Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»

Методические указания к лабораторной работе

Проектирование операций обработки на фрезерных станках с ЧПУ

К.т.н., доцент Л.И. Мартинова

Аспирант Н.Н.Фокин

Москва 2017

Лабораторная работа №4.
Составление управляющей программы обработки заготовки на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ

Цель работы: получить навыки программирования фрезерной обработки на станках с числовым программным управлением.

Задачи:

1) изучить основы фрезерной обработки на станках с ЧПУ;
2) ознакомиться с программным обеспечением для управления и программирования фрезерной обработки;
3) разработать расчетно-технологическую карту для выполнения операции;
4) составить управляющую программу (УП) для изготовления детали (по заданию).

Необходимое обеспечение:

Персональный компьютер, программное обеспечение для управления и программирования токарной обработки Siemens 840Dsl Shopmill для ПК (Sinutrain 4.7).

1. Основы фрезерной обработки

Фрезерная обработка предназначена для изготовления деталей типа корпусов, фланцев и т.п. Обработка выполняется путем резания заготовки (съема стружки) инструментом. При обработке вращается заготовка (кроме случаев обработки внеосевых отверстий приводным инструментом на токарно-револьверных станках).

Процесс механической обработки заготовок на токарных станках с числовым программным управлением осуществляется в результате рабочих движений заготовки и инструмента, а точность получаемых при этом размеров определяется точностью расположения вершины резца относительно оси вращающейся заготовки.

Основными технологическими параметрами, используемыми при обработке заготовки резанием являются: частота вращения шпинделя (n), скорость резания (v), подача режущего инструмента (s).

При выполнении данной работы можно придерживаться следующих значений технологических параметров:

Параметр	Черновое точение	Чистовое точение
n	500…600 об/мин	1000…1500 об/мин
v	150…200 м/мин	300…350 м/мин
s	0,2..0,25 мм/об	0,05 мм/об

2. Система координат и базовые точки токарного станка

На фрезерном станке с числовым программным управлением (ЧПУ) ось Z совпадает с осью шпинделя станка.

Движение по оси Z, как и по оси X в положительном направлении соответствует направлению отвода инструмента от заготовки.

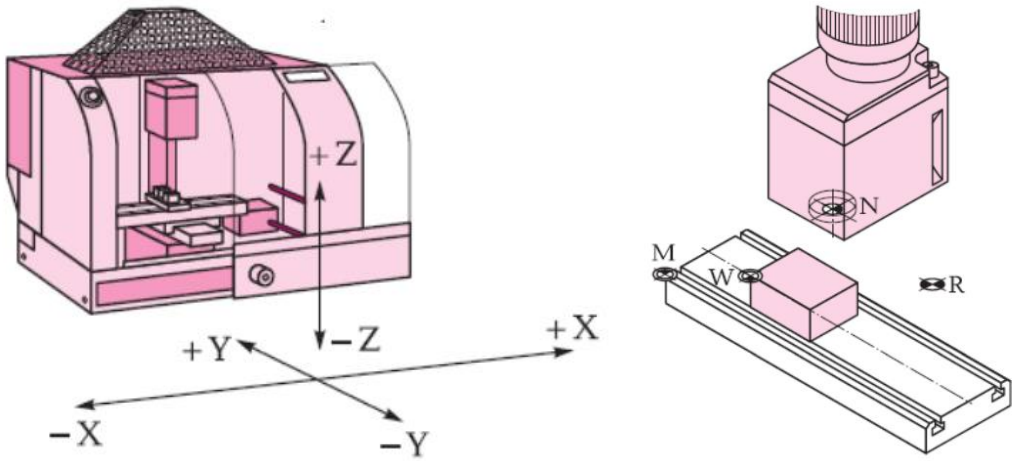


Рис. 1. Система координат и нулевые точки на фрезерном станке

Нулевые (*базовые*) *точки станка* (см. рис. 1) необходимы, чтобы ориентироваться в системах измерений, имеющихся в зоне обработки станка, и составлять управляющие программы.

Существуют следующие базовые точки:

M — нулевая точка станка. Это неизменная базовая точка, устанавливаемая производителем станка. Относительно данной точки выполняются все размерные функции станка, а также эта точка является началом системы координат;

W — нулевая точка детали. Эта точка является исходной позицией для размерных функций программы. Она свободно устанавливается программистом и при необходимости может перемещаться к любой координате детали в пределах программы обработки;

N — базовая точка установки инструмента. Это исходная точка для выполнения размерной привязки инструмента, которая находится в определенной точке в системе резцедержателя и устанавливается производителем станка;

R — базовая, референтная точка. Это позиция в рабочей зоне станка, точно определяемая предельными выключателями. Позиции всех подвижных органов станка отображаются в системе управления посредством подвода к этой точке, что используется после каждого сбоя питания.

3. Краткие сведения из руководства по программированию

Управляющая программа (УП) - упорядоченная совокупность команд, последовательное выполнение которых приводит к движению инструмента

по заданной траектории детали на заданных режимах обработки с применением заранее обусловленных средств технологического оснащения, в том числе оборудования, приспособления и режущего инструмента, с получением требуемого контура.

Кадр управляющей программы - структурная единица УП, содержащая не менее одной команды. Каждый кадр УП считывается и обрабатывается системой ЧПУ как единое целое.

Система ЧПУ - электронное устройство, посредством которого обеспечивается управление металлорежущим станком или иным оборудованием на основе покадрового считывания и информации УП с технического носителя и преобразовании ее в управляющие импульсы, которые передаются на исполнительные органы оборудования.

