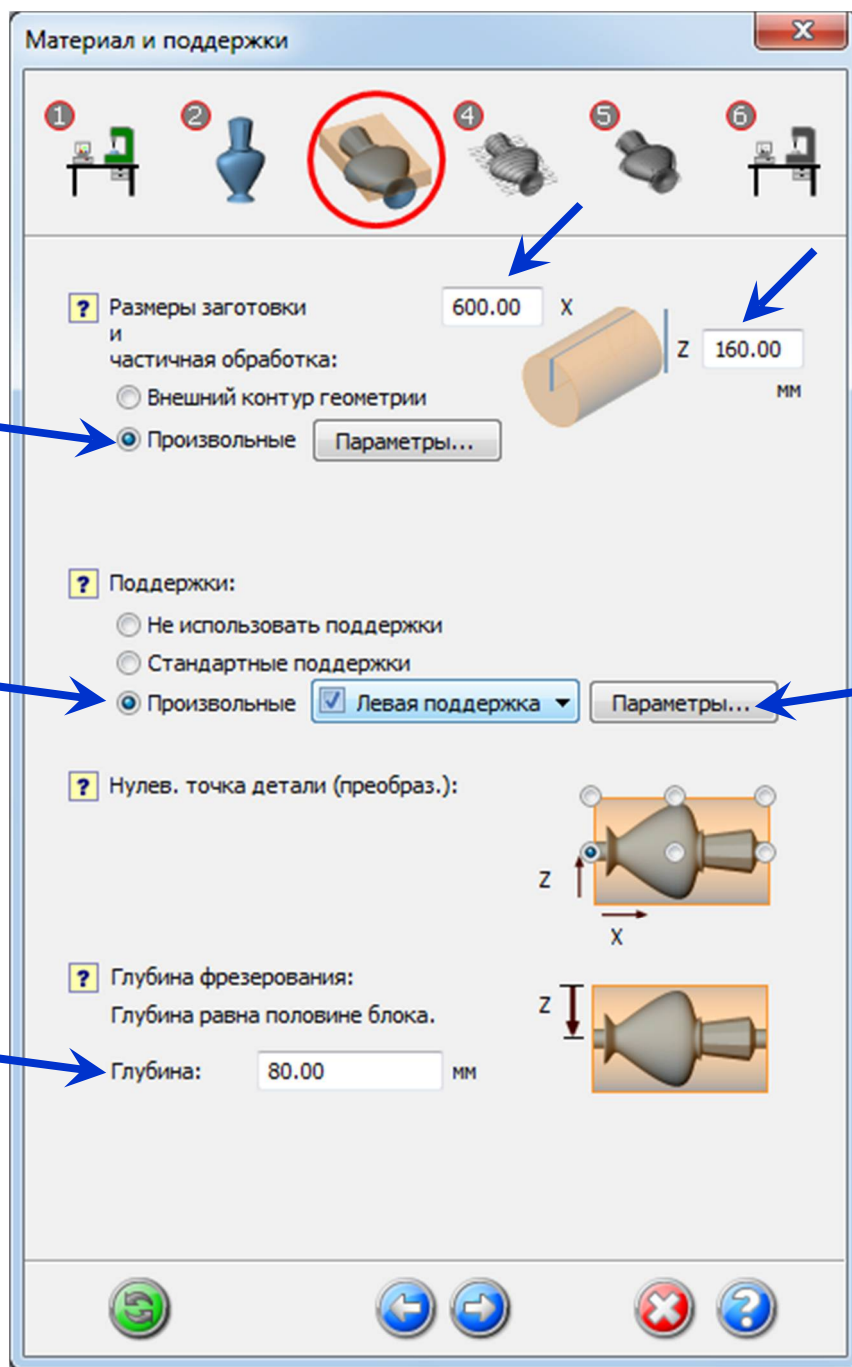




Загружаем модель, которую вы правили в Rhinoceros

Устанавливаем длину модели в мм (по оси X), т.к. модель мы уже сориентировали правильно в Rhino

НЕ ставим галочку!!! Т.к. это сместит модель вниз и добавит дополнительную слепую зону для фрезы в левом крае модели

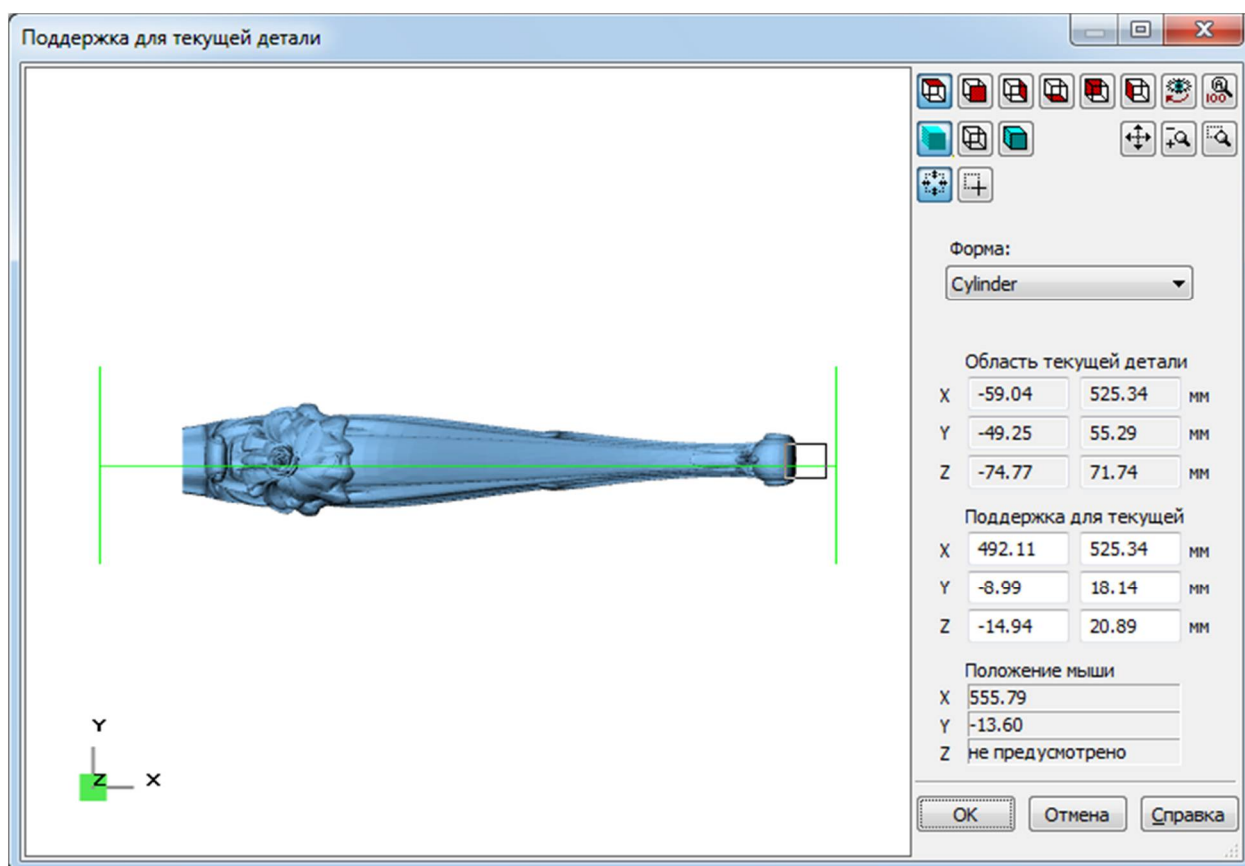


Ставим длину (X) и диаметр (Z) нашей заготовки под модель

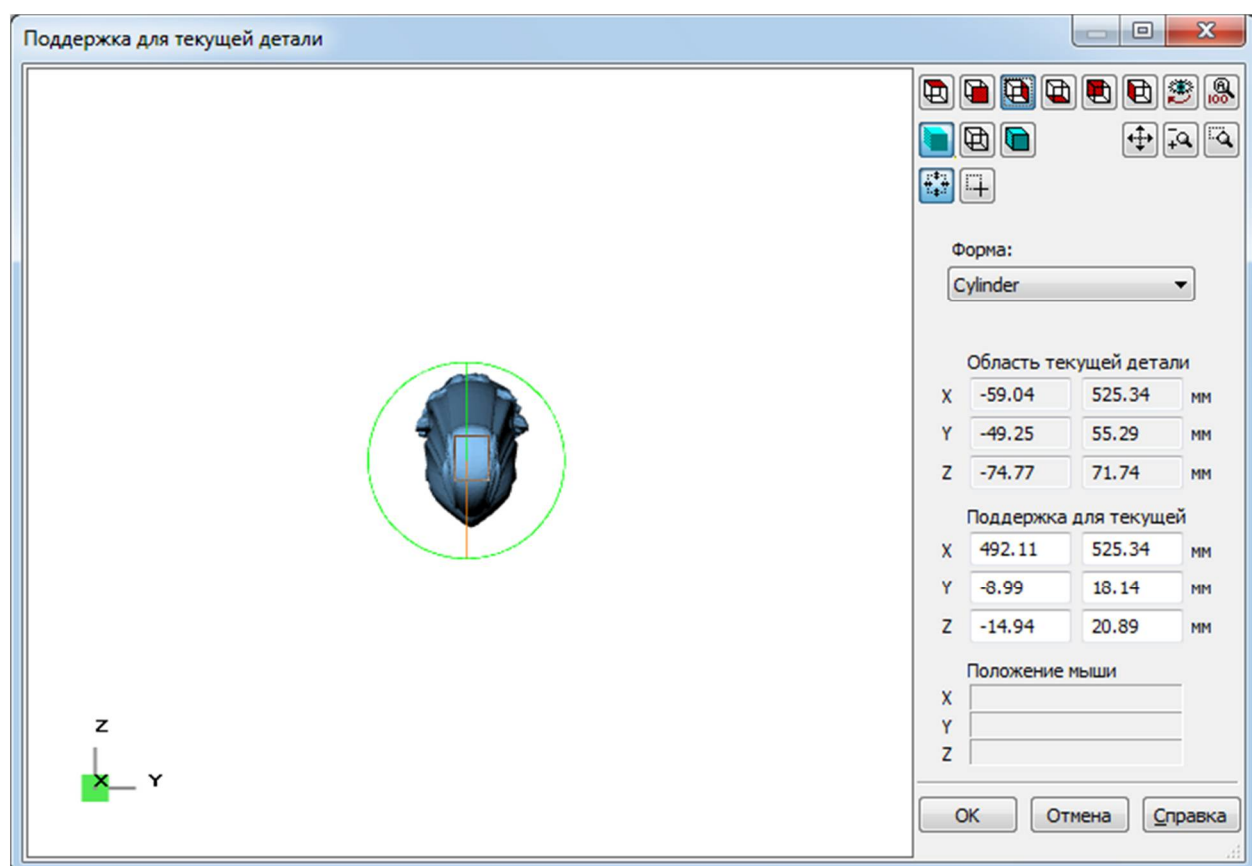
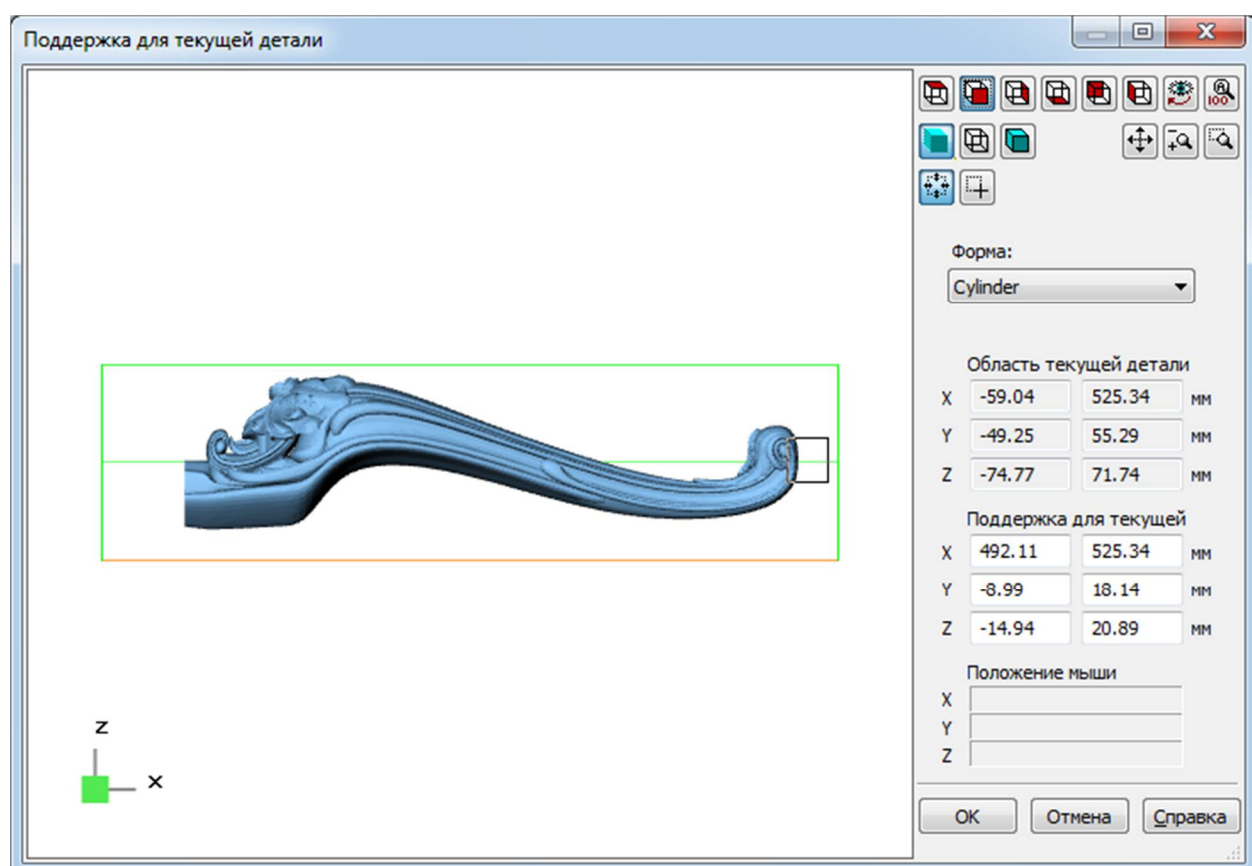
Настаиваем поддержки по особому – см. след. стр.

Ставим максимальную глубину фрезерования. По умолчанию – это 50% от диаметра (Z)

На предыдущем рисунке выбираем **Левая поддержка** и **Параметры** и попадаем в знакомый графический редактор поддержек:



Тасим левую поддержку на правую сторону (по сторонам прямоугольника) и меняя виды обзора, делаем такую площадь цилиндрической поддержки с правой стороны, что бы она была чуть меньше по сечению модели с этой стороны (что бы затем было понятно, где отпиливать). Также нужно, чтобы поддержка заходила в модель, что бы не было пустот для фрезы. Примерно, как на одном рисунке выше и следующих рисунках:



Создание конических поддержек для изогнутых ножек.

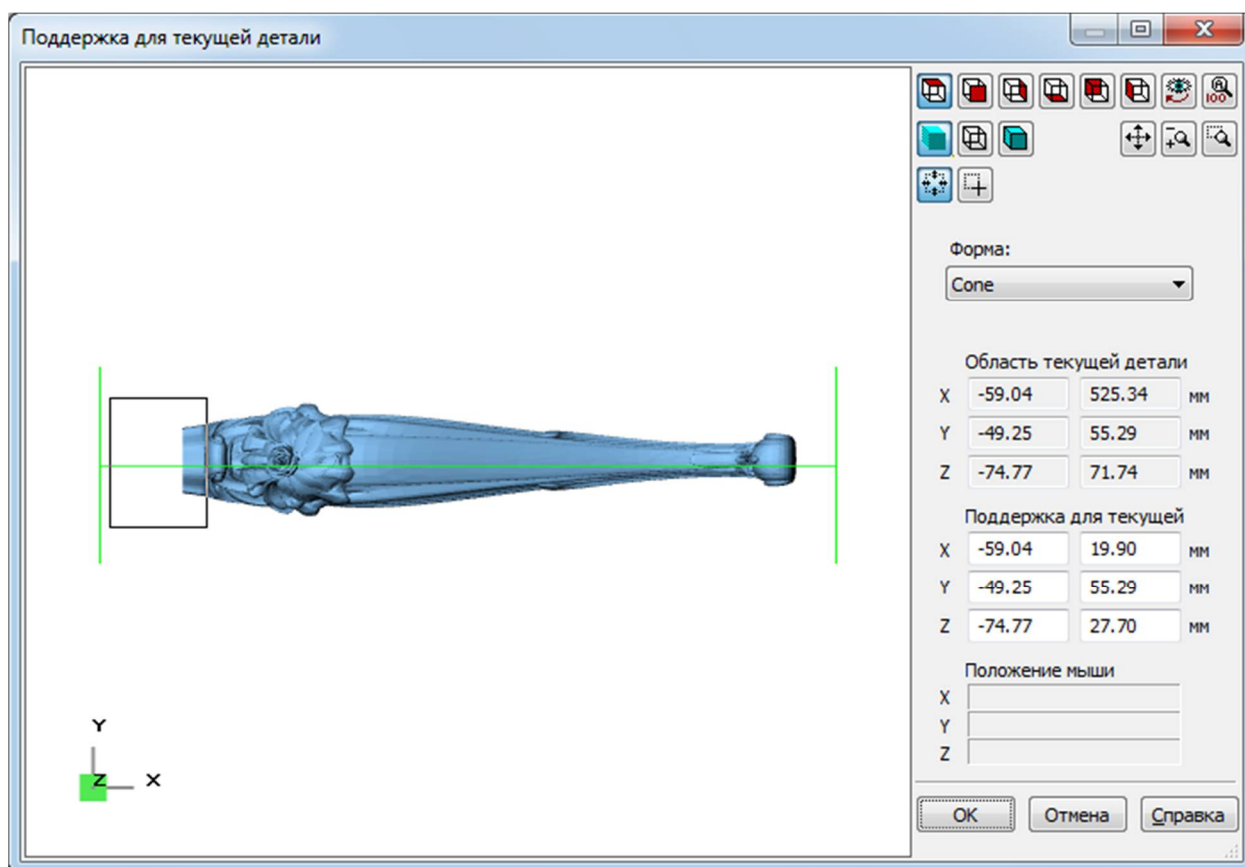
Зачем? Что бы вам хватало вылета фрезы и не было столкновений корпуса шпинделя и цанговой гайки с элементами поворотной оси (например, с кулачками токарного патрона)