4. Структура программы

В структуре программы используется программирование **ЧПУ** для станков в соответствии со стандартом **DIN66025**. Управляющая программа является последовательностью программных кадров, сохраненных в системе управления. При выполнении обработки детали эти кадры считываются и проверяются компьютером в запрограммированном порядке. Соответствующие управляющие сигналы поступают на станок.

Программирование обработки на современных станках с ЧПУ осуществляется с помощью кодов. Коды с адресом G, называемые подготовительными, определяют настройку программного управления на определенный вид работы, а коды с адресом M, называемые вспомогательными, предназначены для управления режимами работы станка.

Все станочные коды в зависимости от их способности сохраняться в памяти системы ЧПУ можно условно подразделить на немодальные и модальные.

Немодальные коды действуют в том кадре, в котором они находятся, а модальные — распространяются на множество кадров, пока их не отменит другой код.

Управляющая программа ЧПУ состоит из:

• Номера программы;
• Кадров управляющей программы;
• Слов;
• Адресов;

Слово представляют собой совокупоность ареса (кодируются буквами) числовой комбинации, которая может включать знаки «+», «-» и десятичный знак (обычно используется точка «.»).

УП обычно начинается символом % – начало программы. Кадр с символом % не нумеруется. Нумерация кадров программы начинается со следующего за знаком «%» кадра.

4.1. Применяемые адреса функций и команд в кодах ISO

N – номер кадра от 1 до 9999;
G – подготовительная команда;
X, **Z** – позиционные данные в абсолютных значениях;
F – скорость подачи, шаг резьбы;
S – скорость вращения шпинделя, скорость резания;
T – вызов инструмента и коррекции на него;
M – вспомогательная команда.

4.2.Применяемые подготовительные G – команды

G-команды предназначены для настройки *системы управления* на определенный режим работы:
G00 – ускоренное перемещение;
G01 – линейная интерполяция (на рабочей подаче);
G02 – круговая интерполяция по часовой стрелке;
G03 – круговая интерполяция против часовой стрелки;
G54 – устанавливаемый сдвиг нуля;
G90 – абсолютные размеры;
G94 – подача в мм/мин;
G95 – подача в мм/об;

G-команды разделяются на группы, например:

G00… G03 – группа команд, определяющая характер перемещения;

G17, G18, G19 – группа команд, определяющих плоскость интерполяции осей;

G94, G95 – группа команд, определяющих форму задания подачи.

Большинство G-команд модальны, то есть команда действуют не только в кадре, в котором они объявлены, но и далее, пока она не будет отменена или заменена функций из ее же группы.

4.3.Применяемые вспомогательные M – команды

M-команды – это технологические команды, которыми задаются режимы работы *станка*:
M02 – Вращение шпинделя по часовой стрелке;
M03 – Вращение шпинделя против часовой стрелки;

M05 – Останов шпинделя;
M06 – Смена инструмента;
M30 – Конец **УП.**

4.4.Размерные перемещения

Размерные перемещения состоят из буквенного обозначения, определяющего ось перемещения (X, Y, Z, A, B, C, I, J, K и др.), математического знака «+» (он обычно опускается), «-» и числовой информации. Линейные перемещения задаются в милиметрах, гловые – в градусах или радианах.

Размерные перемещения могут задаваться в абсолютных значениях (отсчет от единой системы координат) или в приращениях (отсчет от точки к точке).

4.5.Функция подачи

Функция подачи программируется адресом F и числовой информацией.

4.6.Скорость вращения шпинделя

Скорость вращения шпинделя состоит из адреса S и числа, которое содержит информацию о скорости вращения в прямой или закодированной форме.

4.7.Функция инструмента

Функция инструмента состоит из адреса T и числа, определяющего номер инструмента, которым нужнов вести обработку.

5. Программный модуль ShopMill

ShopMill — это диалоговый программный модуль системы ЧПУ для управления и программирования для токарных станков, ориентированное на условия производственного цеха, позволяющие осуществлять производственный этап программирования отг и технология образуют один блок.

6. Последовательность выполнения работы с примером

Задание:

Создать управляющую программу для обработки заготовки на фрезерном станке в соответствии с заданием (чертеж детали - рис. 1; чертеж заготовки - рис. 2).

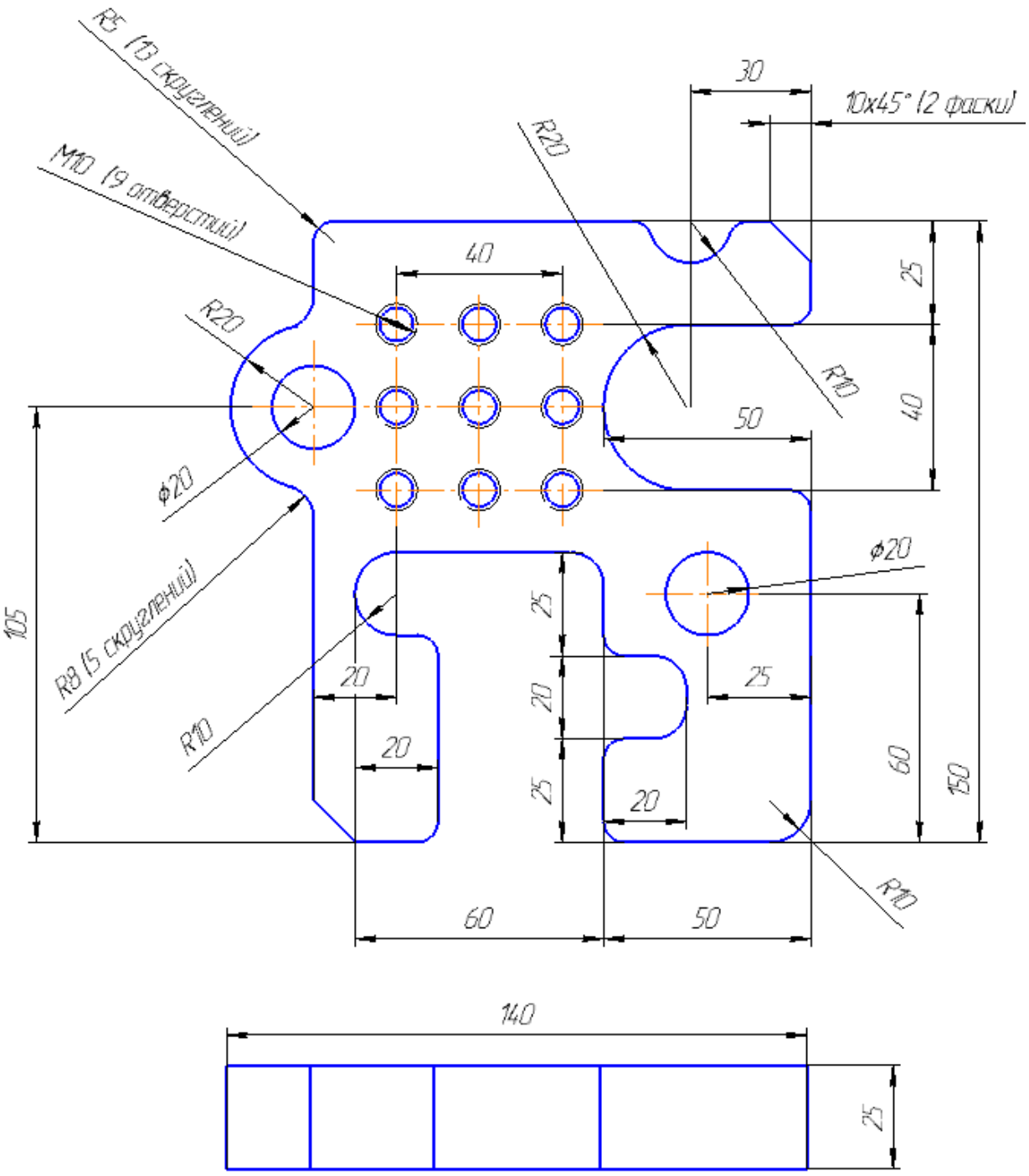


Рис. 1. Чертеж детали (материал: Алюминий ДТ16).