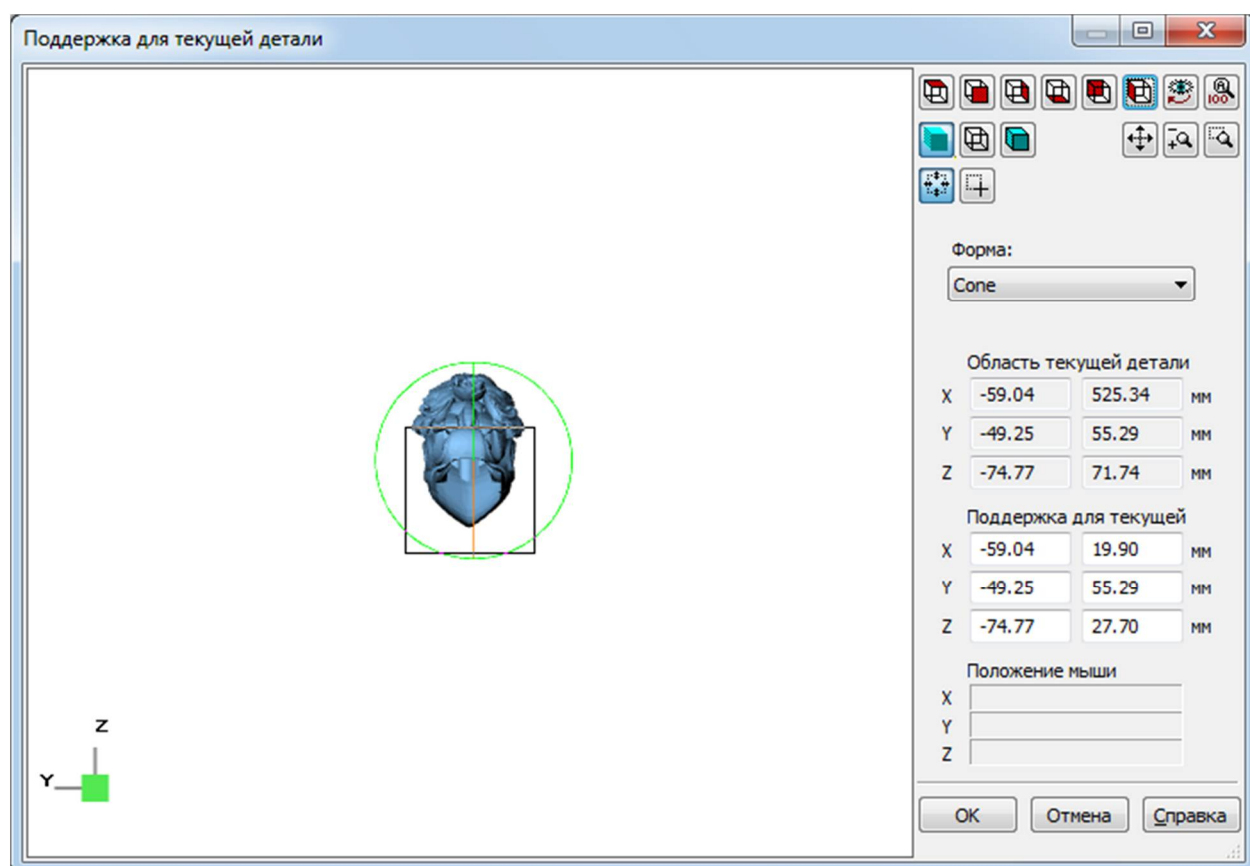
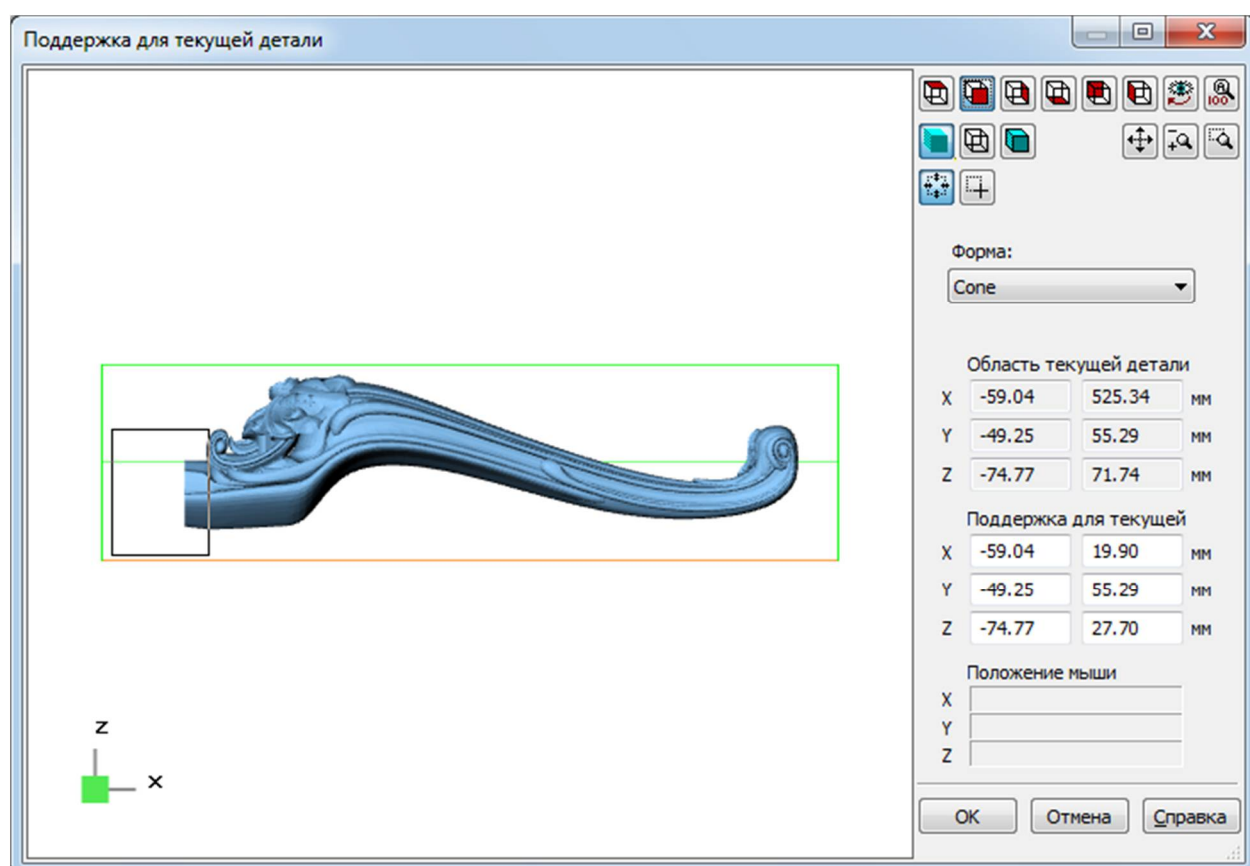
Как работают поддержки с обратными конусами – см. на видео здесь:

<https://drive.google.com/open?id=1Wwhs3T7dUHifsakuoctwllGKY1SgNPpQ>

Выбираем **Правая поддержка** и **Параметры**

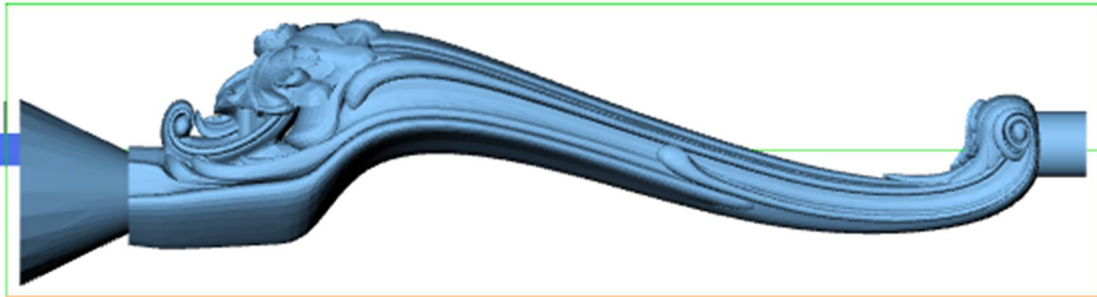
И вот пара секретных техник: чтобы создать обратный конус в разделе ФОРМА выбираем Cone (конус) и тащим этот прямоугольник в левую сторону. И создаем примерно такую же площадь параллелепипеда, как на следующих рисунках:





В след. окнах нажимаем внизу синие стрелки вперед и на последнем красный крест.

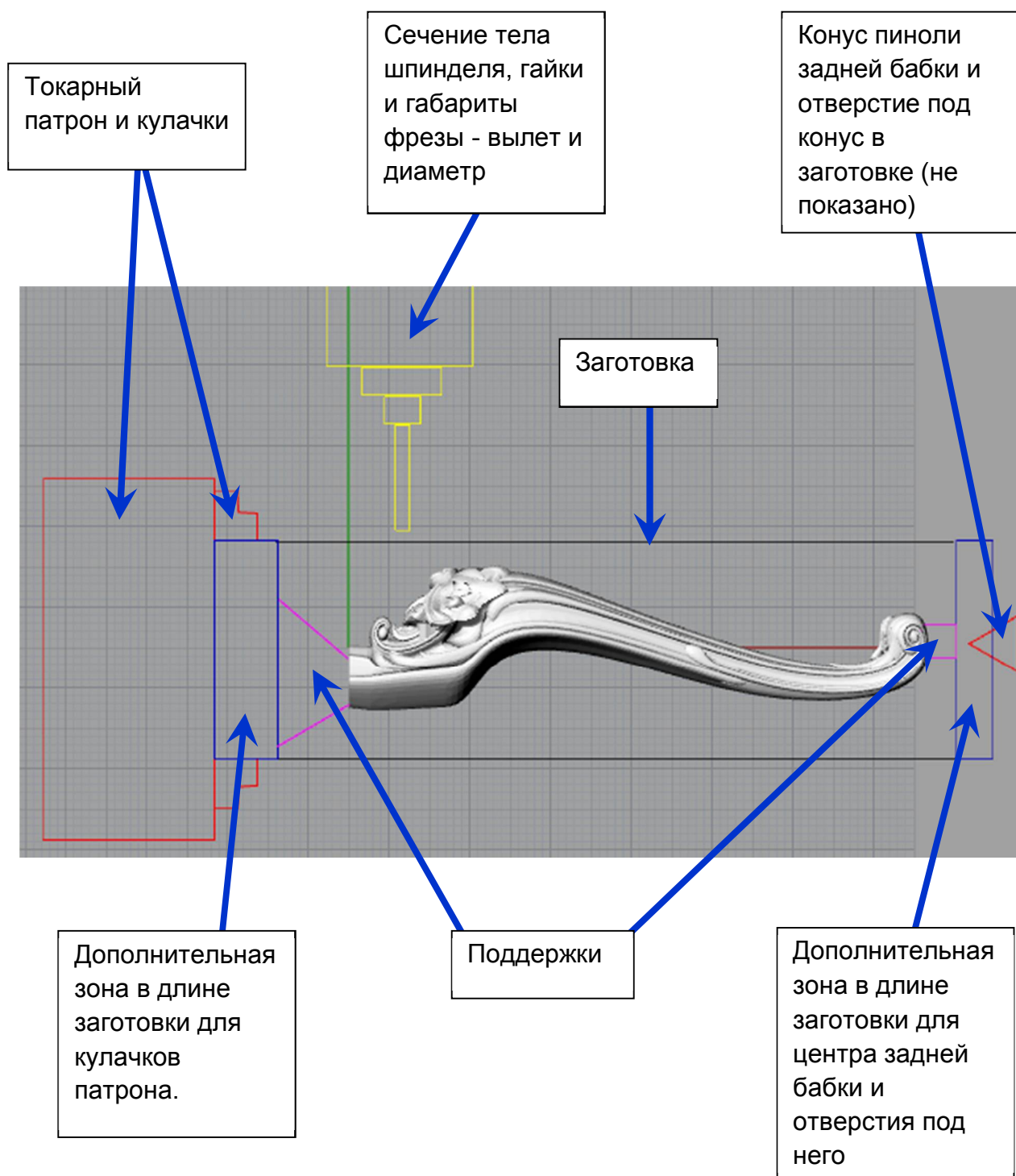
В результате поддержки выглядят следующим образом:



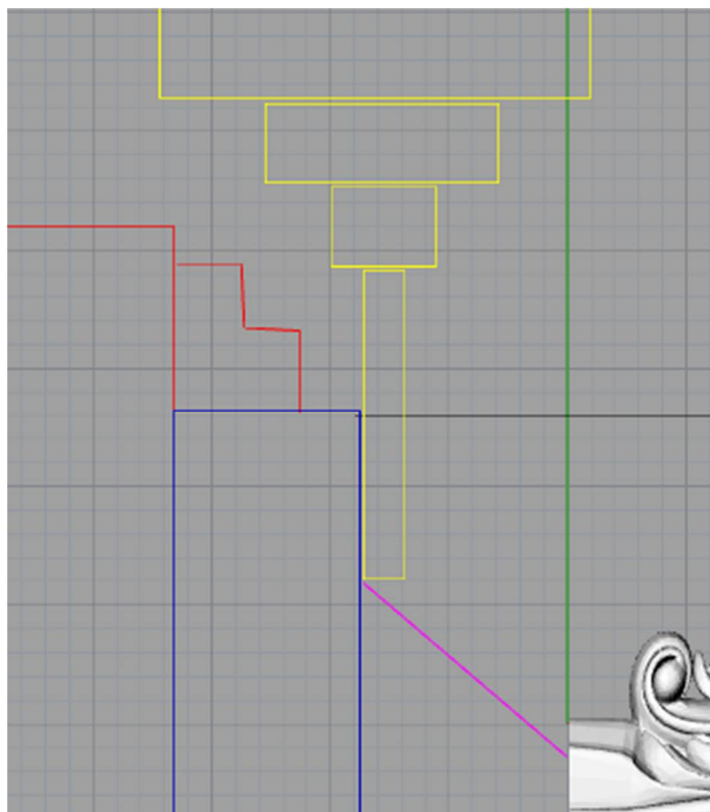
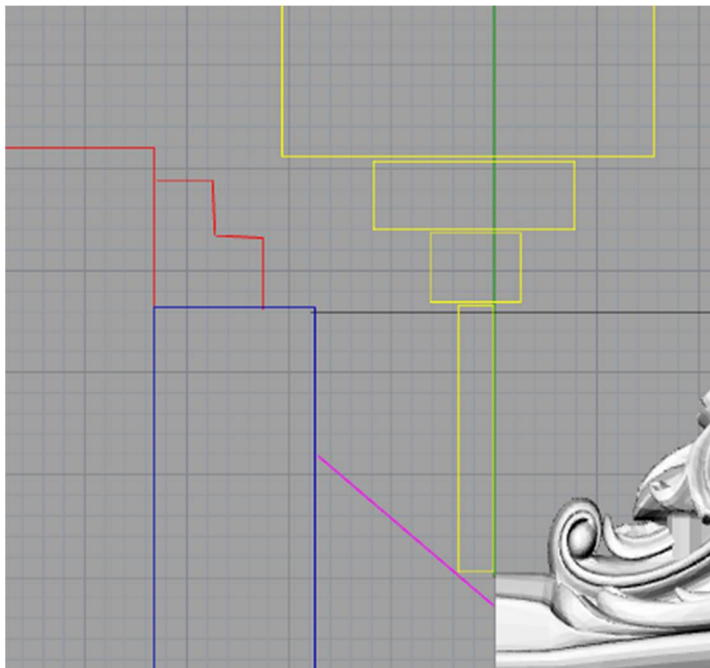
Рекомендация: В принципе, такие или более сложные и не стандартные поддержки можно нарисовать и в программе Rhinoceros.

В идеале для предотвращения столкновений нужно смоделировать в программе Rhinoceros все элементы в сечении. (Для этого нужно привести модель ножки к требуемым на габаритам. Сделать это можно здесь: **Transform -> Scale -> 3d**).

Как это выглядит, см. на рис. ниже. Все нужно рисовать в натуральных размерах. Все простейшие фигуры в меню **Curve**.

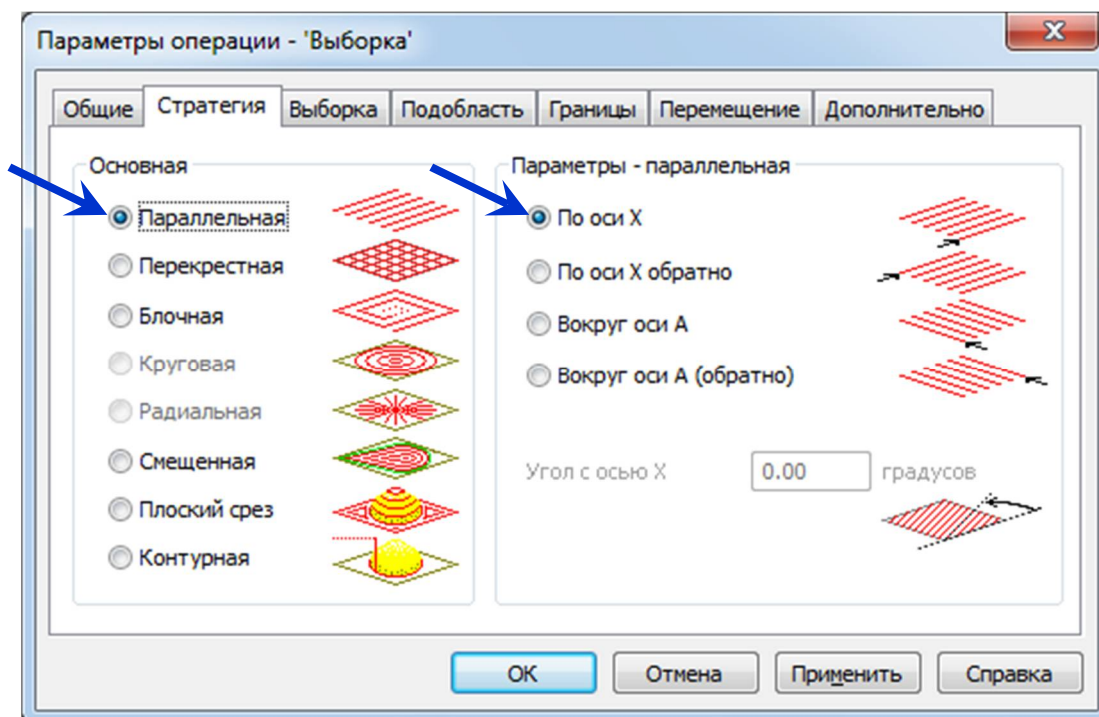
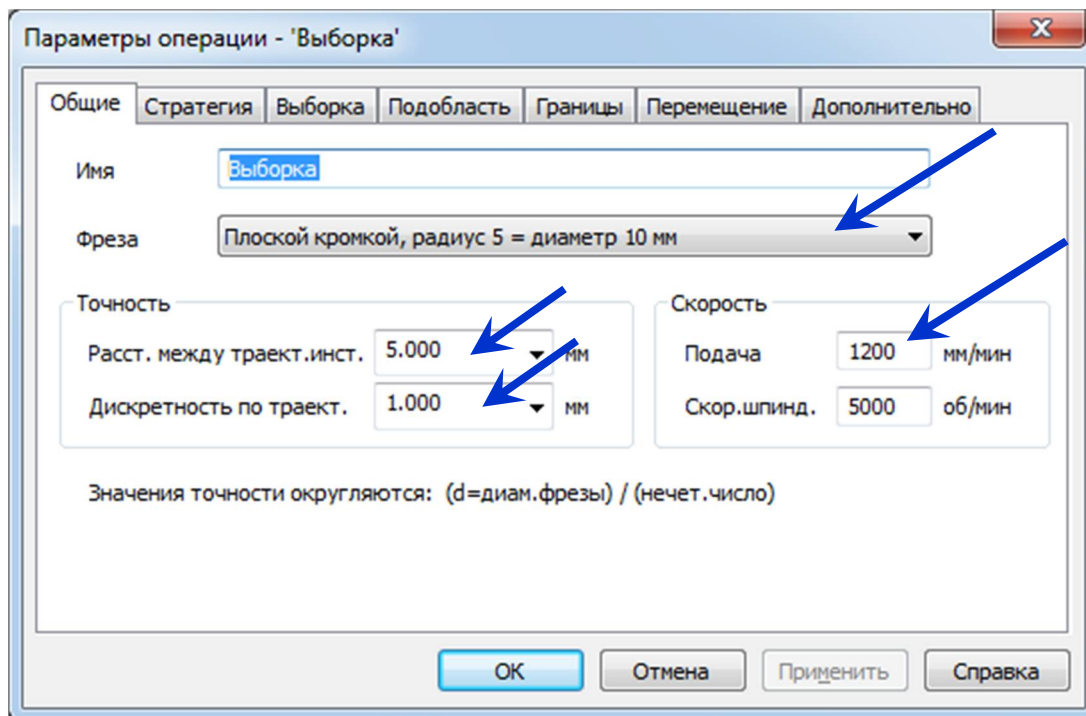


И далее группируем вместе элементы тела, гайки шпинделя и фрезы в меню **Edit – Groups-Group** и тащим нашу шпиндельную группу в самую нижнюю точку к поддержке и в самую левую к токарному патрону и смотрим, нет ли столкновений с красными узлами токарного патрона и синими элементами заготовки. См. рисунки ниже.



Возвращаемся в ДескПрото.

Кликаем дважды на стратегию **Выборка** из **Дерева проекта** и заполняем параметры по следующим рисункам или вбиваем свои значения:



Параметры операции - 'Выборка'

Общие | Стратегия | **Выборка** | Подобласть | Границы | Перемещение | Дополнительно

Слои

☒ Использовать слои (для первой операции не отключается)

Высота слоя

☐ Исполз. длину реж. части фрезы

☒ Произвольно

мм

Прочие параметры

Припуск мм

☒ Угол нач. перемещ. град.

☐ Защита вертик. поверхн.

OK Отмена Применить Справка

Параметры операции - 'Выборка'

Общие | Стратегия | **Выборка** | Подобласть | Границы | Перемещение | Дополнительно

Подобласть для обработки

☐ Область детали (заготовки)

☒ Произвольная прямоугольная

☐ Произвольная форма

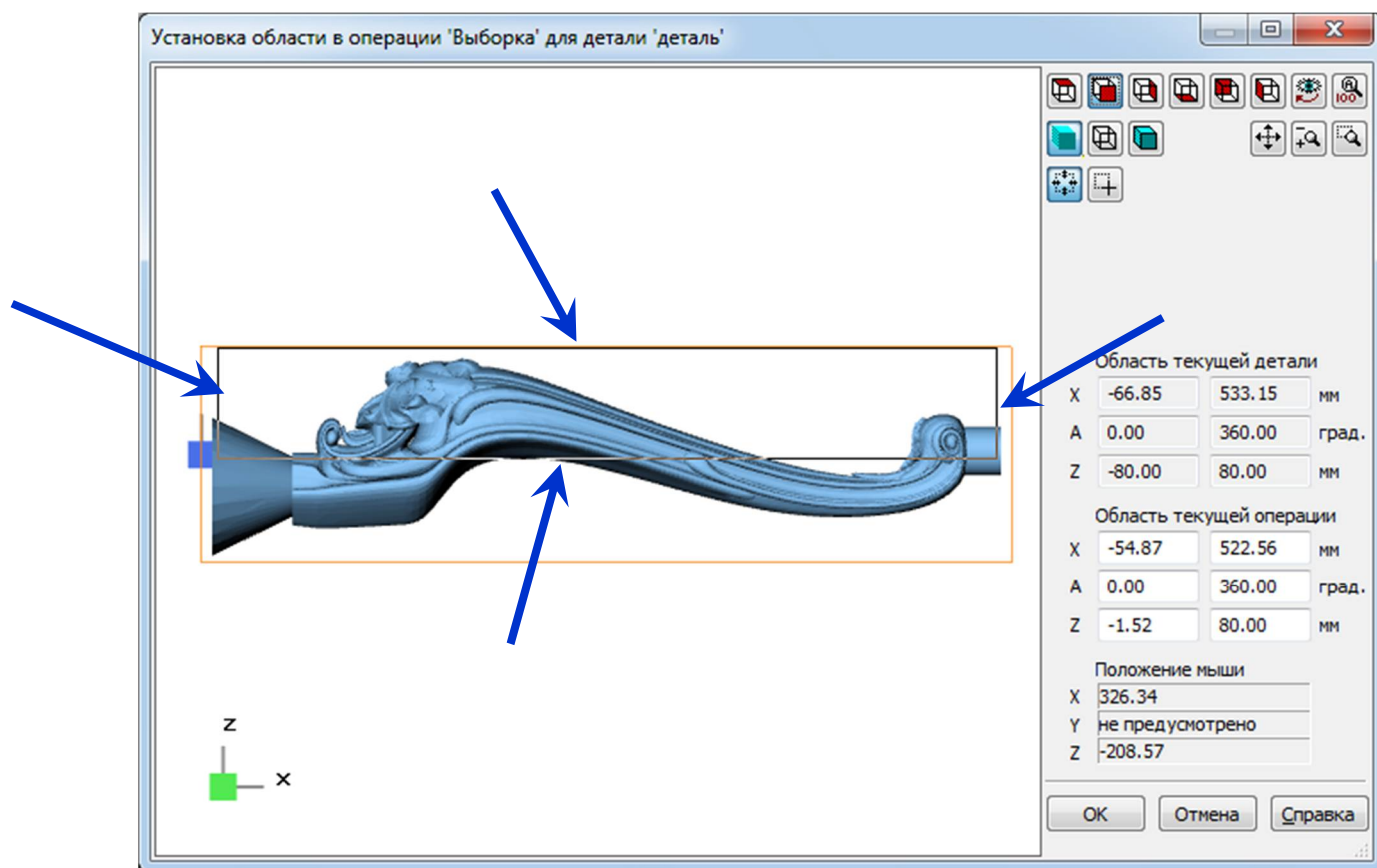
Пределы

	Мин.	Макс.	
X	-59.03	523.94	мм
Y			мм
Z	0.00	80.00	мм
A	0.00	360.00	град.

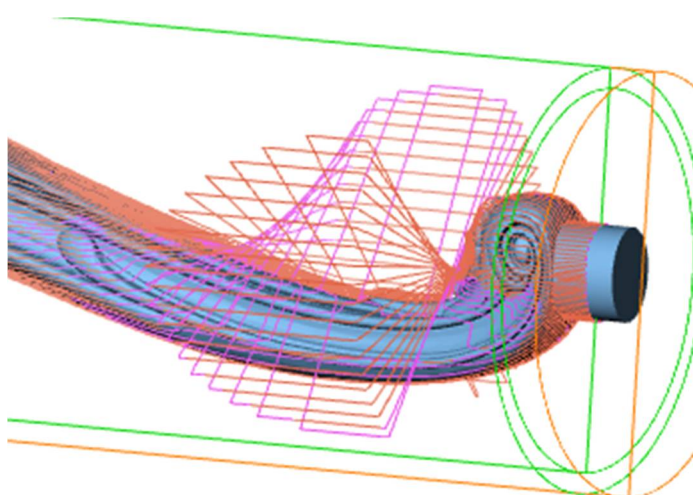
☐ Показ. преобразов. координаты

OK Отмена Применить Справка

Здесь ограничим область движения фрезы в пределах **ОСЕВОЙ** **ЛИНИИ** модели и ее поддержек:



Так как, если выделить всю модель черным прямоугольником, т.е. продлить его вниз, то в результате мы получаем вот такие не нужные перья в местах слепых зон для фрезы:



Далее: **Применить, Ок.**

Затем - **Рассчитать траекторию инструмента:**



Тоже самое сделаем и для Чистовой обработки из Дерева проектов.

Параметры операции - 'Чистовая обработка'

Общие | Стратегия | Выборка | Подобласть | Границы | Перемещение | Дополнительно

Имя: Чистовая обработка

Фреза: Чист

Точность

Расст. между траект.инст. 0.24 (d/33) мм

Дискретность по траект. 0.24 (d/33) мм

Скорость

Подача 1200 мм/мин

Скор.шпинд. 5000 об/мин

Значения точности округляются: (d=диам.фрезы) / (нечет,число)

OK Отмена Применить Справка

Параметры операции - 'Чистовая обработка'

Общие | Стратегия | Выборка | Подобласть | Границы | Перемещение | Дополнительно

Подобласть для обработки

☐ Область детали (заготовки)

☒ Произвольная прямоугольная

☐ Произвольная форма

Зад. графически ...

Задать форму ...

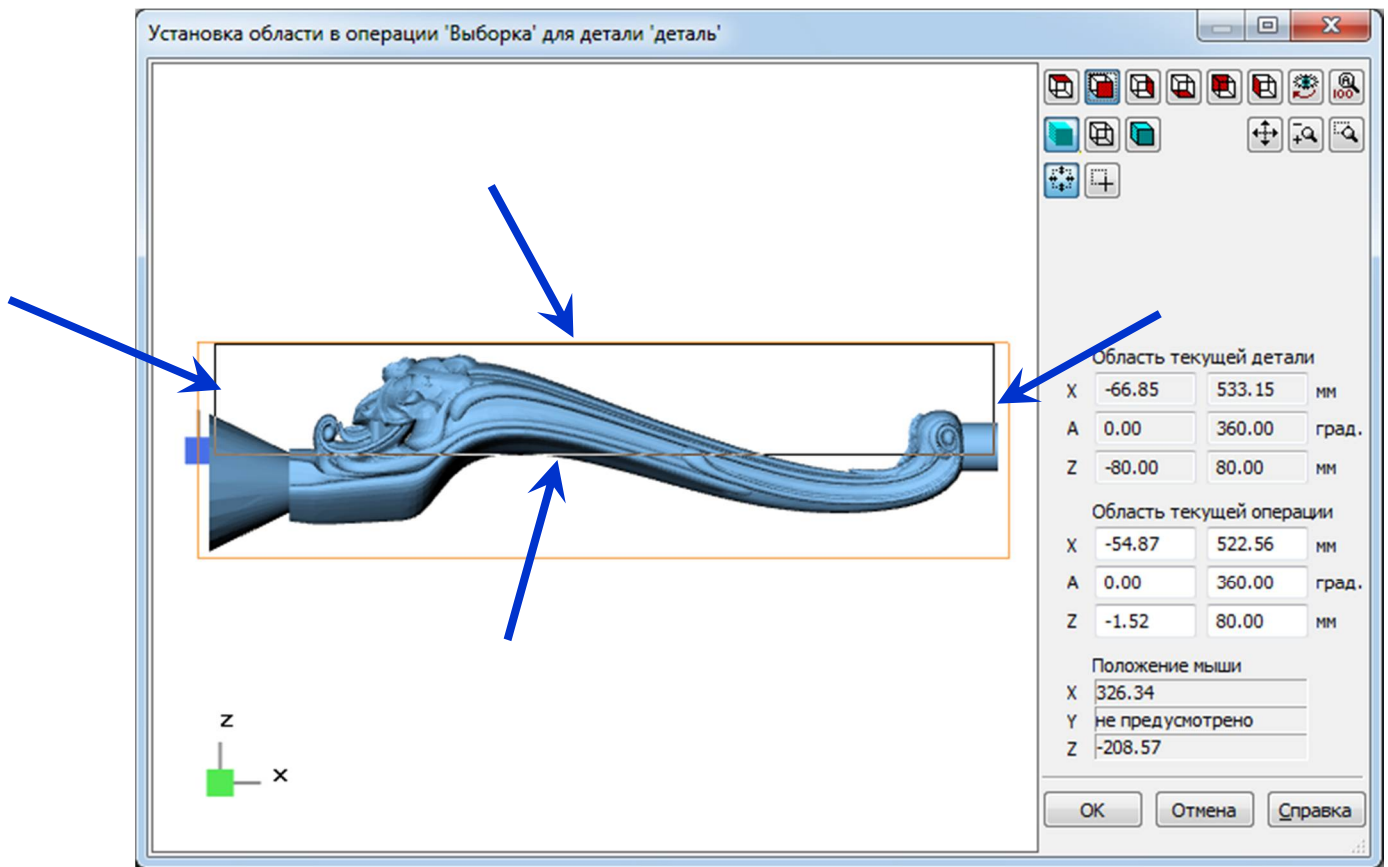
Пределы

	Мин.	Макс.	
X	-66.85	533.15	мм
Y			мм
Z	-80.00	80.00	мм
A	0.00	360.00	град.

☐ Показ. преобразов. координаты

OK Отмена Применить Справка

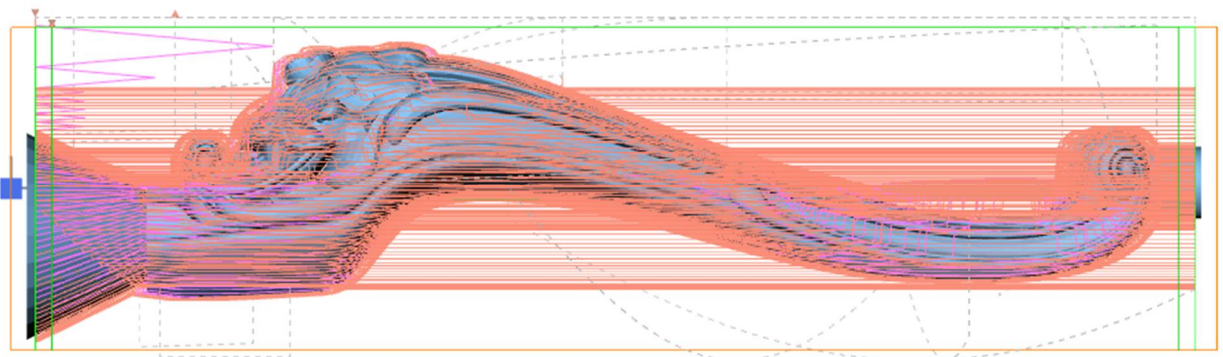
Здесь ограничим область движения фрезы в пределах **ОСЕВОЙ** **ЛИНИИ** модели и ее поддержек:



Далее: **Применить, Ок.**

Затем - **Рассчитать траекторию инструмента:**

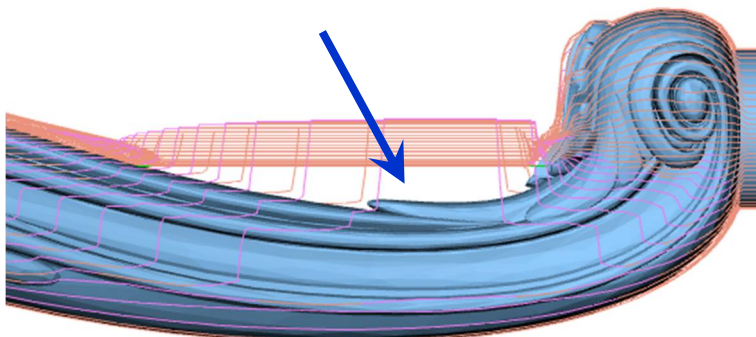
В результате при нажатии на желтые лампочки названия траекторий в дереве проектов на экране мы получаем следующее:



Проверьте траектории на наличие недочетов.

Этап 3. Обработка зон, находящихся **НИЖЕ осевой линии** заготовки

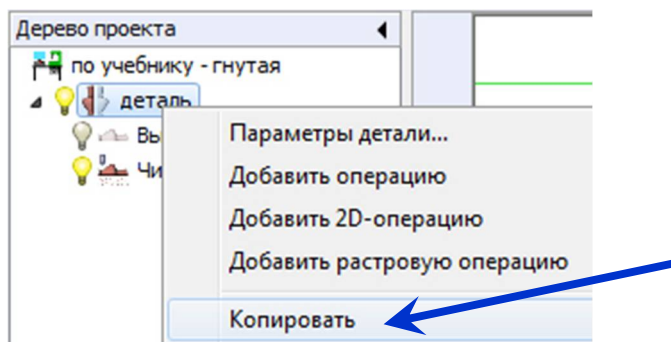
Как вы заметили, у нас осталась не обработанной одна из областей, находящаяся ниже осевой линии заготовки:



Стратегия действий:

- 1) Копируем нашу деталь
- 2) Создаем локальную заготовку для проблемной зоны
- 3) Пересчитываем траектории
- 4) Собираем в правильной последовательности УП и сохраняем УП

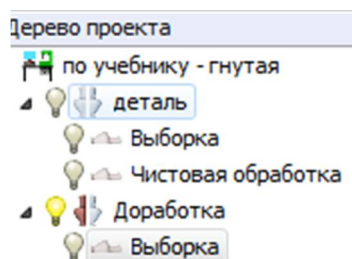
В **Дереве проектов** кликаем правой кнопкой мыши по строке **деталь** и нажимаем **Копировать**.



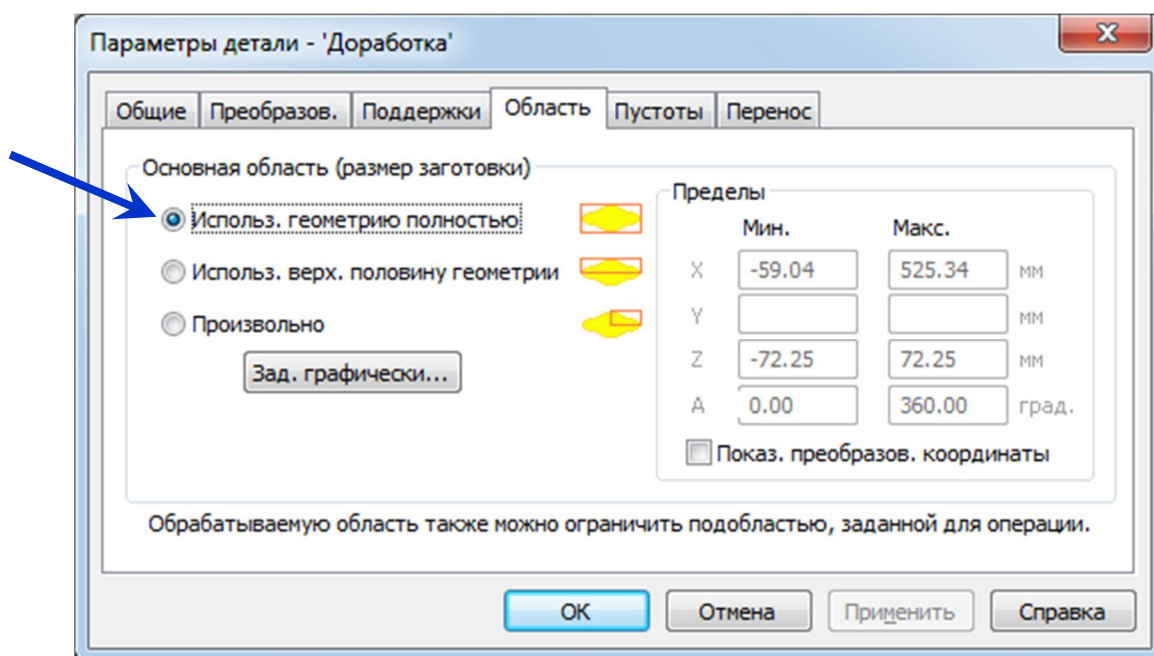
У вас создастся копия нашей модели под названием «**деталь [#1]**», переименуйте ее в «**Доработка**».

В **Дереве проектов** у скопированной детали под названием «**Доработка**» удаляем **Чистовую траекторию** правой кнопкой мыши, черновую оставляем.

Вот что у нас получается в результате в **Дереве проектов**:

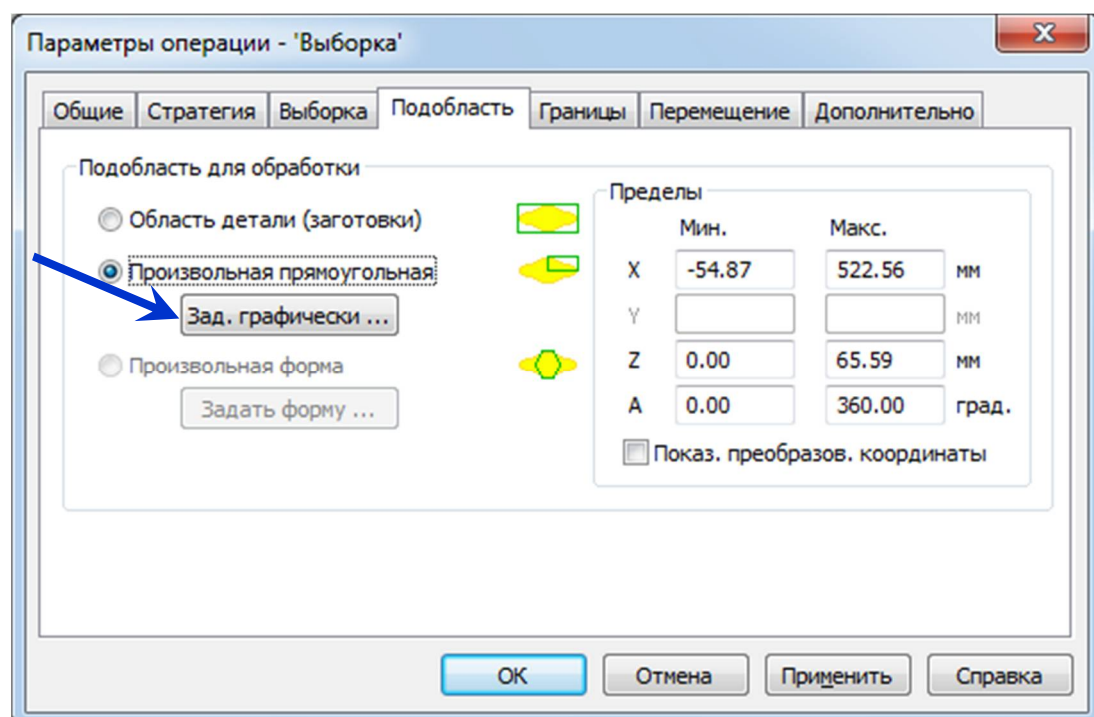
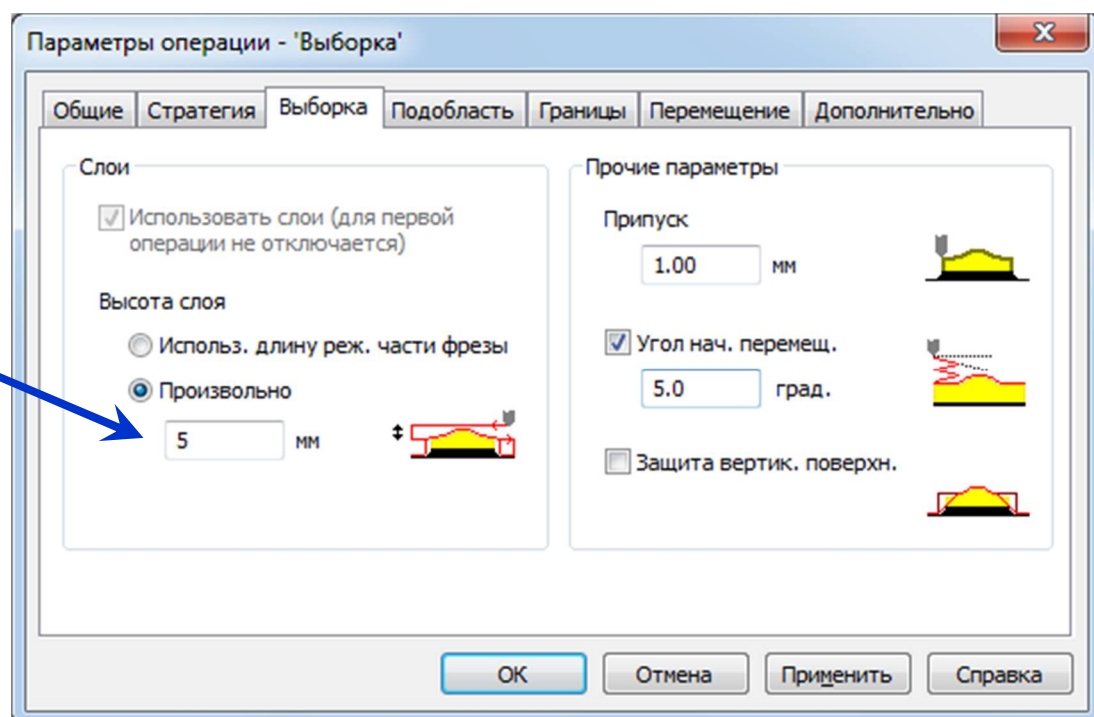


Кликнем мышкой по **Доработка** в **Дереве проектов** и в закладке «**Область**» выберем «**Использовать геометрию полностью**», нажмем **Применить**, **Ок**.