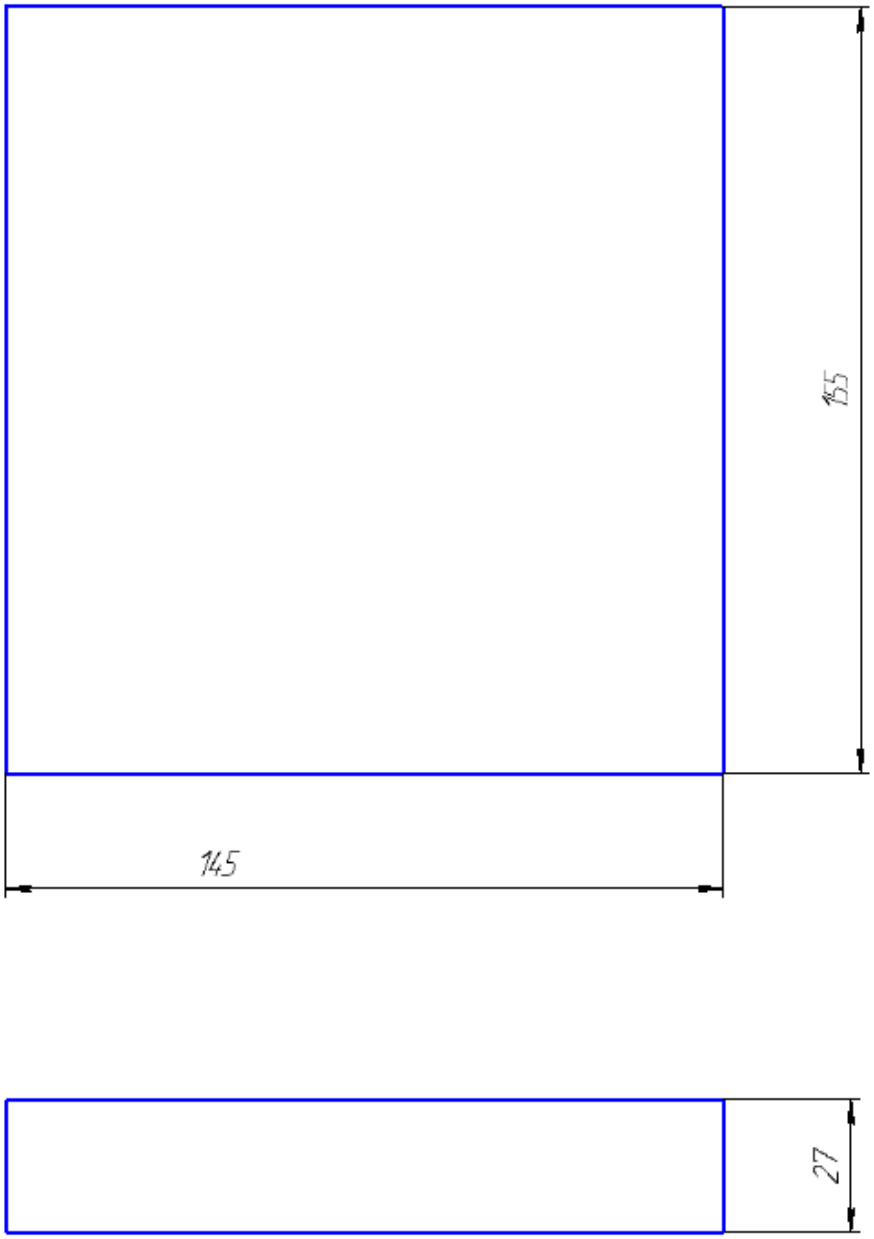


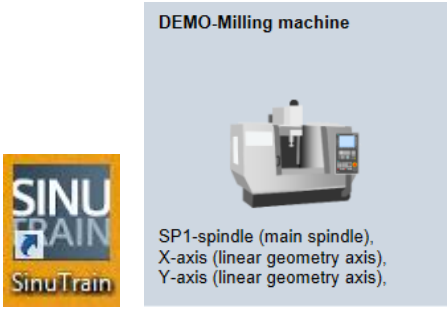
Рис. 2. Заготовка

<u>Последовательность выполнения работы:</u>

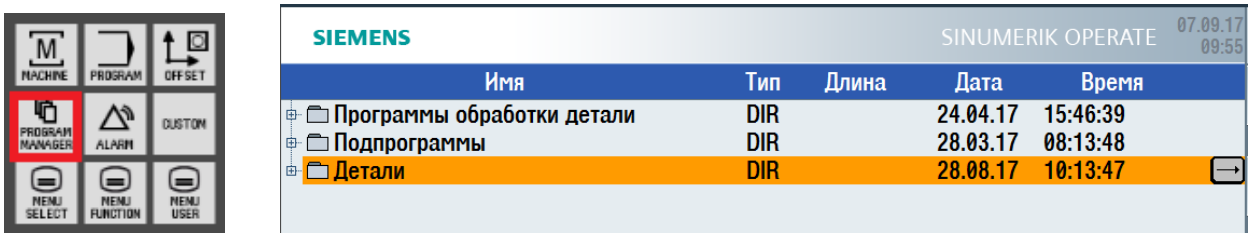
1. Для изготовления детали в соответствии с чертежом назначим следующую последовательность переходов:
    1) фрезерование торца
    2) черновое фрезерование наружного контура
    3) чистовое фрезерование наружного контура
    4) центрование массива отверстий
    5) сверление массива отверстий
    6) нарезание резьбы М10 метчиком в массиве отверстий
    7) центрование 2-х отверстий Ø20
    8) сверление 2-х отверстий Ø20

2. Разработка управляющей программы

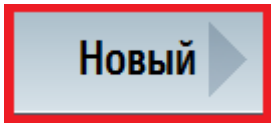
2.1. Запуск программного обеспечения. Выбираем Sinutrain Demo-Milling machine:

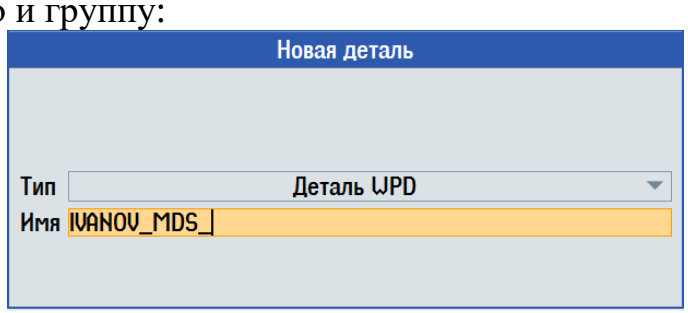


2.2. При помощи клавиши Program Manager переходим в систему каталогов:

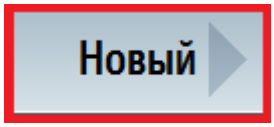


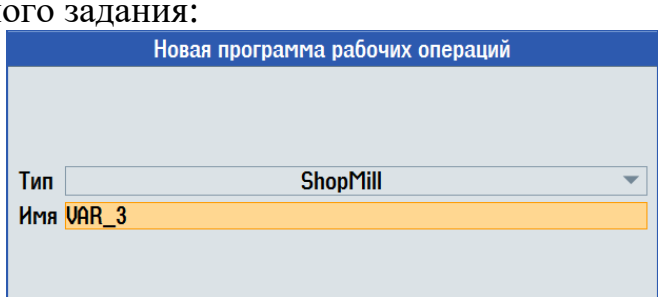
2.3. Создаем новый каталог, в котором будем сохранять все программы. В названии указываем фамилию и группу:



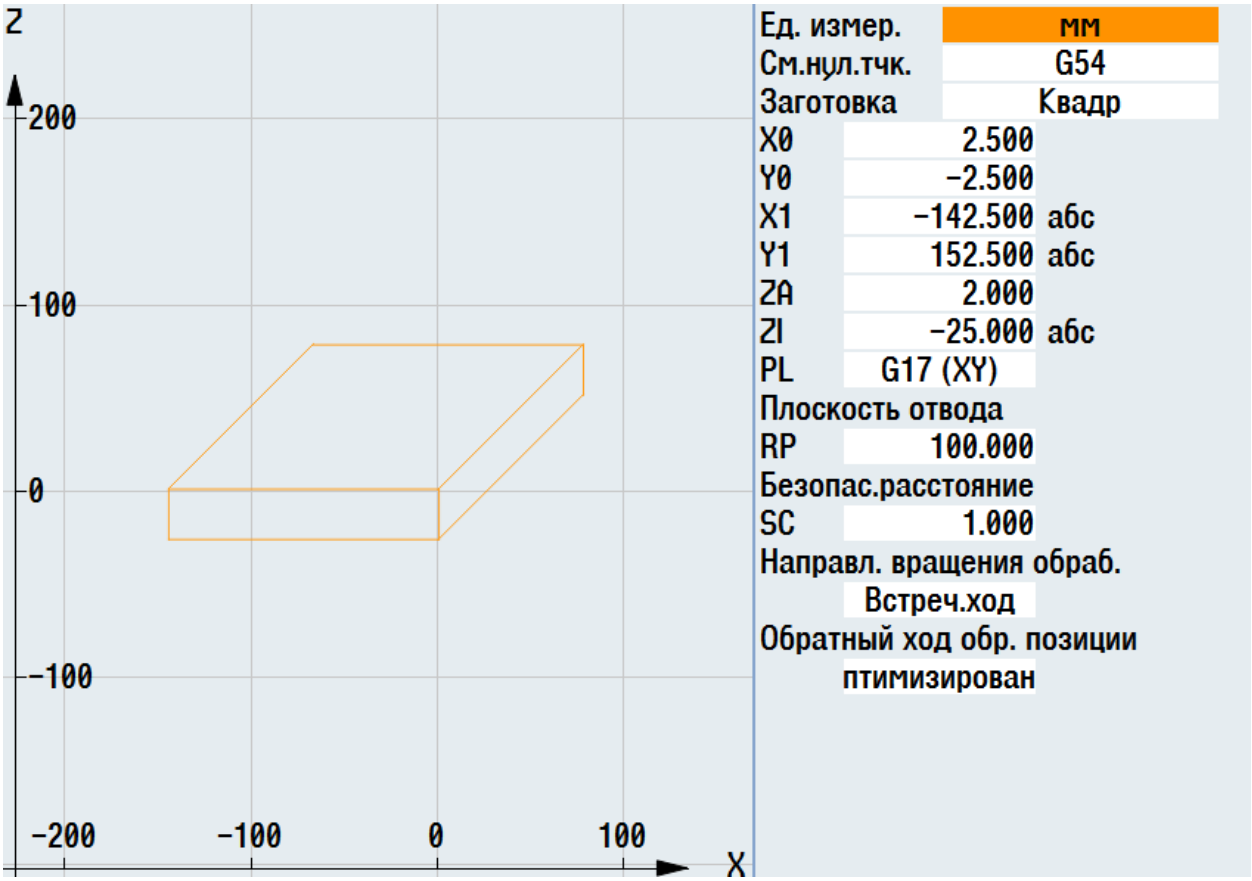


2.4. Находясь в своем каталоге, создаем новую программу. В правой колонке необходимо выбрать ShopTurn. Называем программу в соответствии с вариантом выданного задания:





2.5. После ввода имени программы открывается цикл описания заготовки. Заполним таблицу в соответствии с заданными условиями



Пояснения:

Исходя из расстановки размеров на чертеже, за нулевую точку удобнее всего представить левый нижний угол.

Значение X0=2.5, а X1=-142.5, так как заготовка имеет габаритный размер 145 (=2.5-(-142.5)), а припуск на обе стороны по оси X должен быть одинаковый.

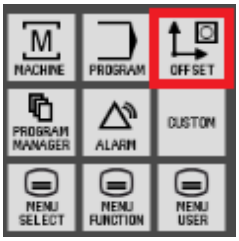
Значение Y0=2.5, а Y1=152.5, так как заготовка имеет габаритный размер 155 (=2.5-(-152.5)), а припуск на обе стороны по оси Y должен быть одинаковый.

Значение ZA=2, а ZI=-25, так как заготовка имеет габаритный размер 27 (=2-(-25)), где 2 мм – торцевой припуск, а 25 – окончательная высота детали.

Координатная плоскость в нашем случае XY, так как мы работаем на вертикально-фрезерном станке.

Плоскость отвода выбирается с учетом высоты заготовки. В эту точку по оси будет выходить инструмент после выполнения каждого перехода.

2.6. Заполняем таблицу инструментов.
Для этого нажимаем клавишу OffSet, после чего откроется таблица.

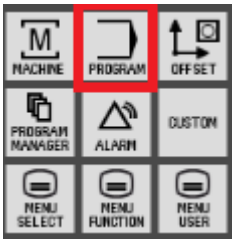


Примечания:
При заполнении таблицы используем параметры инструментов, выбранных в предыдущей работе).

Названия инструментов вводить только на латинице, количество символов не более 24. Для удобства названия инструментам можно давать соответственно переходам: TORCEVAYA – для торцевой фрезы, METCHIK_M10 – для метчика M10 и т.д.