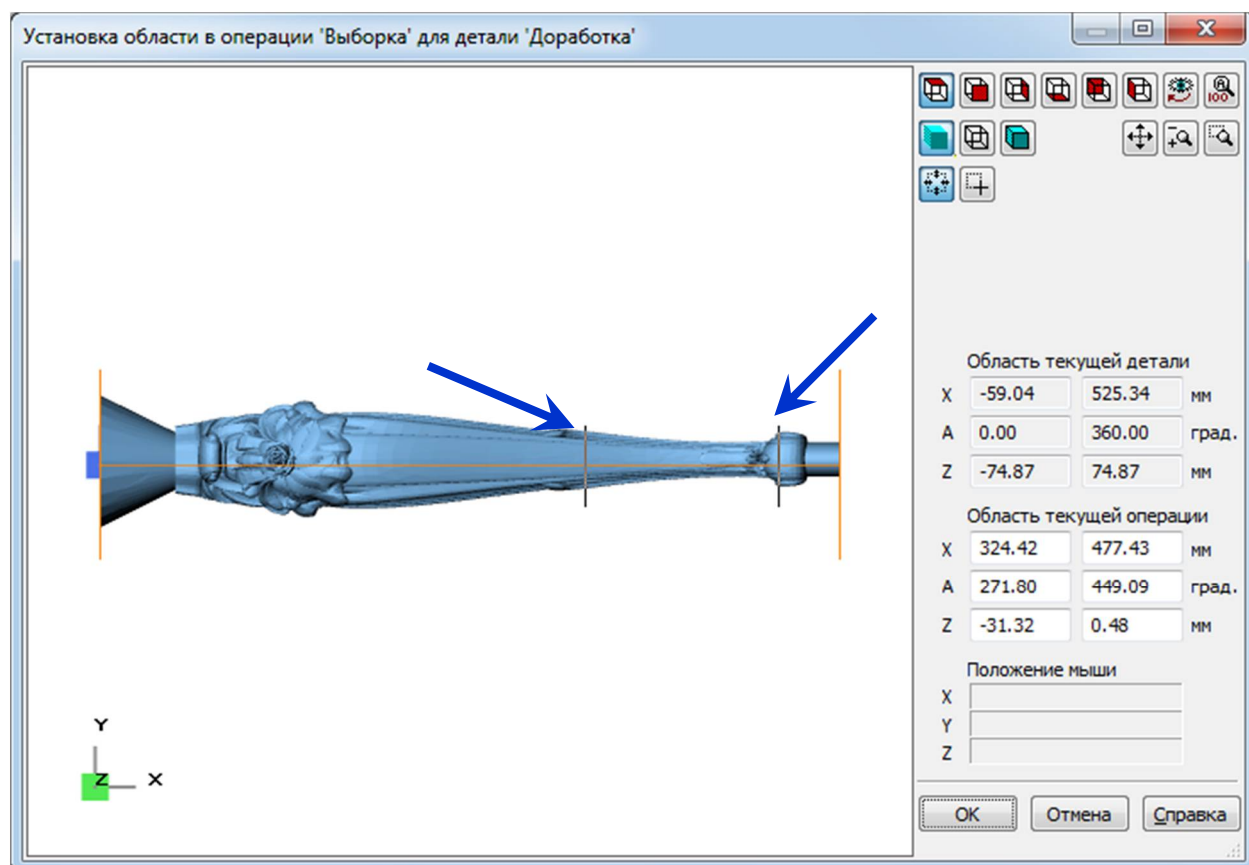


Создаем локальную заготовку для проблемной зоны, которую не обработала фреза.

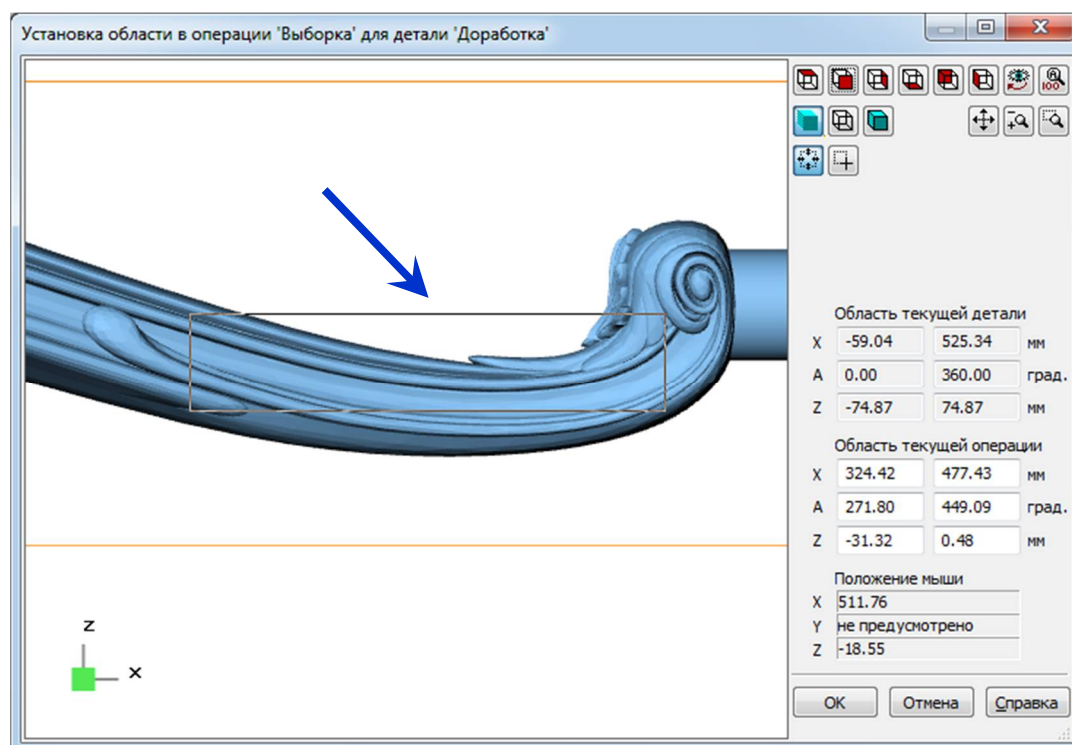
Для этого в **Дереве проектов** кликнем по второй по счету стратегии **Выборка**:



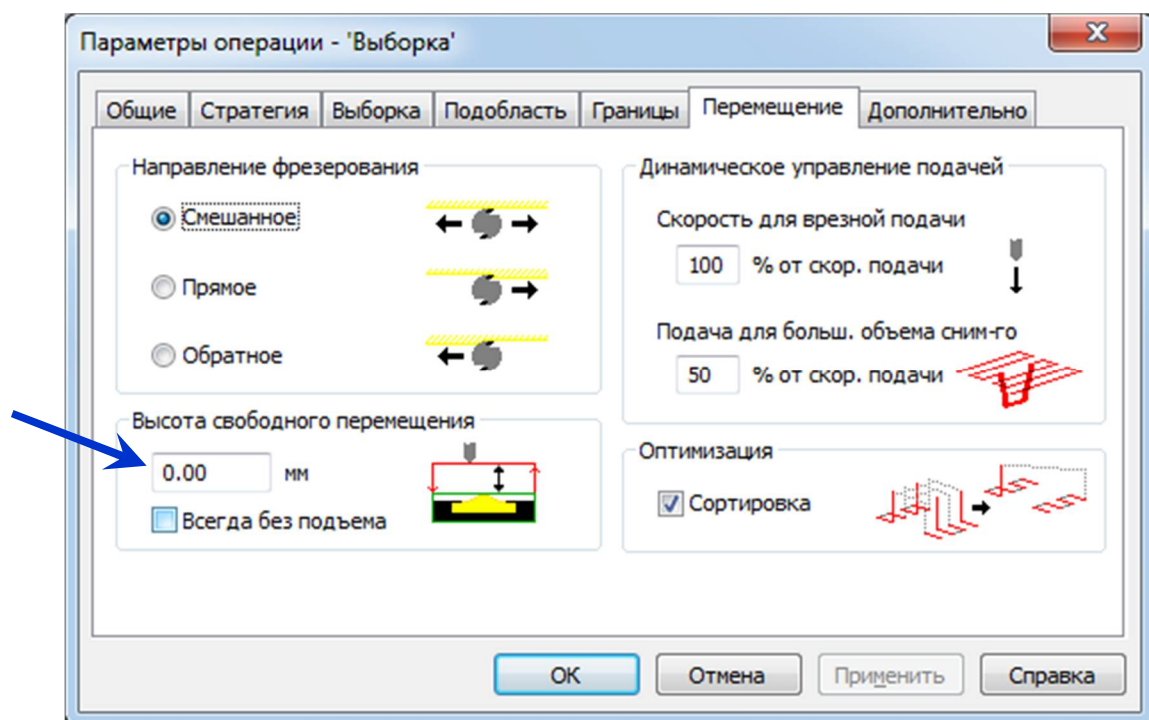
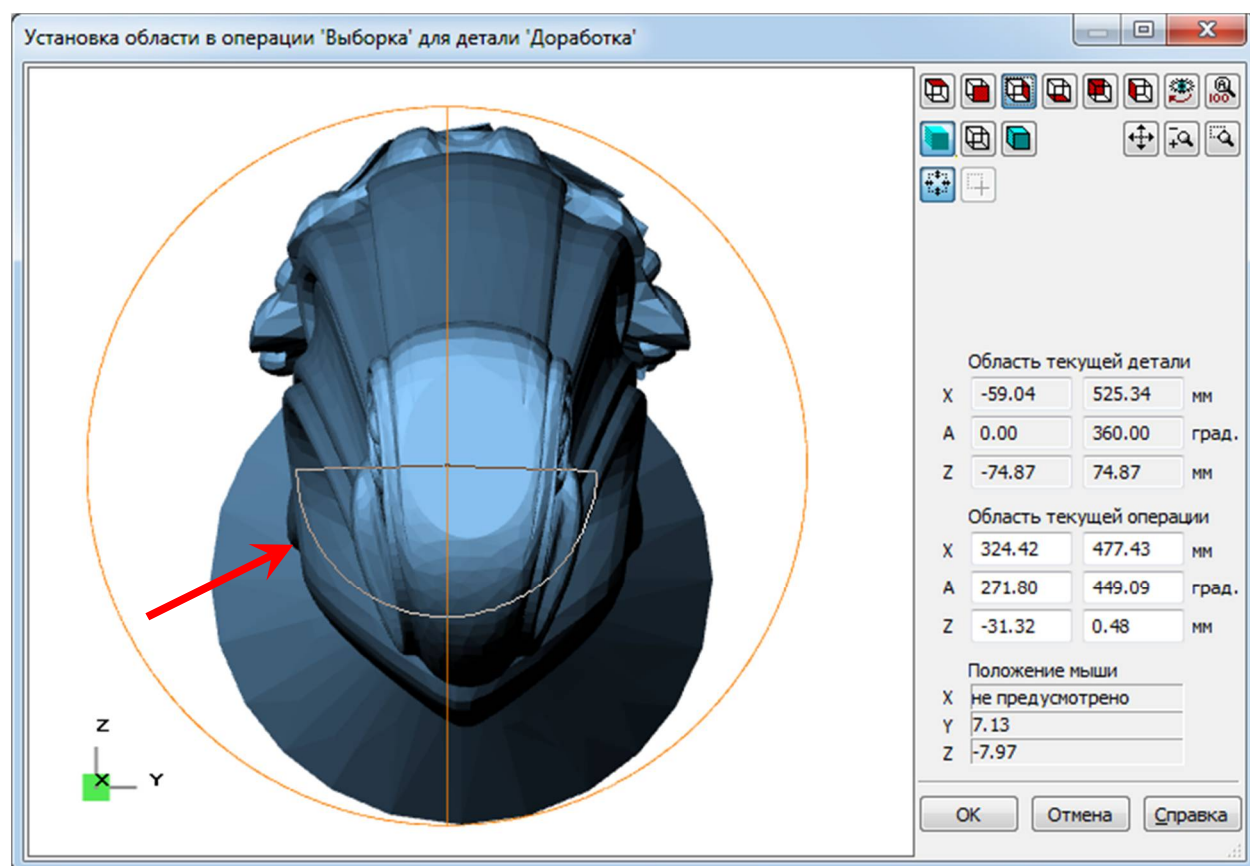
На **виде сверху** смещаем заготовку в эту область:

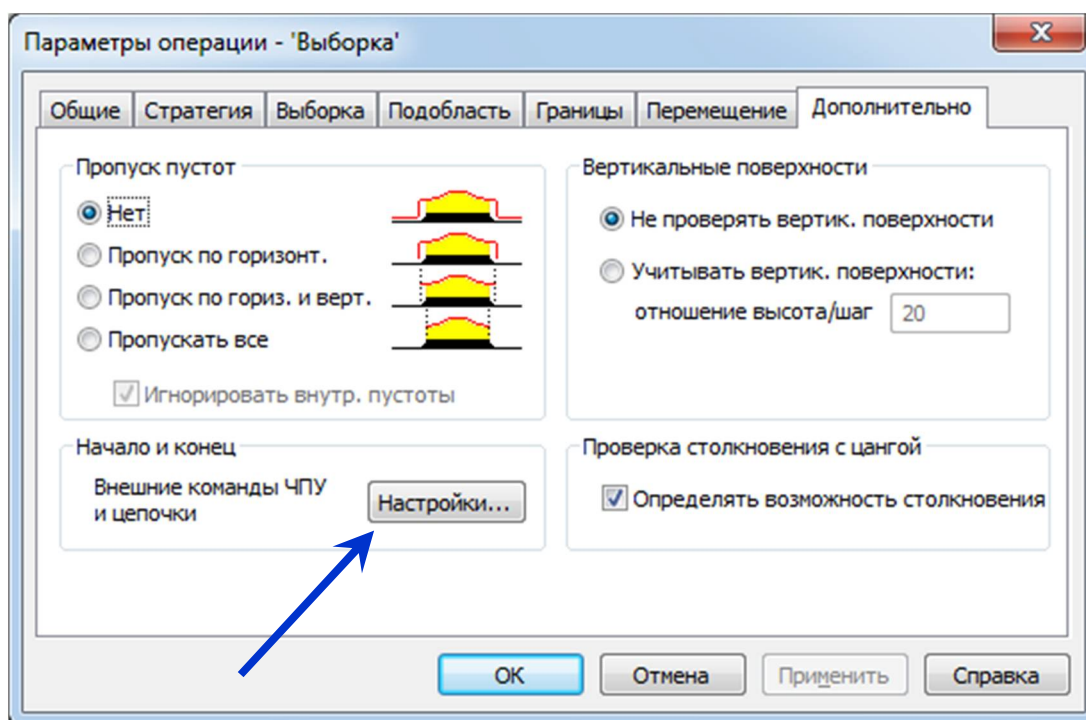


Вид спереди:

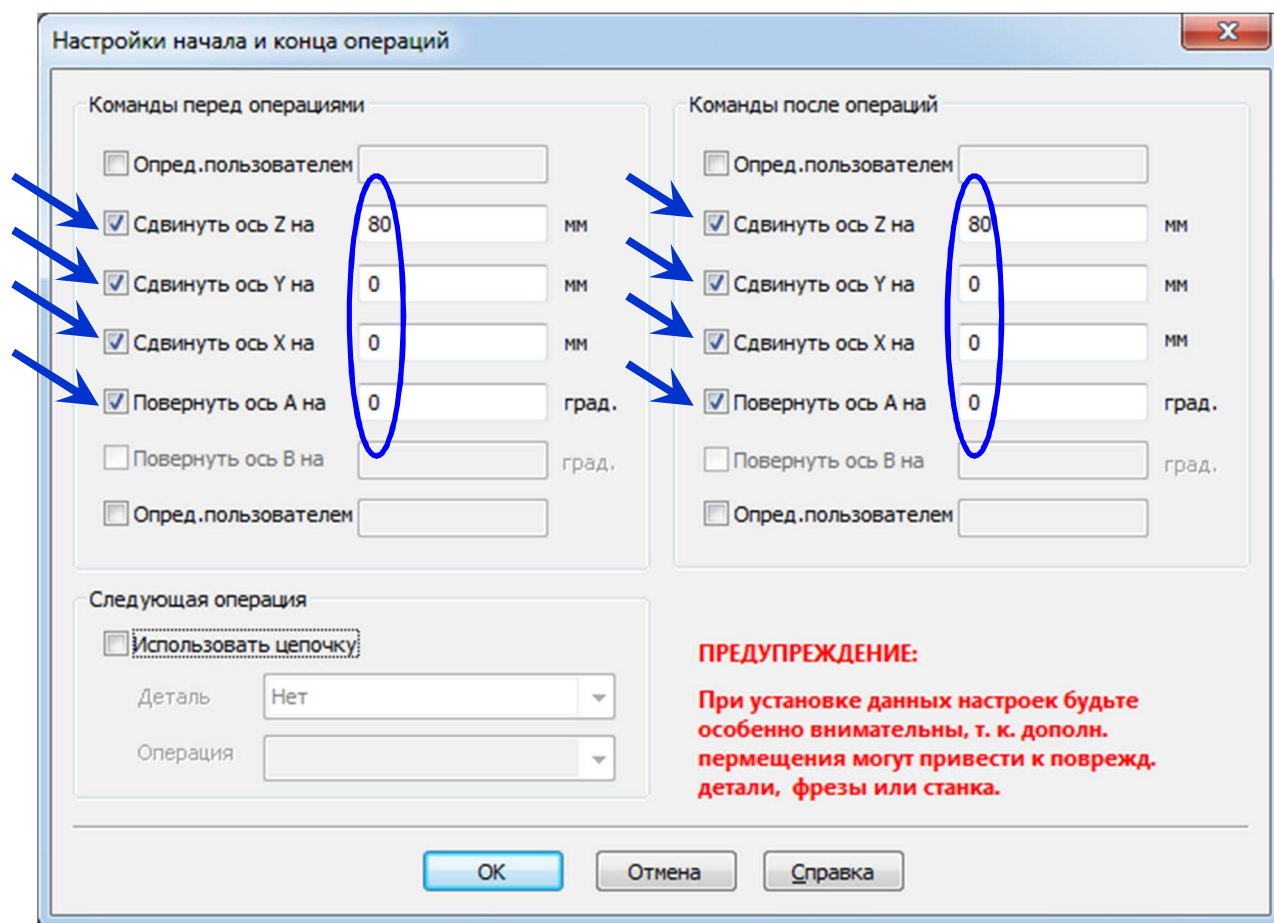


Вид справа (сектор делается из круга, потянув мышкой в сторону за радиус)



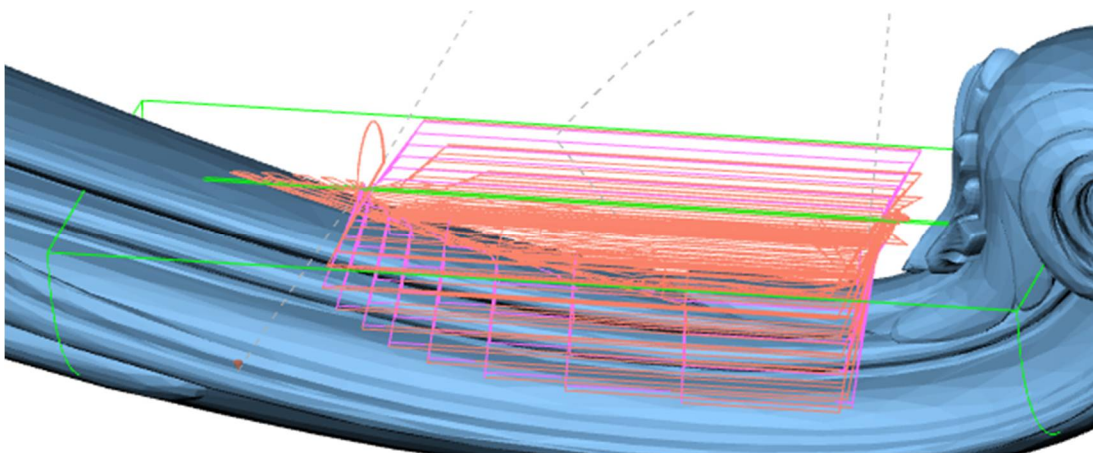


Ставим галочки на осях ZYXA в столбиках слева и справа. В графах Z пишем значение высоты свободных перемещений =80мм, по остальным осям ставим «0»:

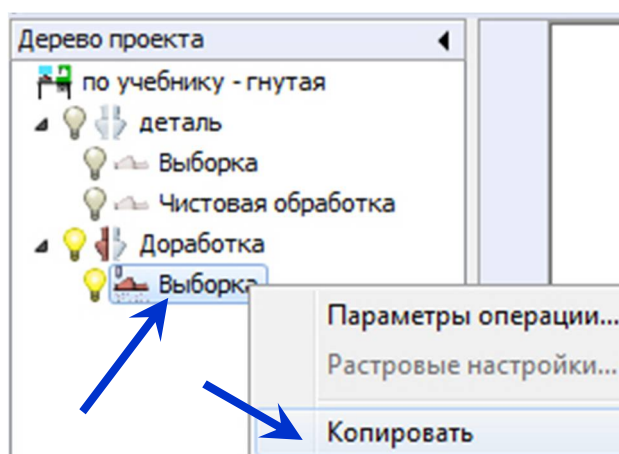


Нажимаем: **Применить, Ок.**

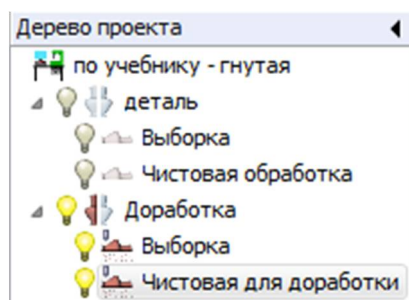
В результате у нас получается вот такая заготовка (зеленые линии) и при пересчете **Выборки** – такая черновая траектория на экране:



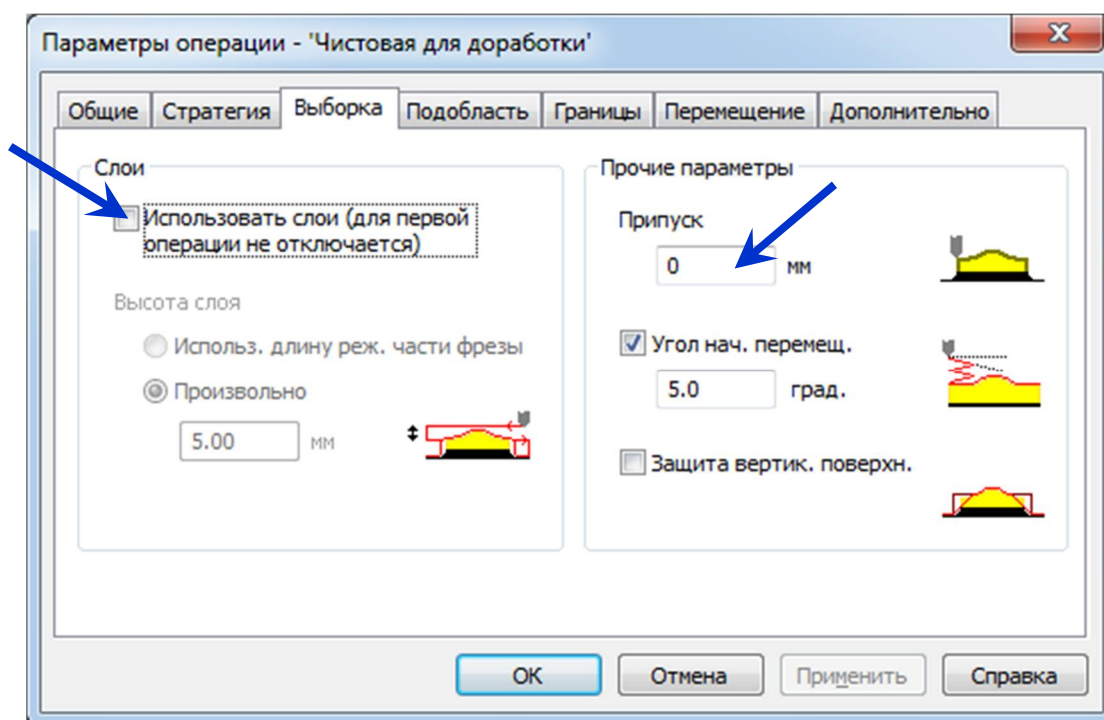
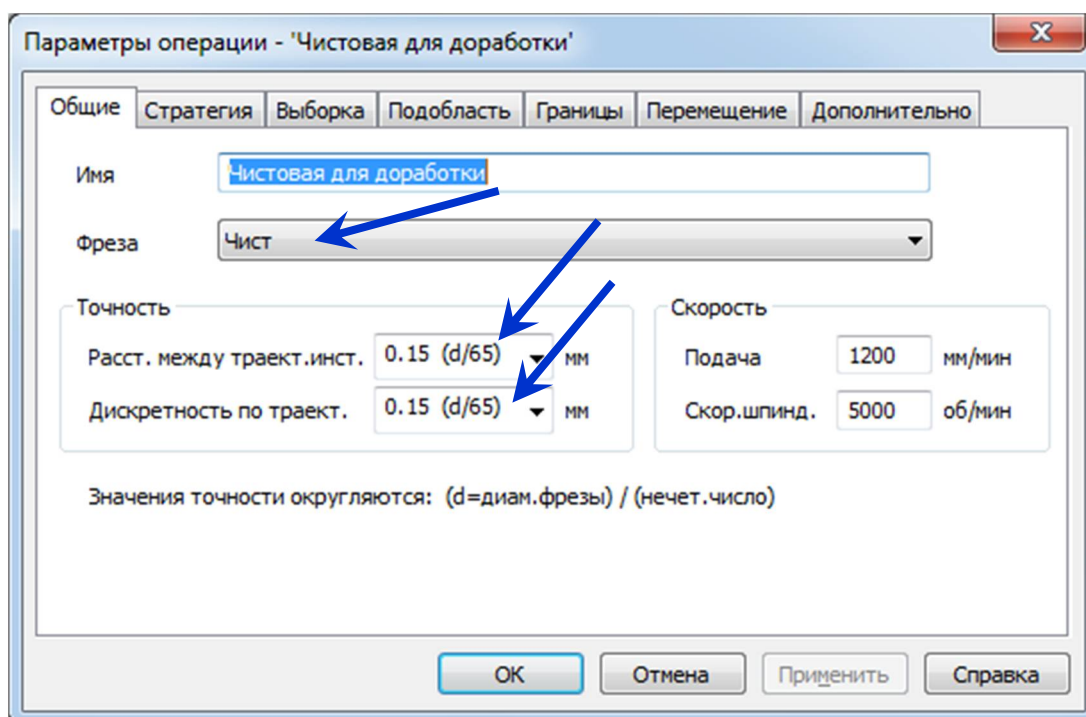
Копируем вторую по счету **Выборку** в дереве проектов и называем ее **Чистовая для доработки**:



В результате дерево проектов выглядит так:

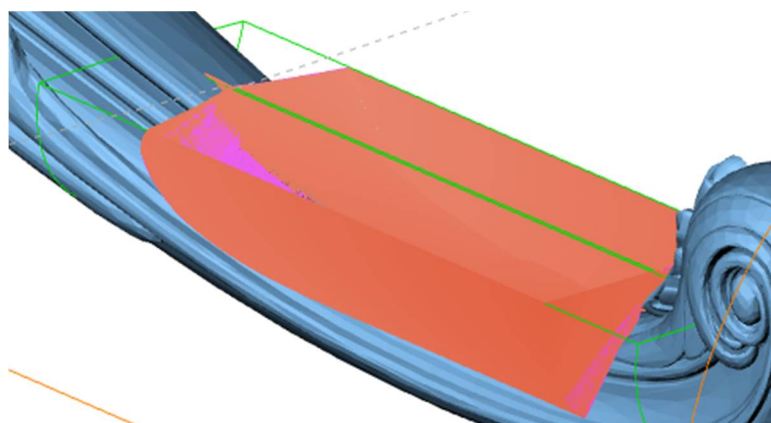


Кликаем по стратегии **Чистовая для доработки** и следуем по картинкам:



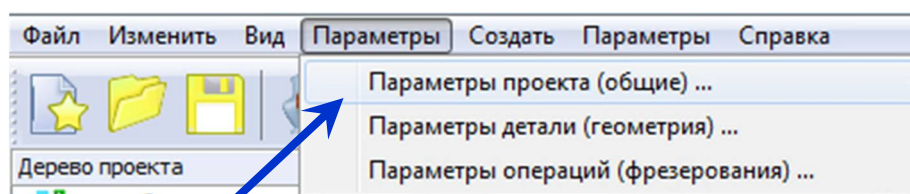
Нажимаем: **Применить**, **Ок**.

В результате у нас получается вот такая заготовка (зеленые линии) и при пересчете **Выборки** – такая чистовая траектория на экране:

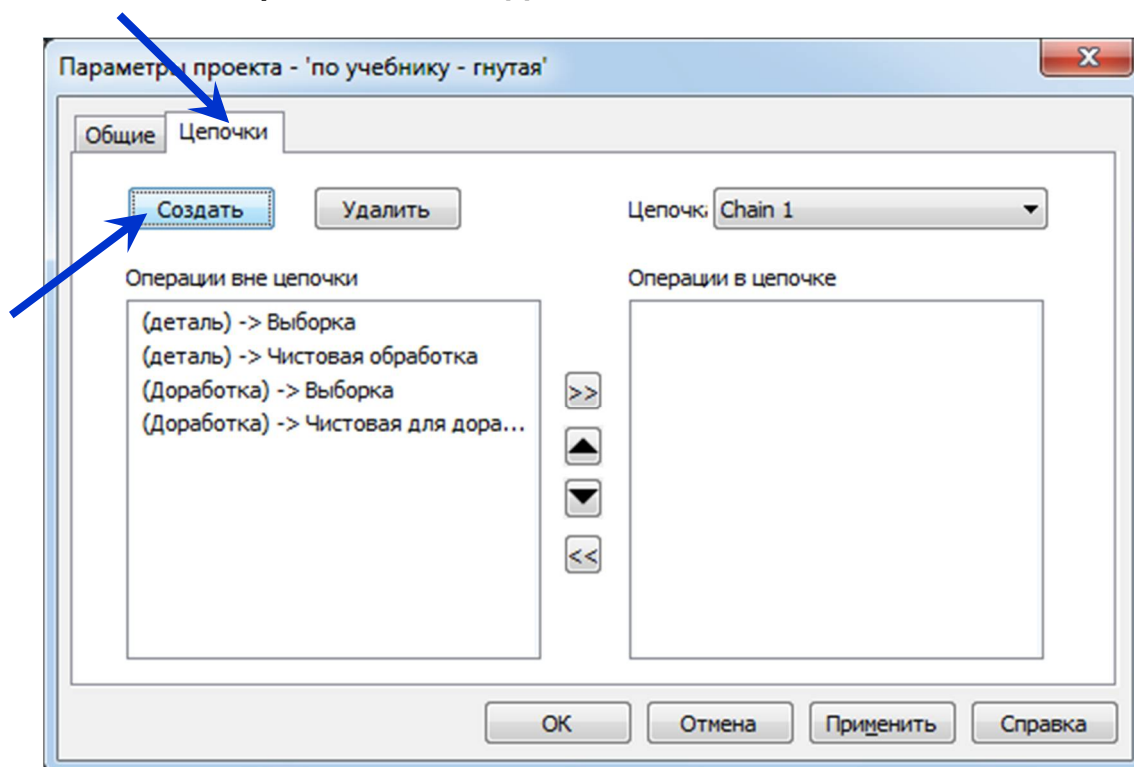


Последний шаг - Собираем в правильной последовательности УП

Нажимаем в верхнем меню первые **Параметры** и выбираем **Параметры проекта (общие):**



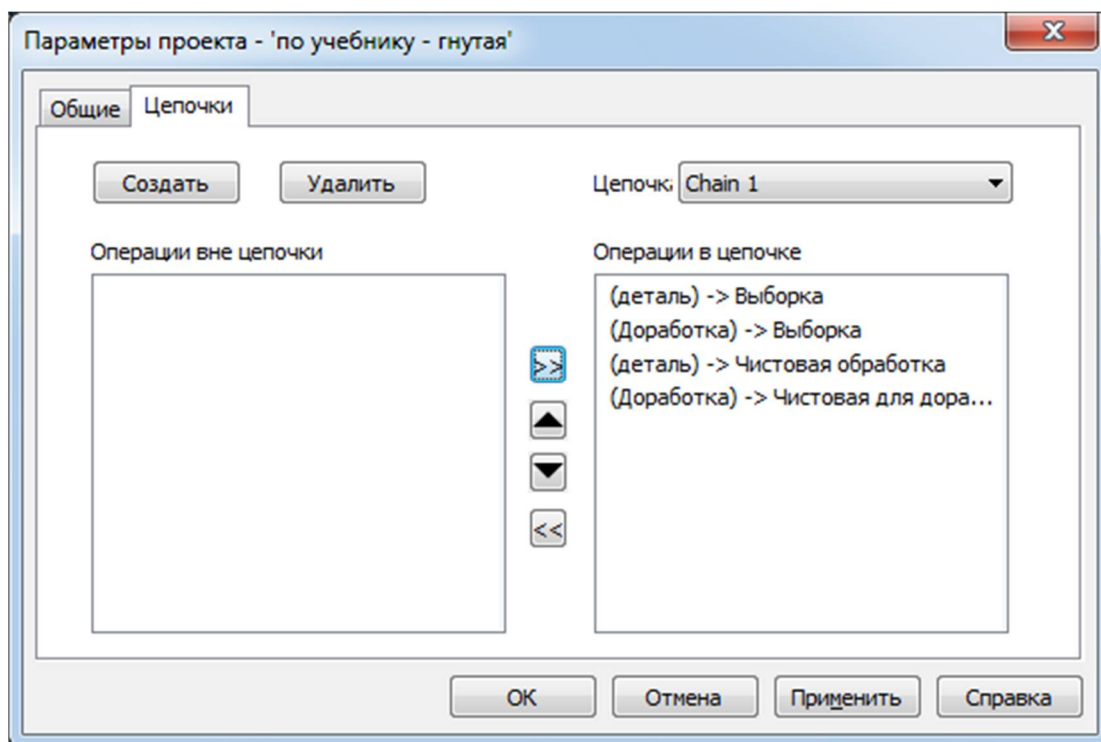
Нажимаем **Цепочки** и **Создать**:



Выделяем операцию слева и нажимаем стрелку **Вправо >>**

Группируем черновые с черновыми и чистовые с чистовыми.
Операции **Детали** должны быть выше операций **Доработка**.

Правильная последовательность такая:

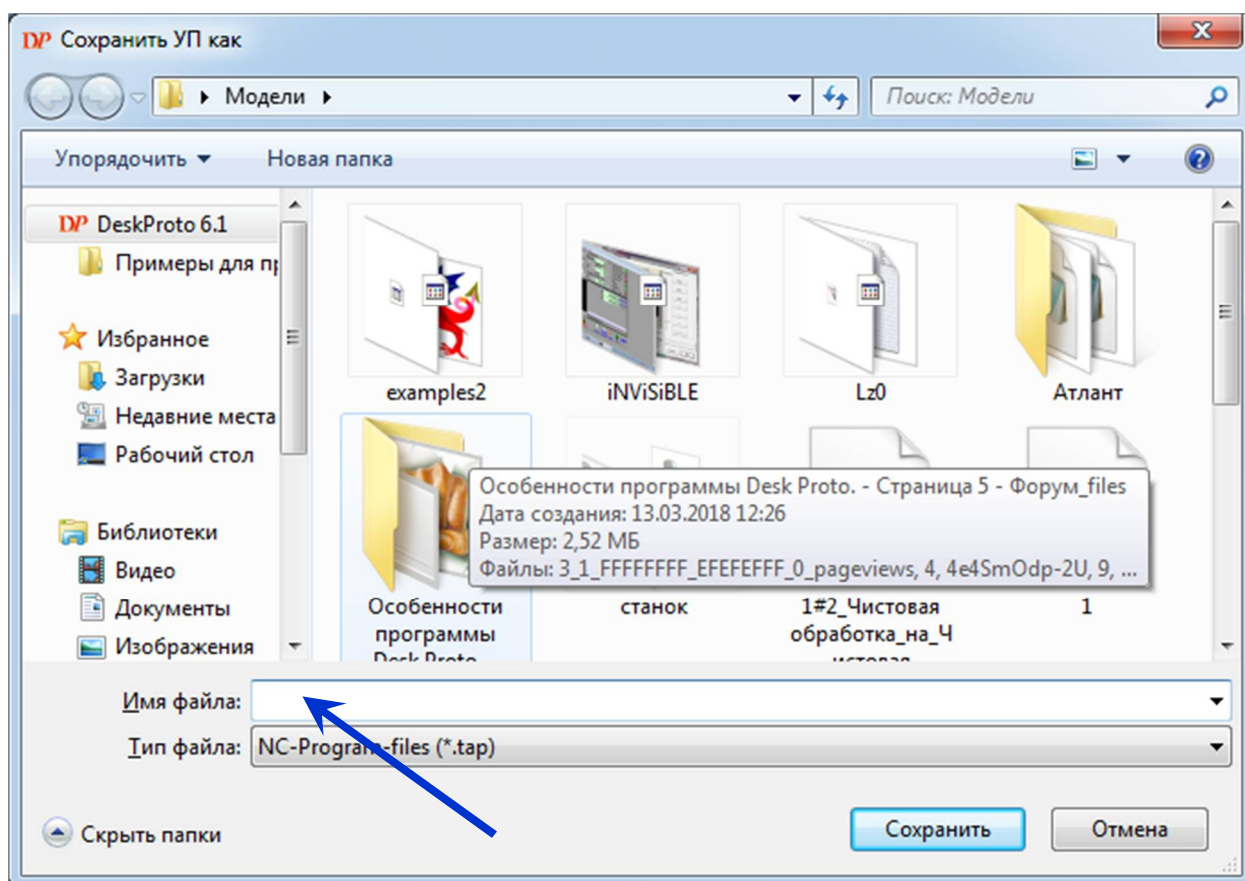


Нажимаем: **Применить, Ок.**

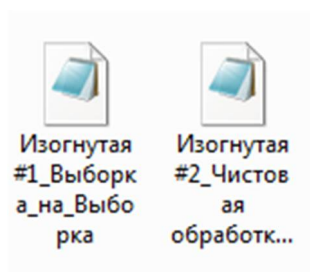
Выбираем в верхнем меню **Создать** и **Запись файла УП.**

Вводим название стратегии.

Нажимаем: **Применить, Ок.**



В результате у нас всего 2 файла – в первом 2 объединенные черновые стратегии, во втором 2 объединенные чистовые стратегии:



Объединение происходит по одинаковым инструментам.

Все действия в программе **Mach3** аналогичны предыдущему уроку – см. пункты 28-33.

Для того, что бы набить руку, рекомендую выполнить этот урок 2-3 раза раз. Затем потренируйтесь на другой модели **Декоративный лев.stl**

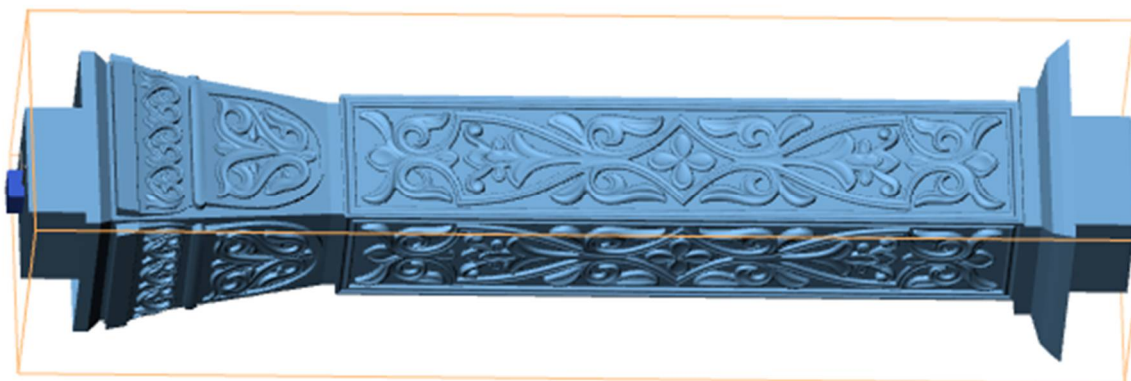


УРОК 3. Обработка с нескольких сторон на поворотной оси в автоматическом режиме (индексная обработка)

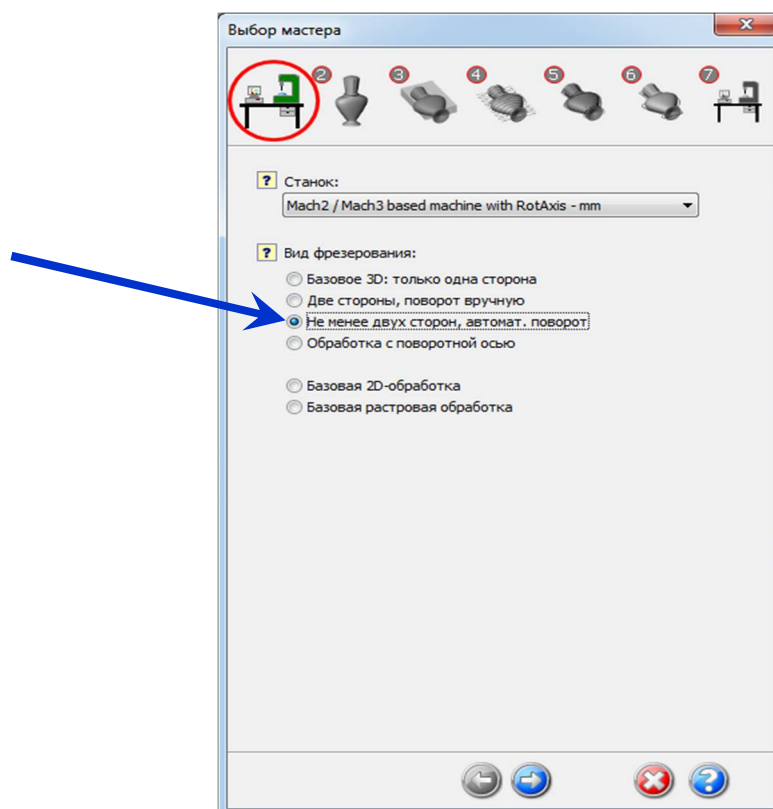
Предполагается, что вы выполнили предыдущие уроки. В этом уроке базовые вещи повторяться не будут.