Место	Тип	Имя инструмента	ST	D	Длина	⌀				1	2
1		TORCEVAYA_FREZA	1	1	0.000	50.000		6		✓	✓
2		CHERNOVAYA_FREZA	1	1	0.000	8.000		4		✓	✓
3		CHISTOVAYA_FREZA	1	1	0.000	8.000		4		✓	✓
4		CENTROVKA	1	1	0.000	3.150	90.0			✓	✓
5		SVERLO_D8.6	1	1	0.000	8.600	120.0			✓	✓
6		METCHIK_M10	1	1	0.000	10.000	1.500			✓	✓
7		SVERLO_D20	1	1	0.000	20.000	120.0			✓	✓

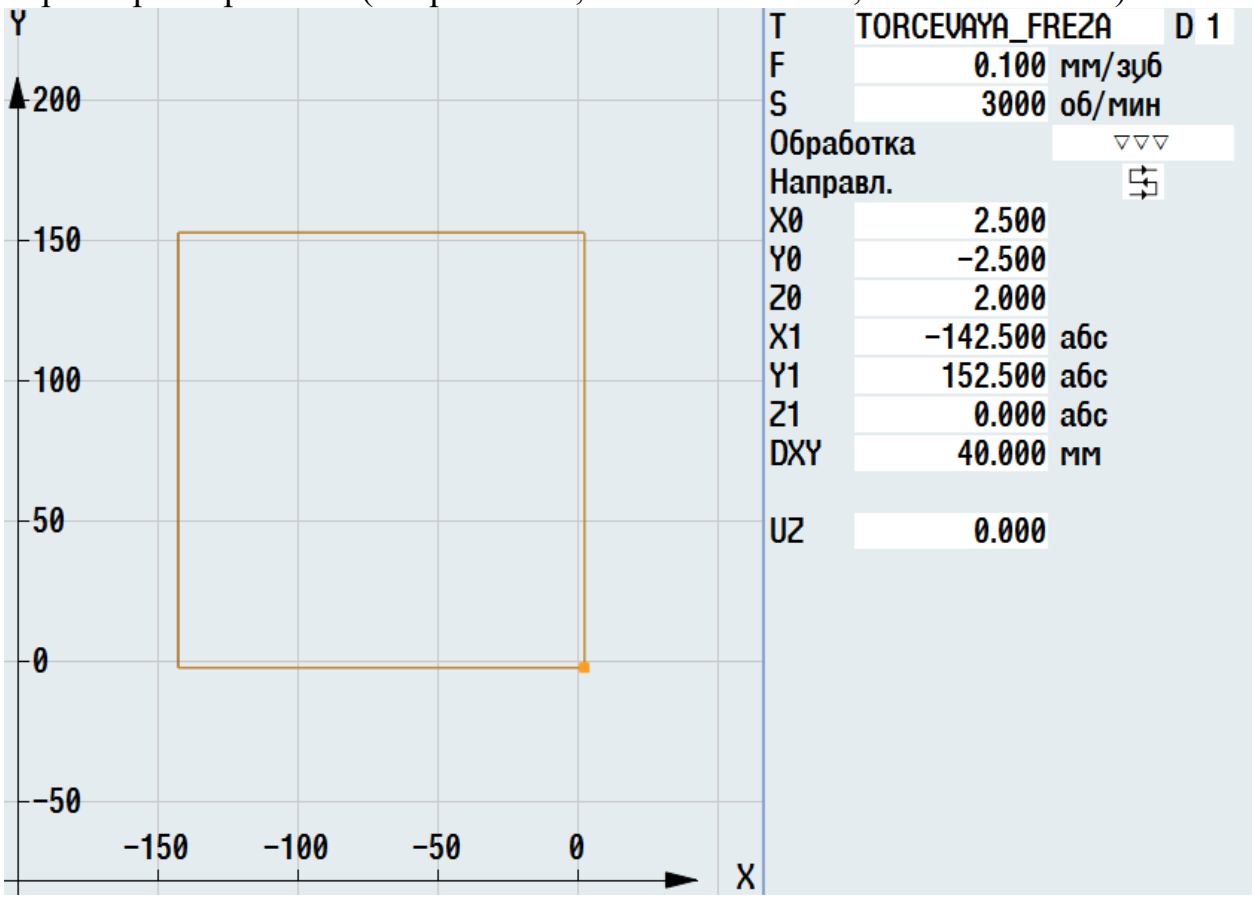
2.7. Выполняем программирование технологических переходов.
Первым переходом в операции является фрезерование торца. Для выбора операции вернуться в редактирование программы клавишей Program.



Затем нажать клавишу «Фрезерование».

Затем нажать «Плоское фрезерование» на правой боковой панели.

Заполняем таблицу в соответствии с заданными условиями: выбираем инструмент из заполненного ранее магазина, вводим рекомендованный производителем режущего инструмента режим резания (скорость, подачу), выбираем тип обработки (черновая, чистовая), заполняем геометрические параметры обработки (направление, начальная точка, конечная точка).



Примечание.

Как нам известно из технологии машиностроения, фрезерование бывает получерновое, черновое, получистовое и чистовое. В данной системе программирования присутствуют следующие типы обработок:

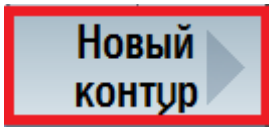
- *черновая – обозначается одним перевёрнутым треугольником ▼,*
- *чистовая – ▼▼▼,*
- *получистовая – при её программировании используется функция чистовой обработки (обозначается ▼▼▼) с заданием припуска,*
- *комбинированная – обозначается ▼+▼▼▼ (она содержит черновой и чистовой переходы, выполняемые одной фрезой без вывода её в исходную точку).*

В нашем случае величина снимаемого с торца слоя 2 мм, которые выбранная нами фреза может снять за один проход, поэтому обработка будет чистовой. Конечная точка по оси Z равна 0, так как дальнейшая обработка будет идти в «отрицательной» зоне.
Конечные и начальные точки по осям X и Y такие же как в задании заготовки, так как габаритный размер не изменялся.
Максимальная подача в плоскости (DXY) для торцевых операций обычно равна 80-90% от диаметра фрезы.