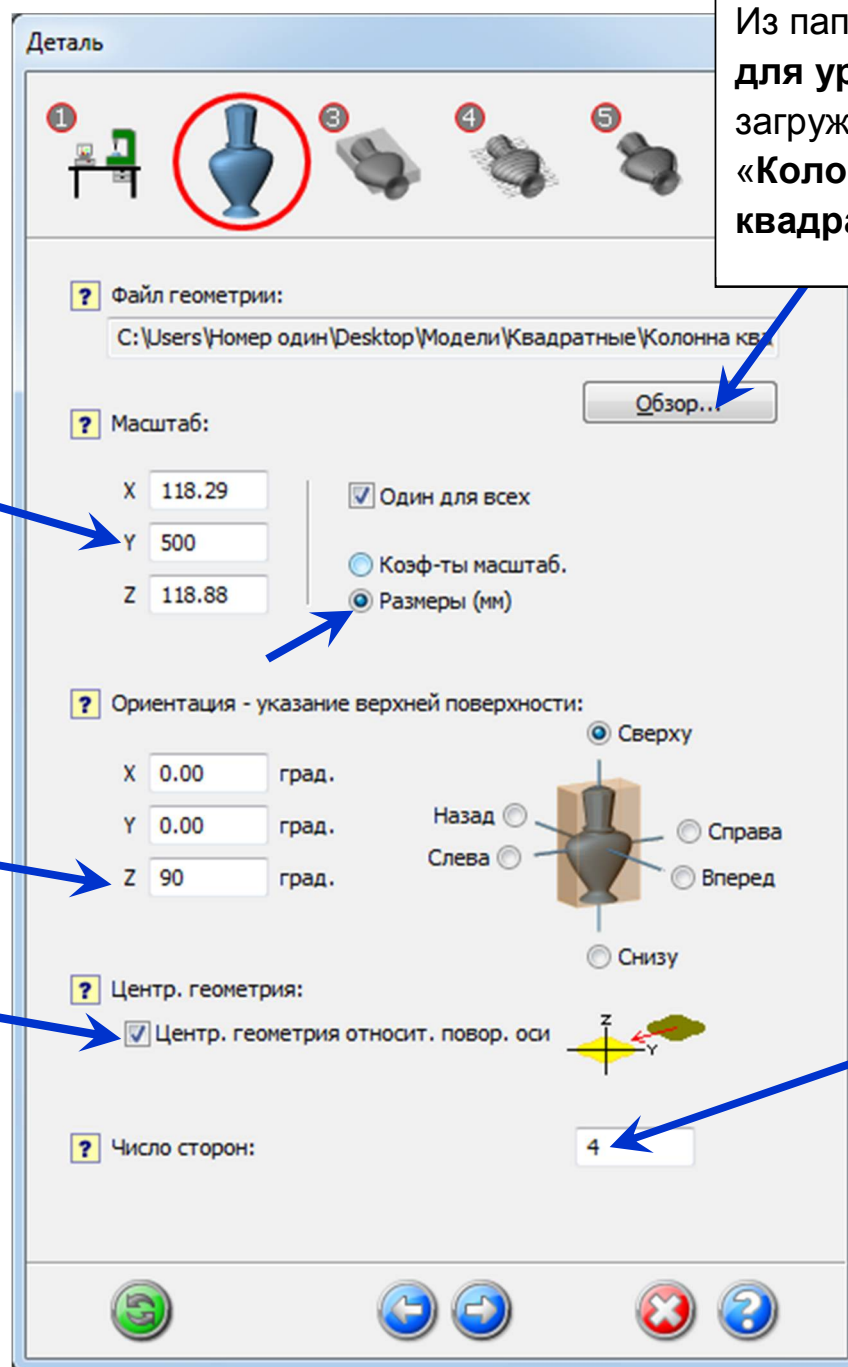
Урок 3.1 Обработка квадратной колонны с 4-х сторон

Будем обрабатывать вот такую колонну:



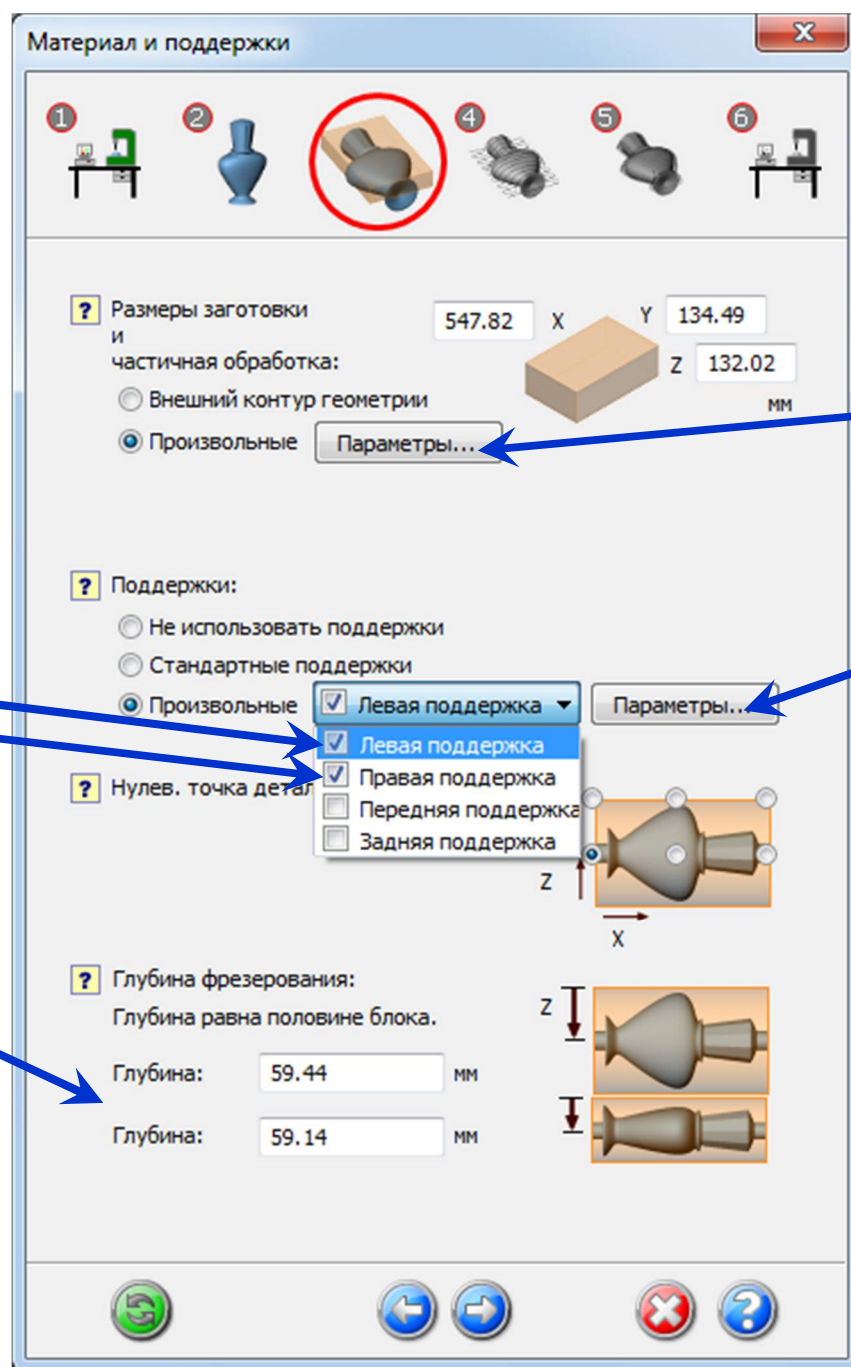
1. Выполним в верхнем меню программы: **Файл – Мастер запуска – Не менее двух сторон, автомат. поворот:**





Из папки «**Модели для уроков**» загружаем файл «**Колонна квадратная.stl**»

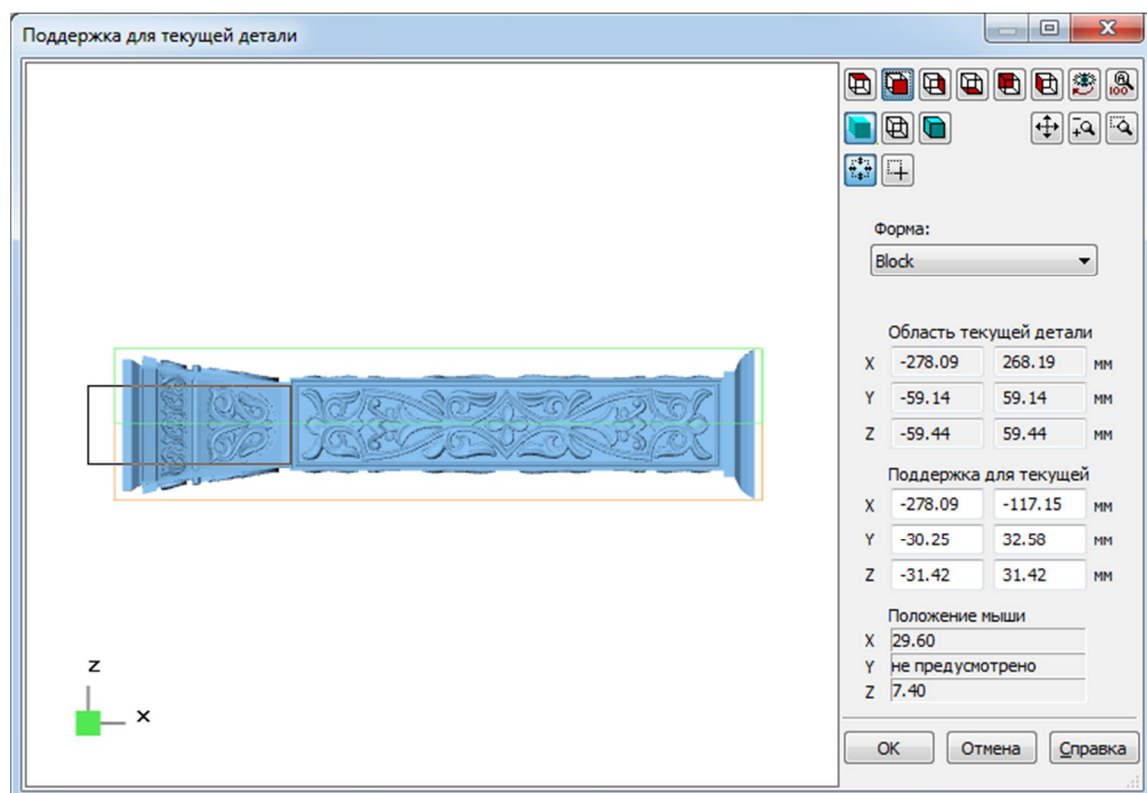
Впечатываем длину будущей модели, например 500мм



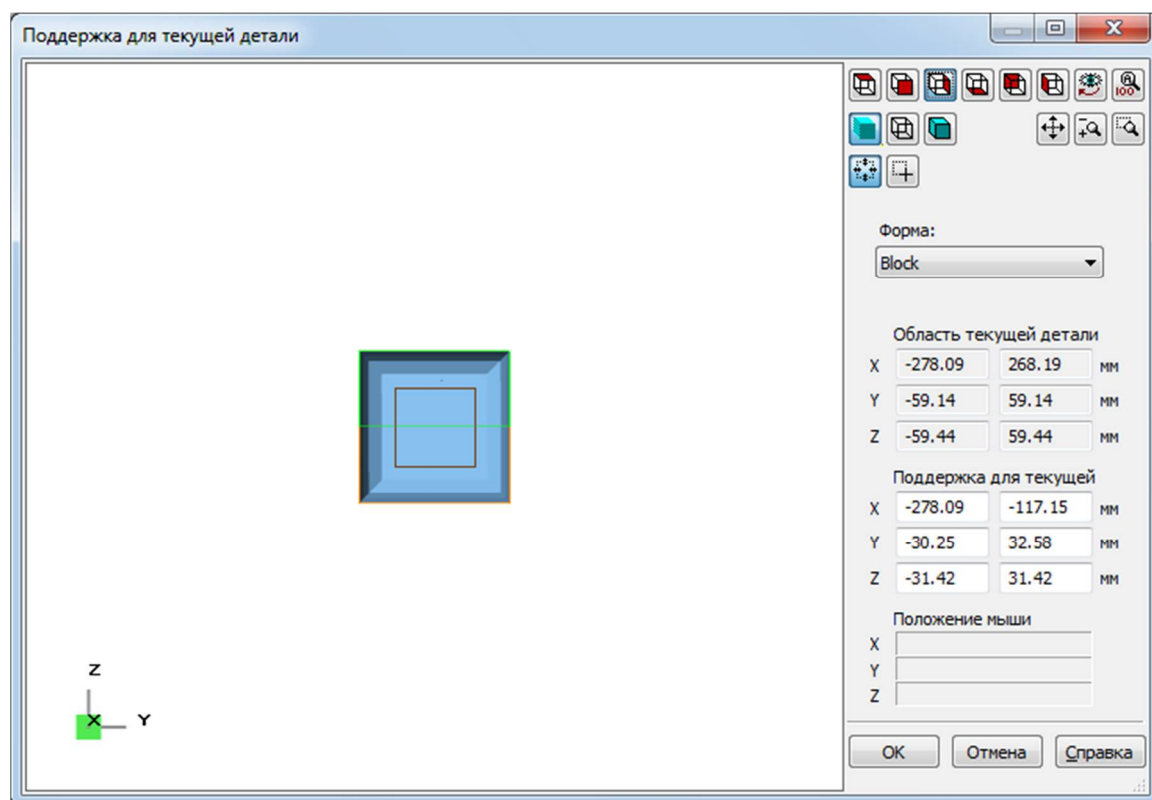
1 шаг –
делаем
поддержки,
затем задаем
размеры
заготовки
выше

Значения
шлубины
фрезерования
будем
править после
создания
траекторий по
сторонам

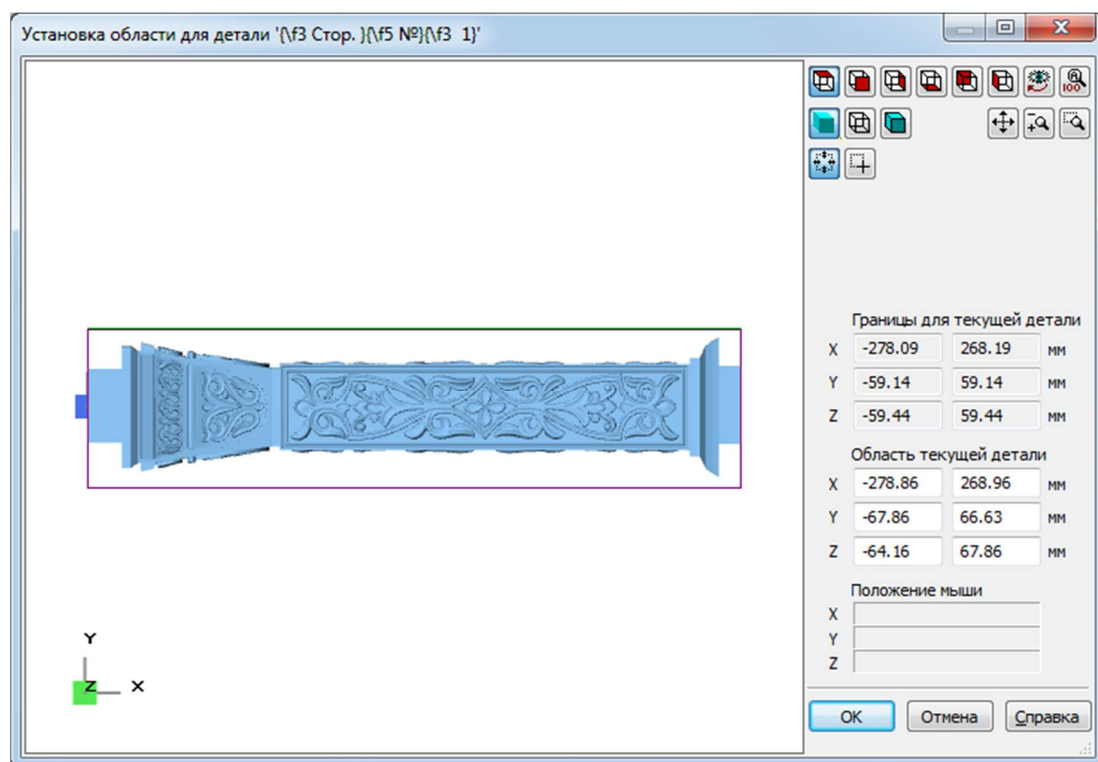
Шаг 1. Делаем поддержки: **Левая поддержка** - Правая аналогично
(Вид сверху и спереди):



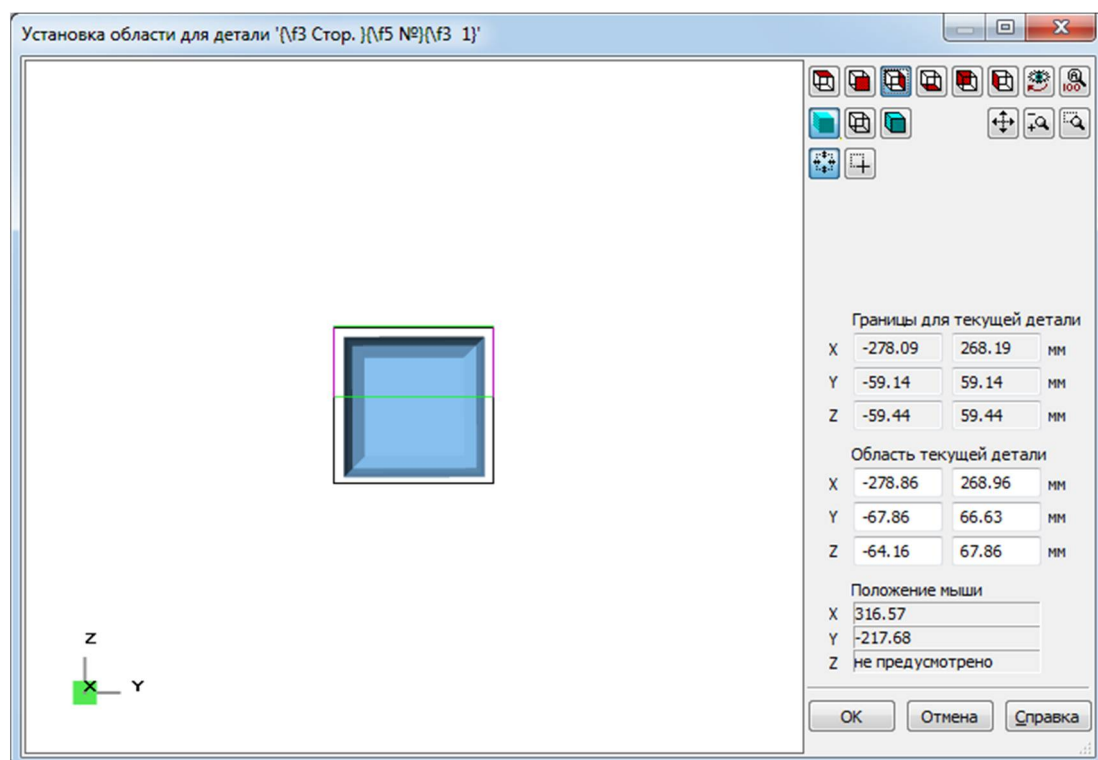
Вид сбоку



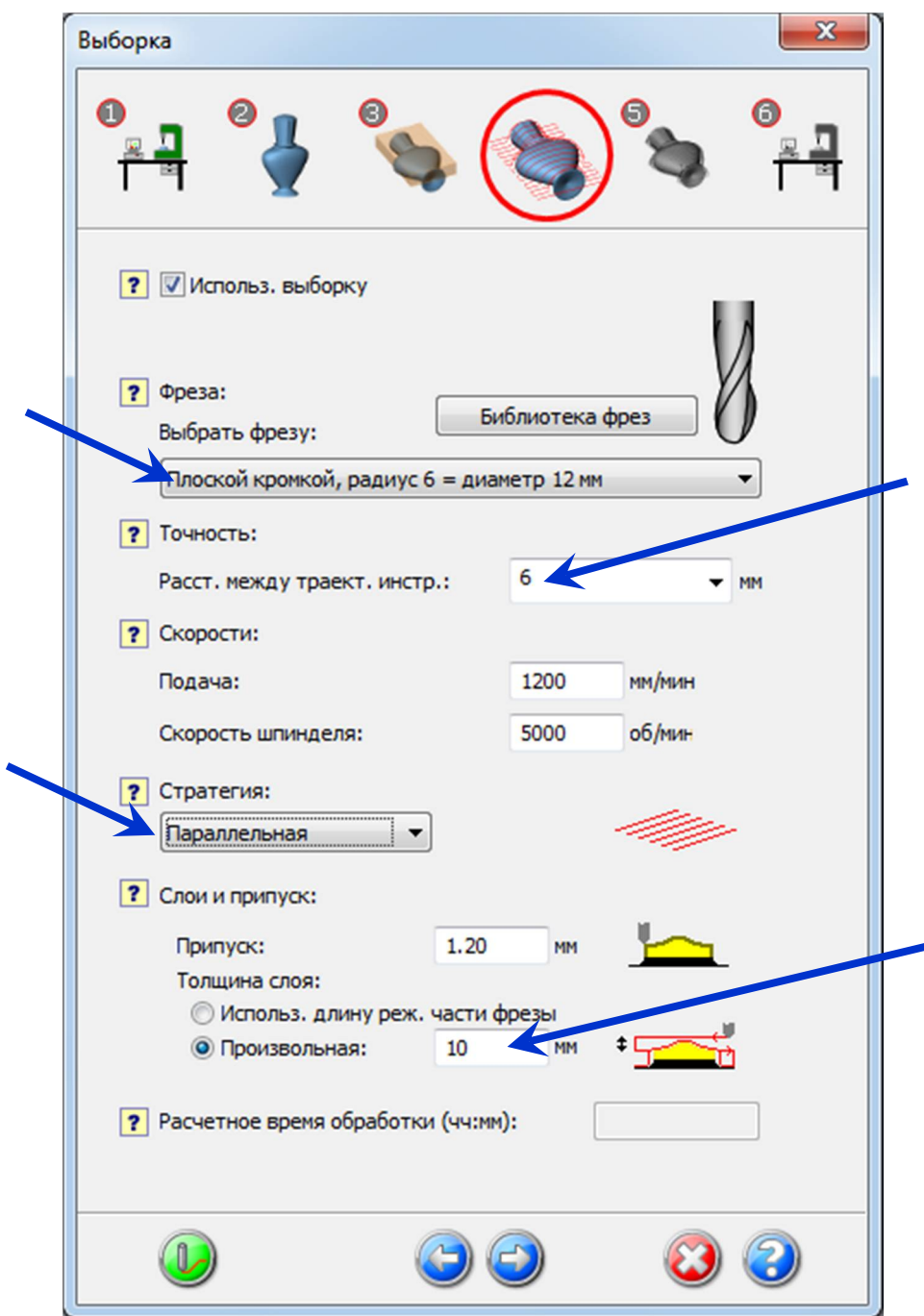
Шаг 2. После конфигурации поддержек задаем **Размеры заготовки**
(Вид сверху и спереди)