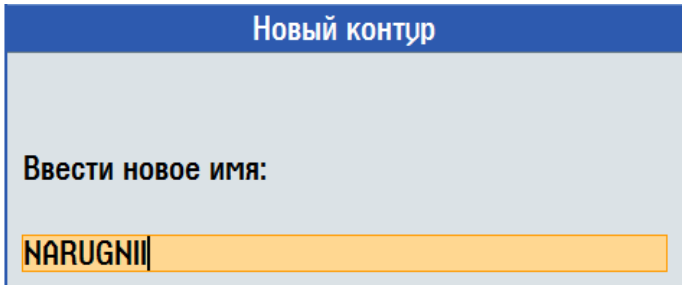
2.8. Вторым и третьим переходами являются черновое и чистовое фрезерование контура соответственно.

Для задания контура нажать клавишу «Фрезерование контура» на нижней панели.

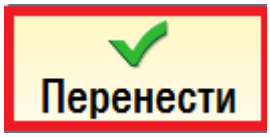
Затем клавишу «Новый контур» на правой боковой панели.



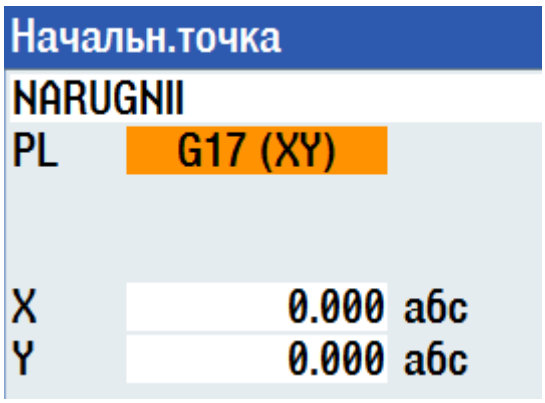
Вводим имя контура. Для удобства можно назвать контур как и переход (NARUGNII_CHERNOVOI), но так как геометрические параметры контура для черновой и чистовой обработок одинаковы, назовём просто NARUGNII:



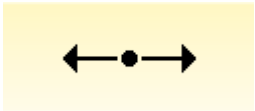
Строим контур по заданным точкам. Каждую введенную точку необходимо подтверждать клавишей «Перенести».

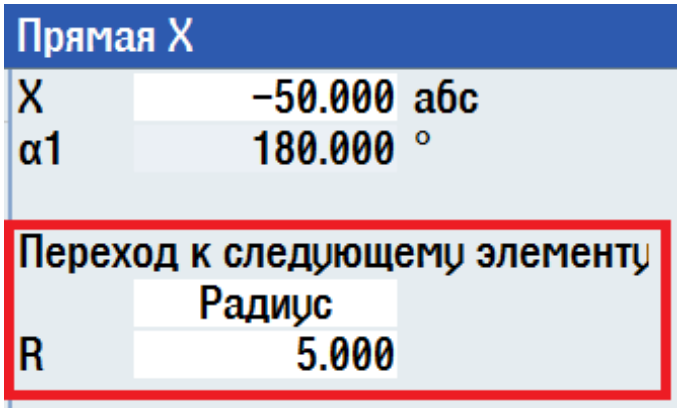


Так как строимый контур будет обрабатываться начисто, то и построение должно быть окончательное без припусков. Начальную точку примем (0,0).