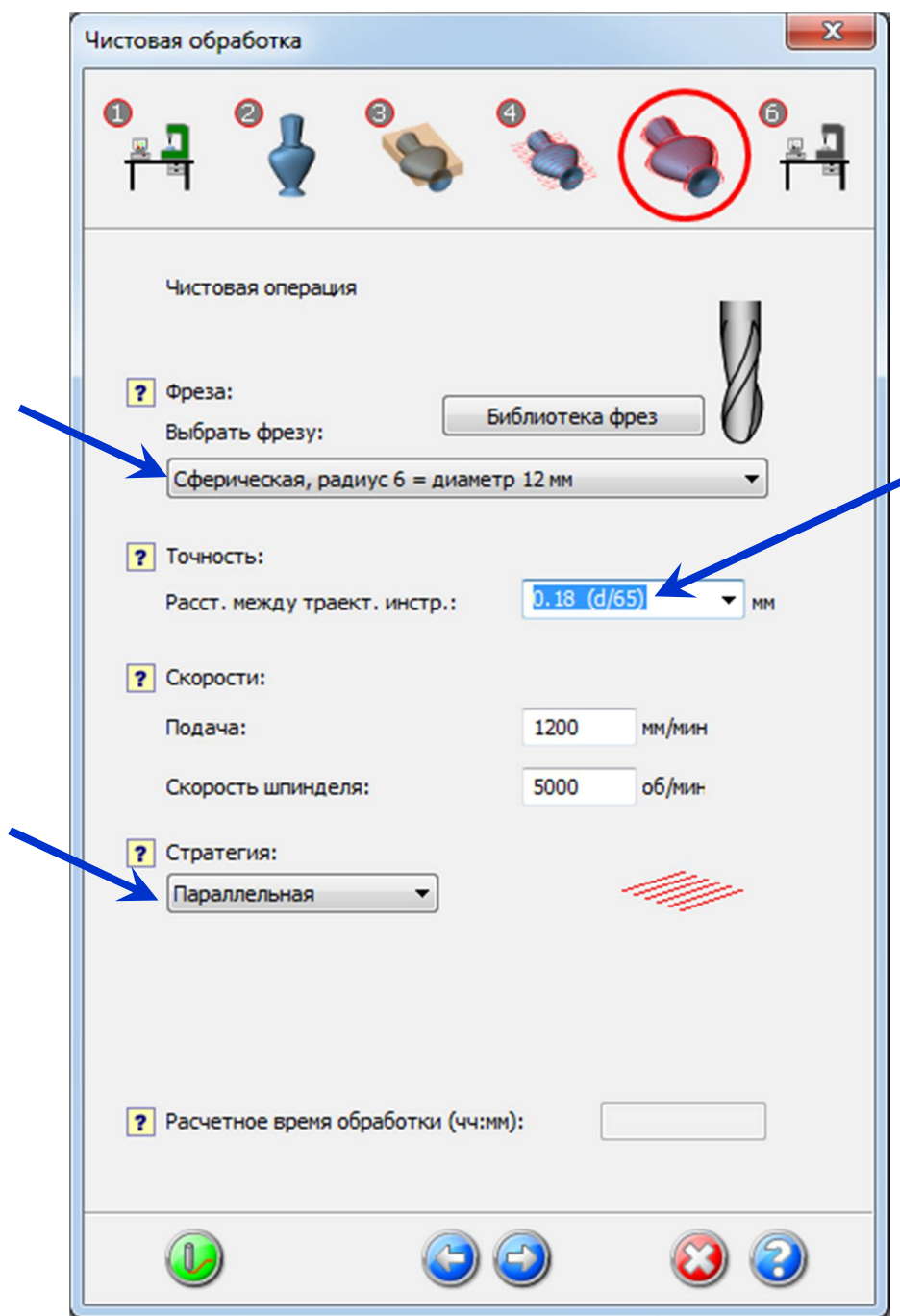
Вид сбоку



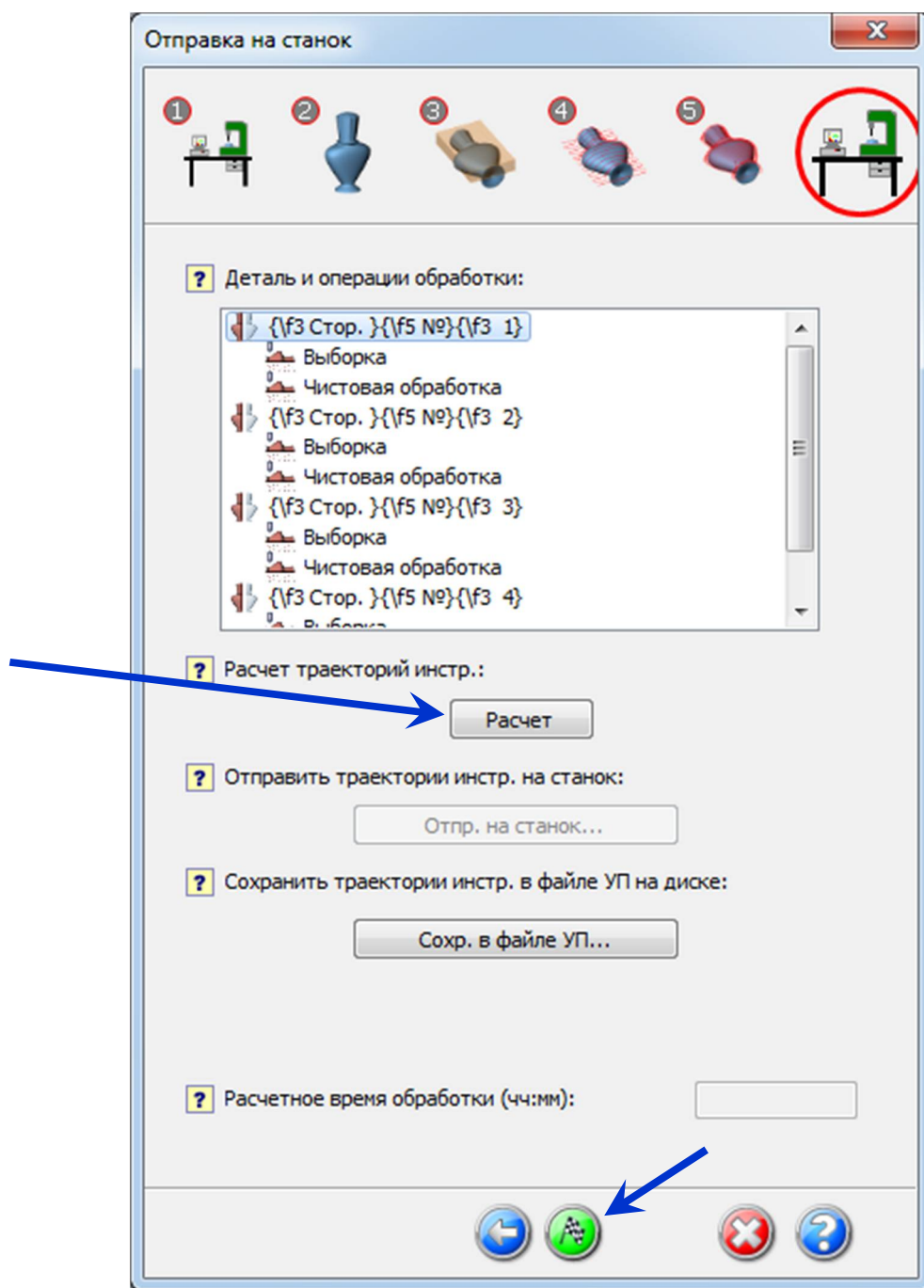
В следующем окне задаем **черновую обработку** сразу для 4-х сторон модели:



В следующем окне задаем **чистовую обработку** сразу для 4-х сторон модели:



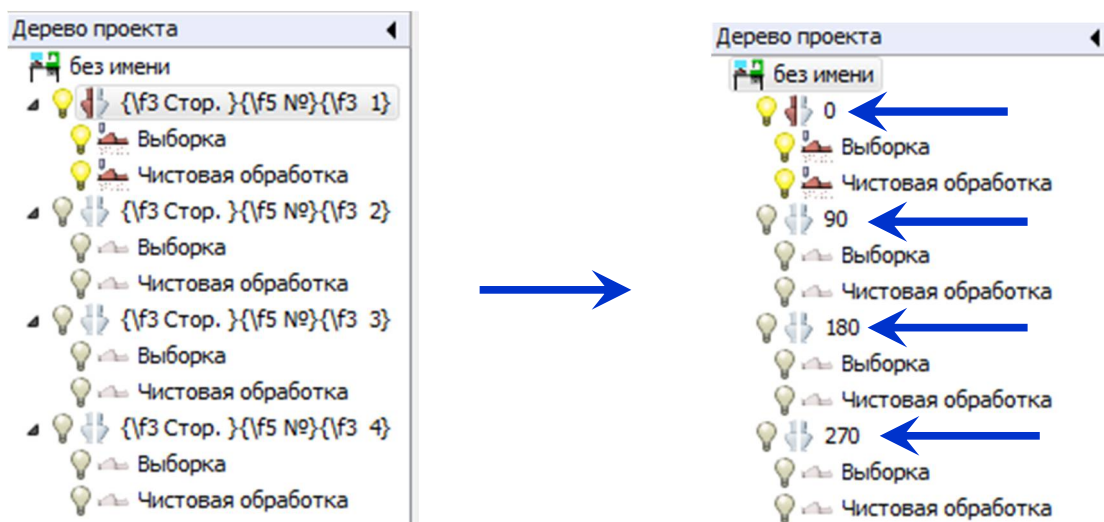
В последнем окне мастера запуска появился автоматически созданный список для 4-х сторон модели из черновых и чистовых операций:



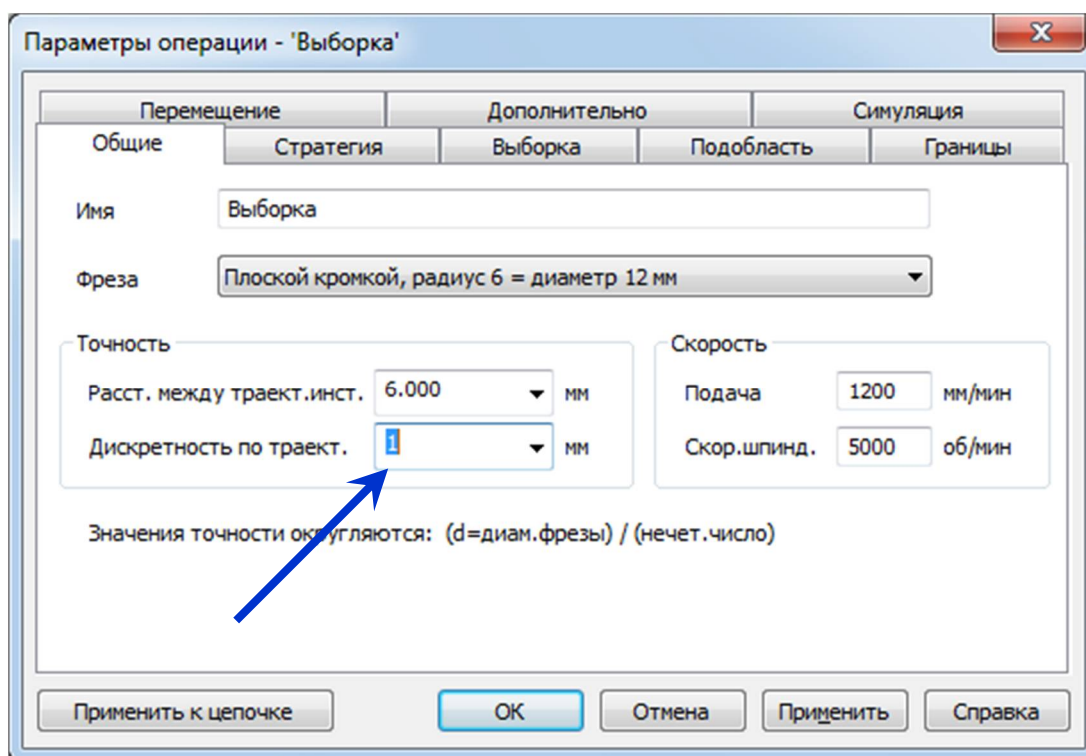
Нажимаем «**Расчет**» и затем круглую зеленую кнопку «**Финиш**».

Для удобства в **Дереве проектов** переименуем названия сторон/деталей ($\{f3 \text{ Стор. } \} \{f5 \text{ №} \} \{f3 \text{ 1} \}$) на более понятные, привязанный к углу поворота модели:

- 0
- 90
- 180
- 270 градусов



В Дереве проектов открываем **Выборку** делали «0» здесь и еще в трех оставшихся ориентациях детали исправьте значение 6мм на 1мм дискретности по траектории:



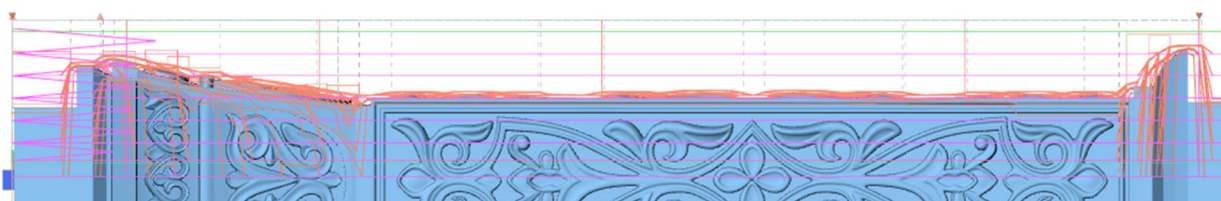
Во вкладке **Подобласть** выбираем делаем **ОЧЕНЬ ВАЖНУЮ ВЕЩЬ!!!**

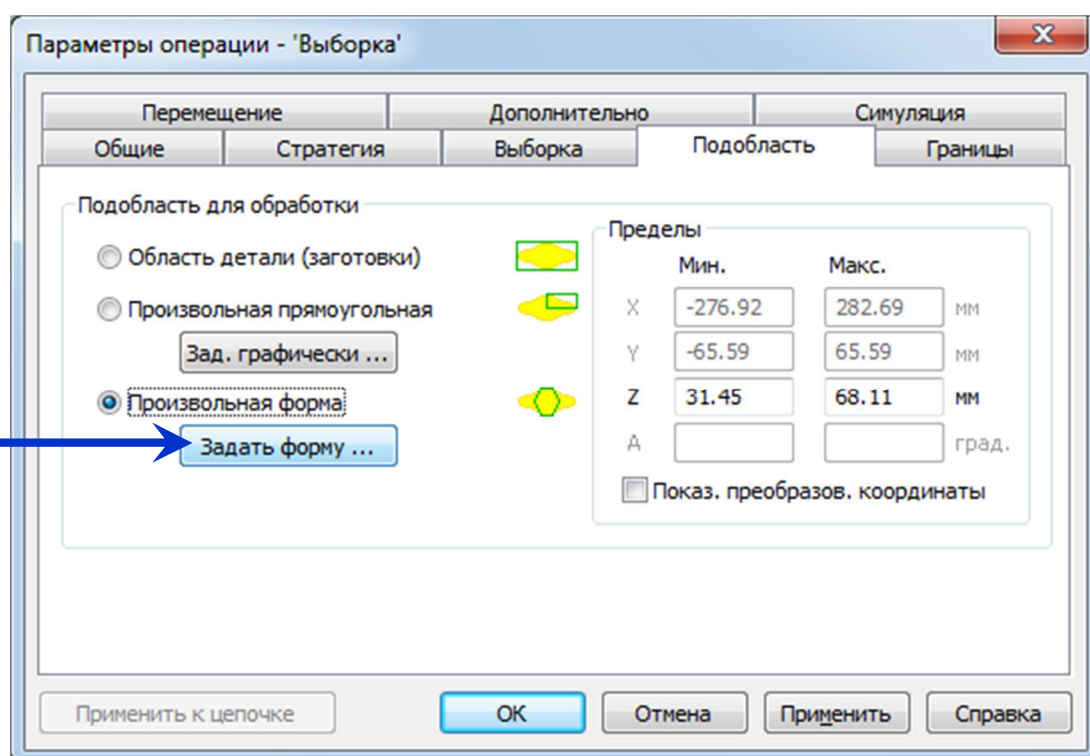
ВАЖНО: Ограничиваем максимальную глубину обработки – чтобы фреза не трогала боковые стенки, а обрабатывала только те, которые видно сверху. Если фреза будет касаться при чистовой обработке боковых стенок (вертикальных), на окончательных поверхностях деревянного изделия все равно будут видны следы и нужно тратить время, что бы их убирать. Поэтому сразу ограничим движение фрезы по глубине!!!

Надо вот так:

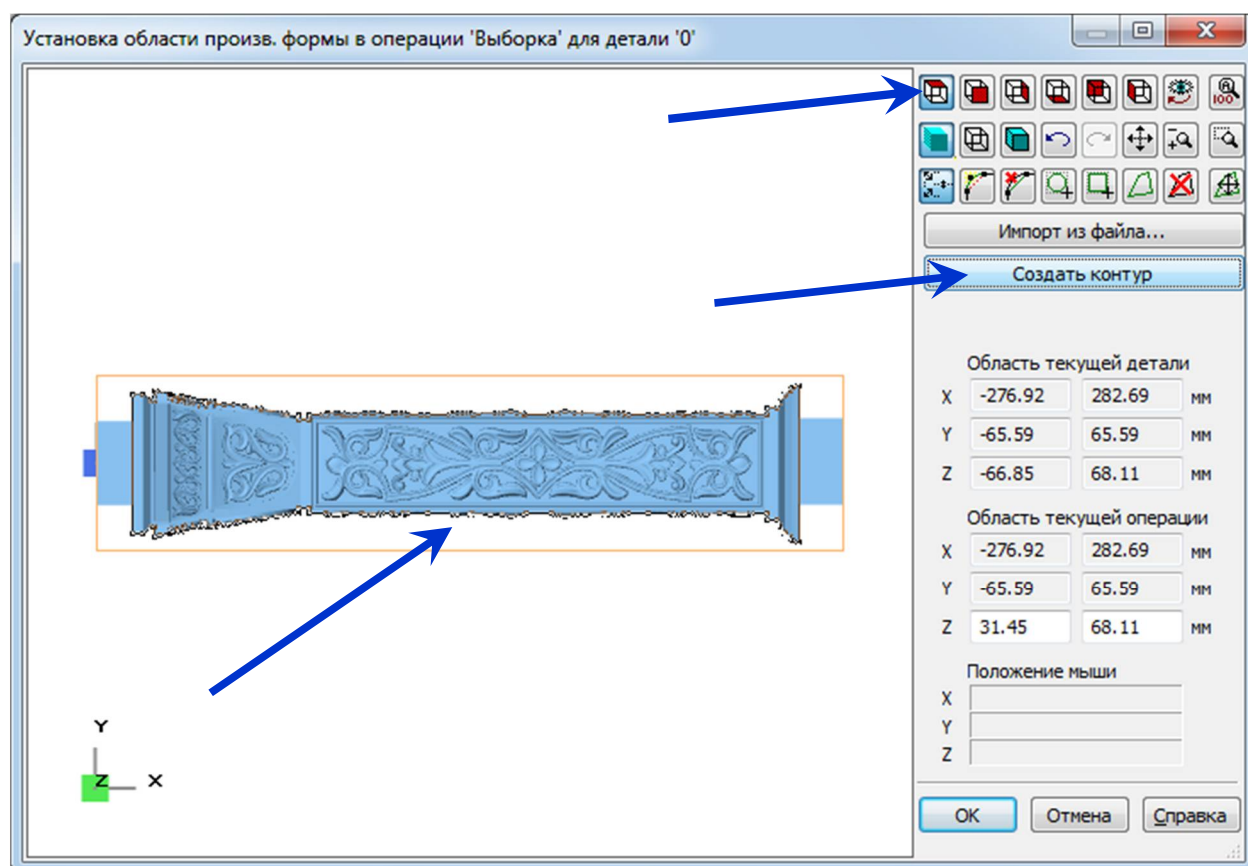


Но **НЕ** так!!!:

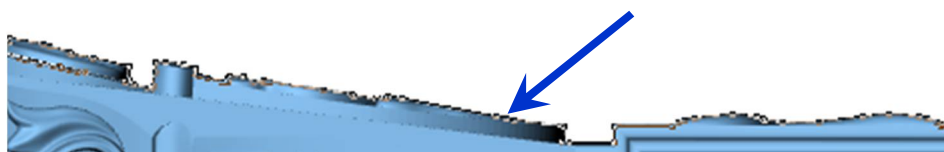




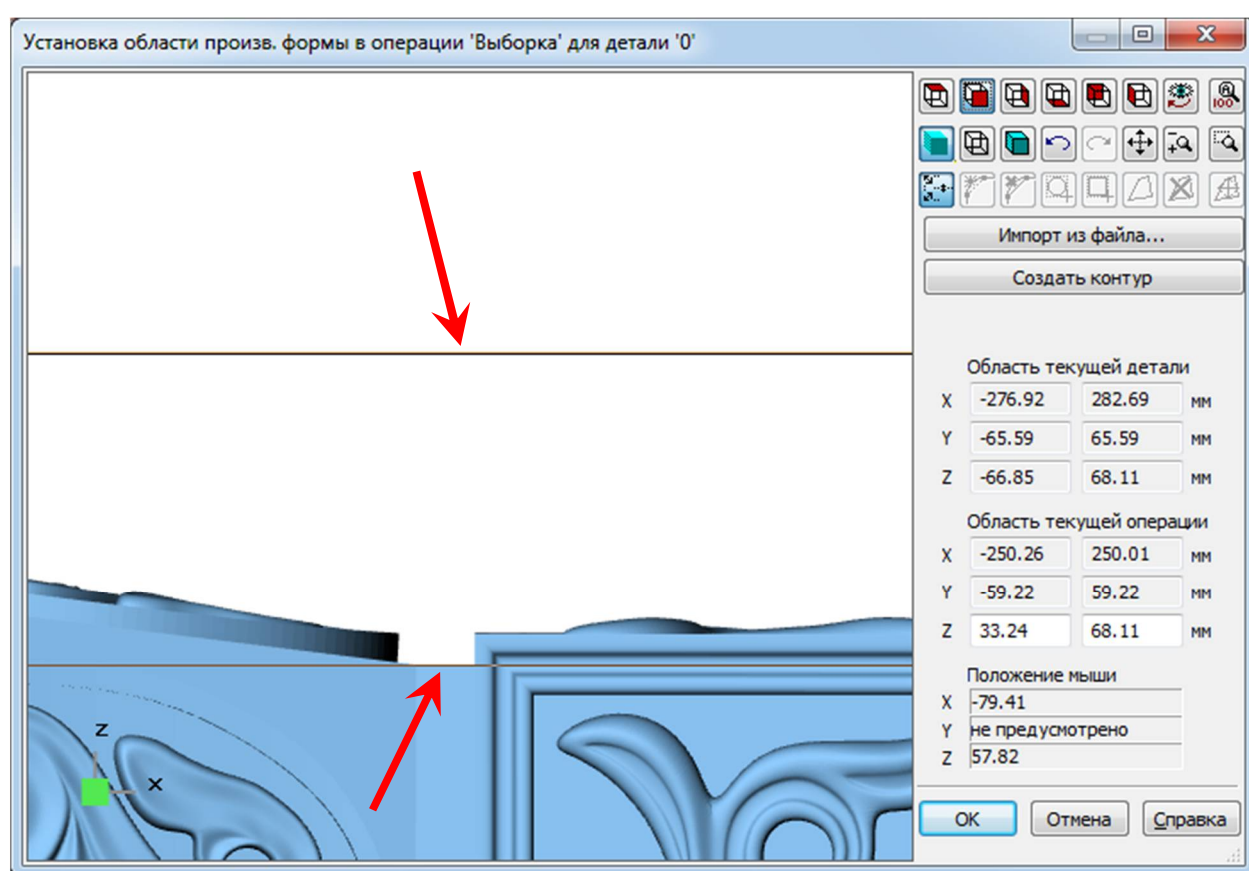
Нажимаем на **ВИД СВЕРХУ** в окне «Установка области произвольной формы» и **Создать контур**



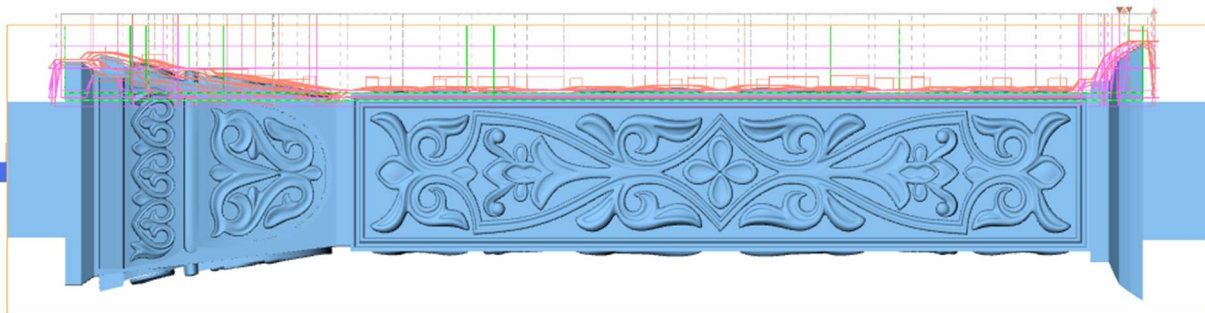
В результате модель автоматически объедется по периметру, создав ограничение для хода фрезы.



На **ВИДЕ СПЕРЕДИ** ограничим макс глубину для фрезы, подвинув нижнюю крайнюю часть заготовки и сравняв ее с нижней поверхностью, которую видно сверху:

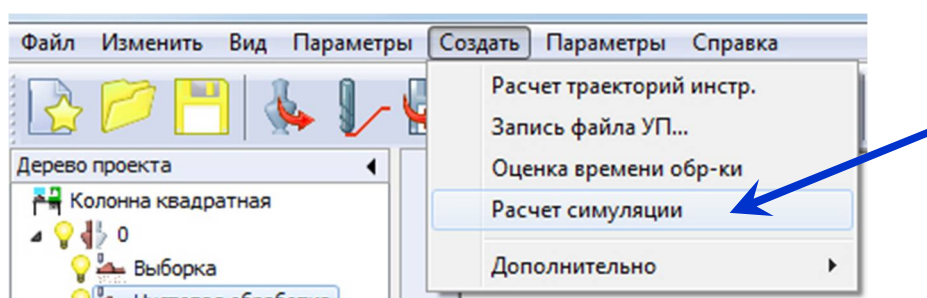


Таким образом, и черновая и чистовая обработка будет затрагивать только те поверхности, которые видно сверху, что нам в идеале и надо:

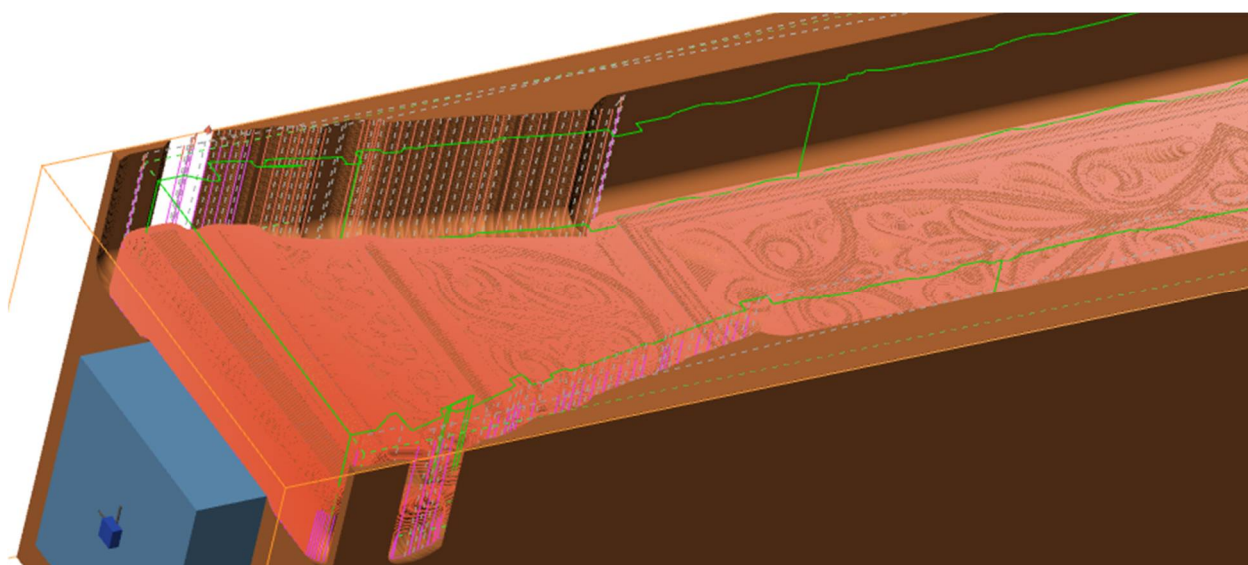


Действия по ограничению движения фрезы на вкладках **ПОДОБЛАСТЬ** сделайте для всех остальных 7 стратегий.

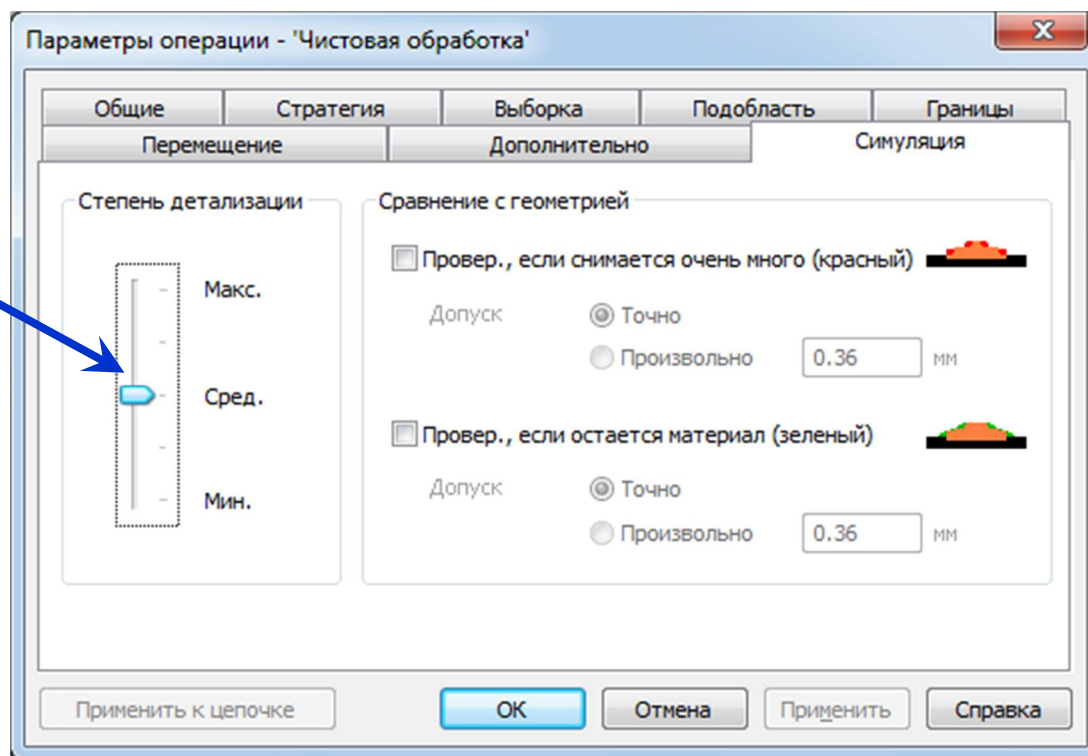
Для индексной обработки доступна симуляция. Запустим ее, выбрав в верхнем меню **Создать** -> **Расчет симуляции**



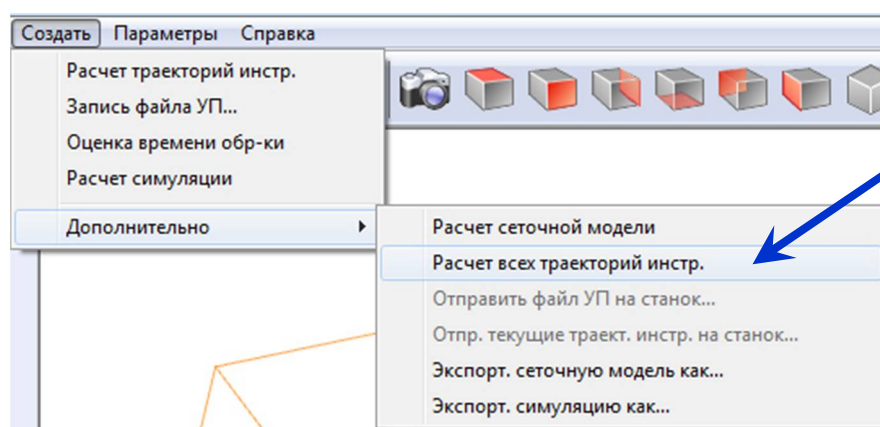
После расчета мы увидим на экране, как будет выглядеть наша модель после обработки с текущими технологическими параметрами.



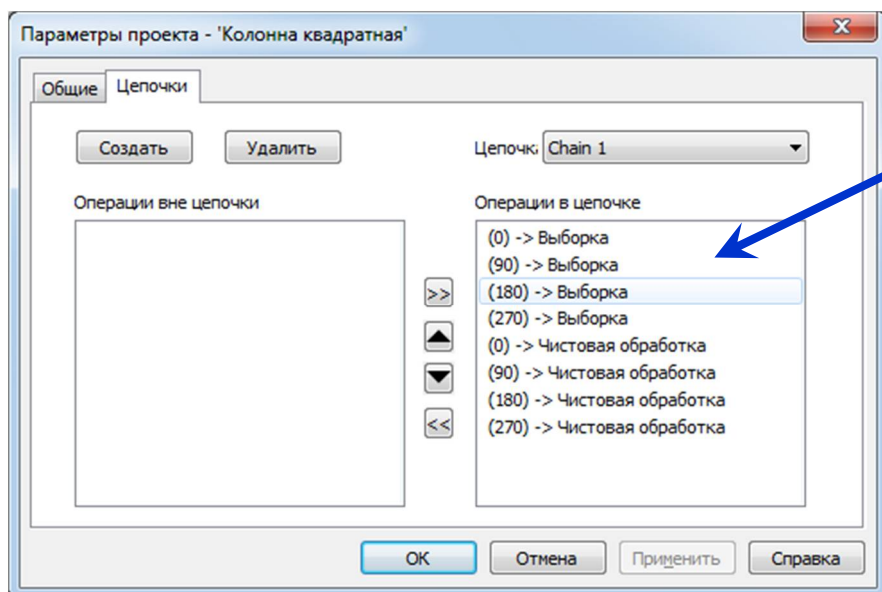
В параметрах каждой из стратегий во вкладке **СИМУЛЯЦИЯ** вы можете настраивать степень детализации, с которой будет произведена компьютерная симуляция:



Обновим все созданные траектории (пересчитаем их, если в этом есть необходимость). Нажмем: **Создать – Дополнительно – Расчет всех траекторий инстр.**

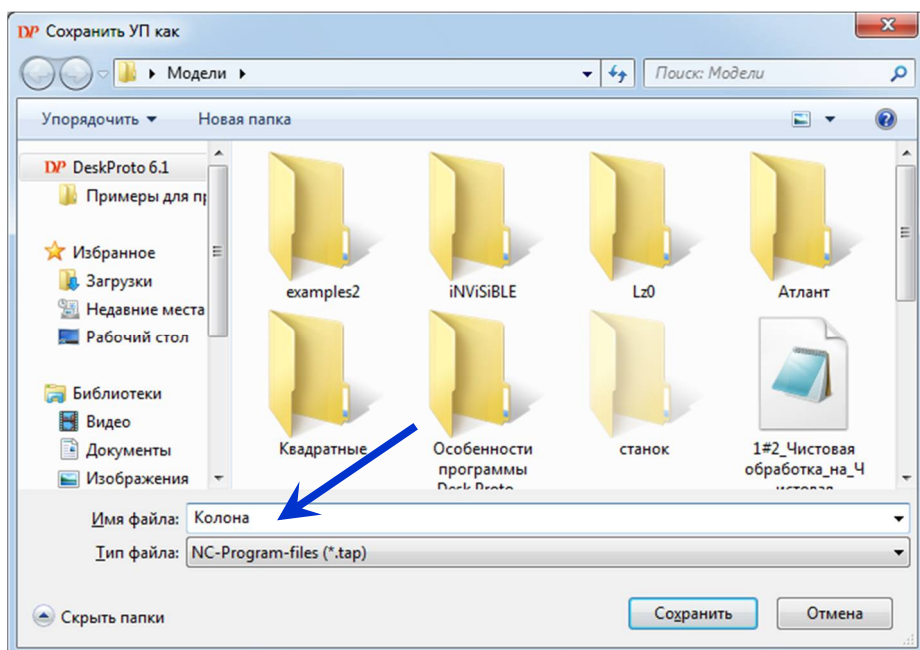


Финальную последовательность стратегий в будущей УП можно посмотреть в **Параметры (первые) – Параметры проекта (общие) – Цепочки**:



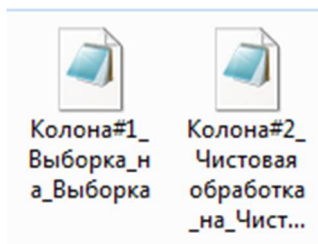
Сохранение УП: **Создать -> Записать файл УП**

Введем имя УП:



Нажмем «Сохранить», затем «Да».

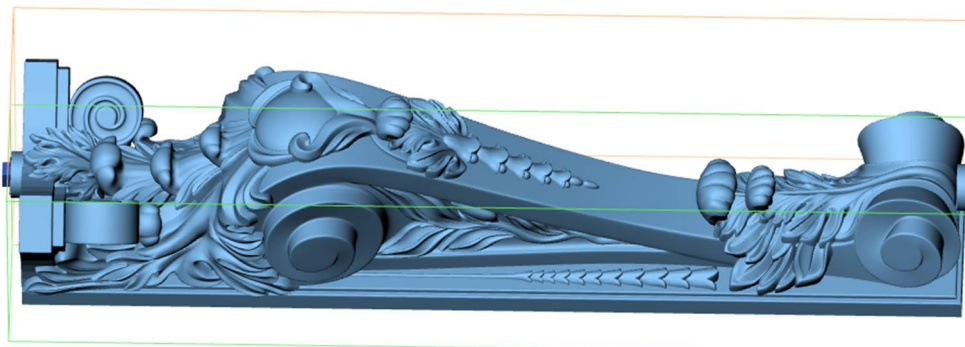
В результате мы получим сразу 2 файла УП по количеству используемых инструментов и соотв. Разбитие на черновую и чистовую обработку:



Все действия в программе **Mach3** и настройка станка осуществляется аналогично, что и в **УРОКЕ №1** (см. пункты 28-33)

Урок 3.2 Обработка кронштейна с 3-х сторон

Будем изготавливать вот такой кронштейн:

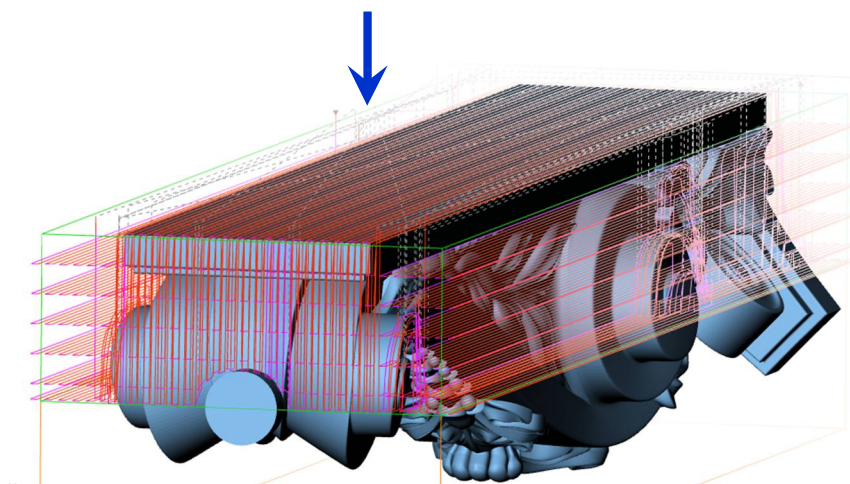


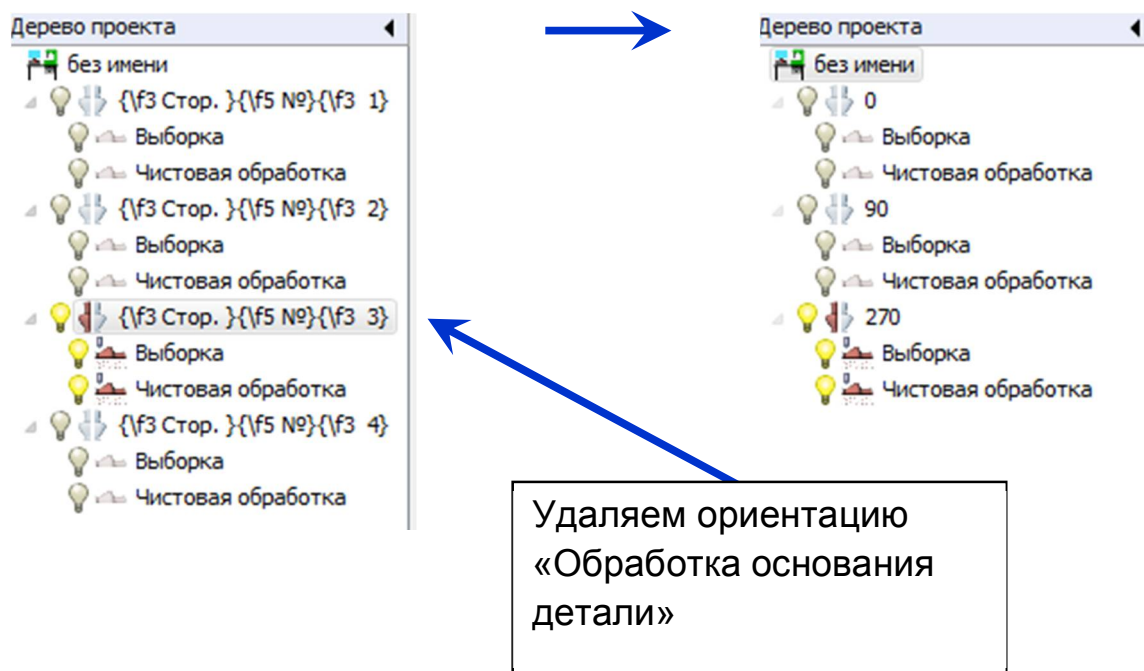
Загрузим из папки **Модели для уроков** файл **Кронштейн.stl**.

Делаем все те же действия, что и в Уроке 3.1

Но есть 1 нюанс!

Если у вас заготовка круглого сечения – то обрабатываем с 4-х сторон. Если заготовка прямоугольного сечения – можно удалить в дереве проектов одну из 4-х ориентаций (0, 90, 180, 270 град) – ту, когда фреза обрабатывает основание модели).





Далее по мотивам, что и в Уроке 3.1

Урок 3.3 Обработка ручки ножа с 2-х сторон

Будем изготавливать вот такую ручку ножа:



Файл **Ручка для ножа.stl**

Делаем все те же действия, что и в Уроке 3.1, но в Мастере запуска ставим **Число сторон – 2**.

УРОК 4. Гравировка и обработка по векторам

УРОК 5. Обработка по фоторграфии (по растровому изображению)

– см. pdf документ «**Уроки 4-5 от официального разработчика программы**», стр. 75 и 85 соответственно