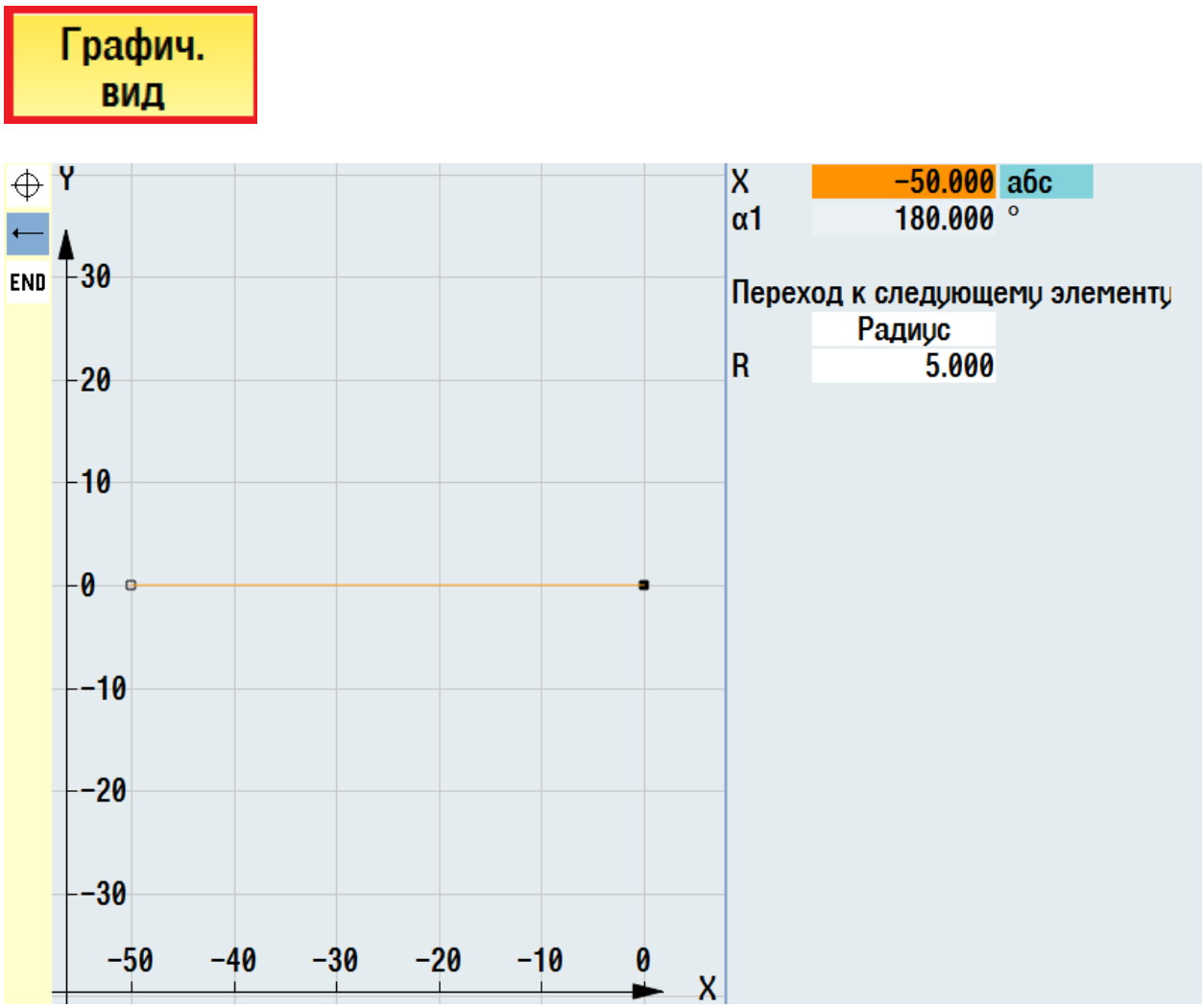


Далее строим прямую, параллельную оси X. Так как конечная точка прямой находится слева от начальной, то перед значением ставим знак «–». Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 5 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.

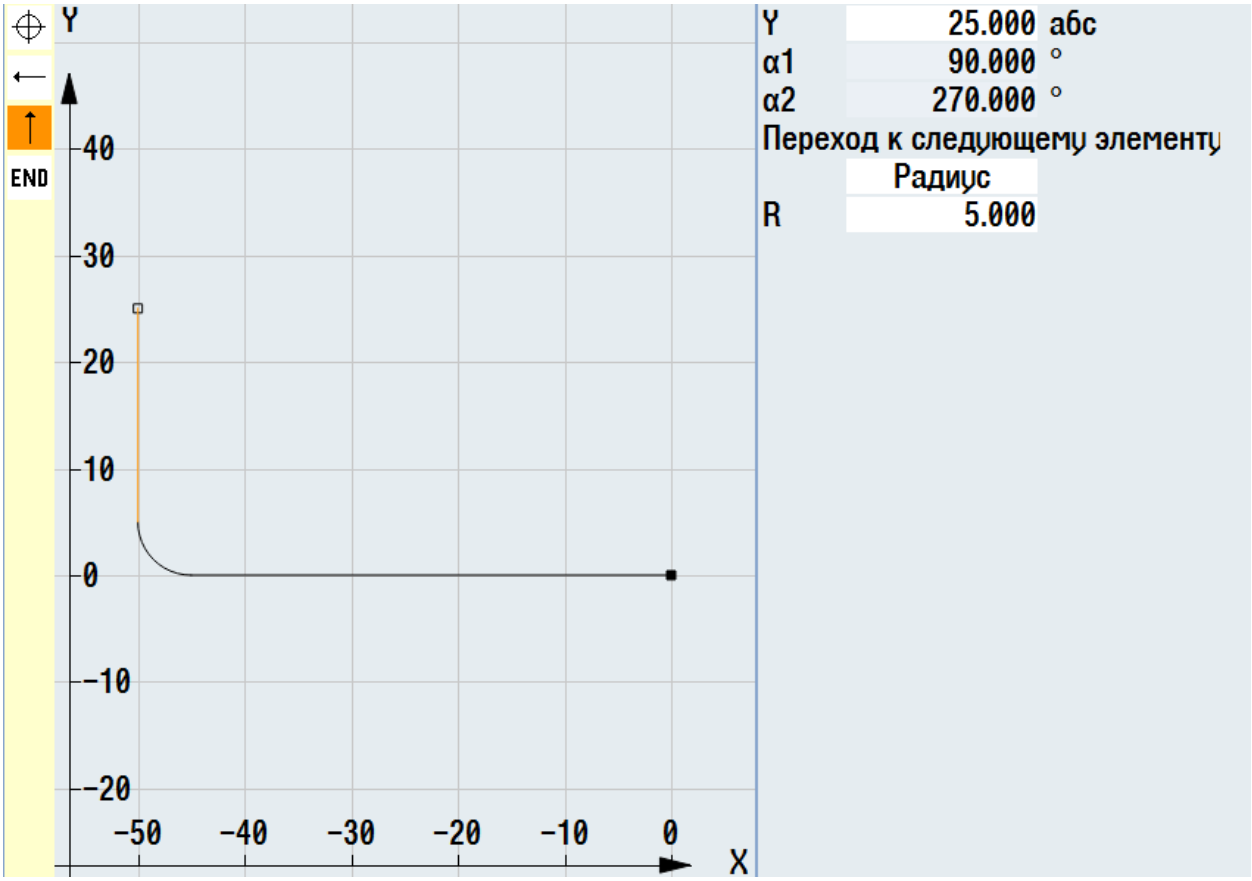




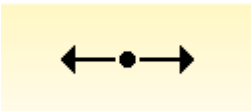
При нажатии клавиши «Графический вид» в меню построений на сетке справа можно посмотреть созданную нами линию.

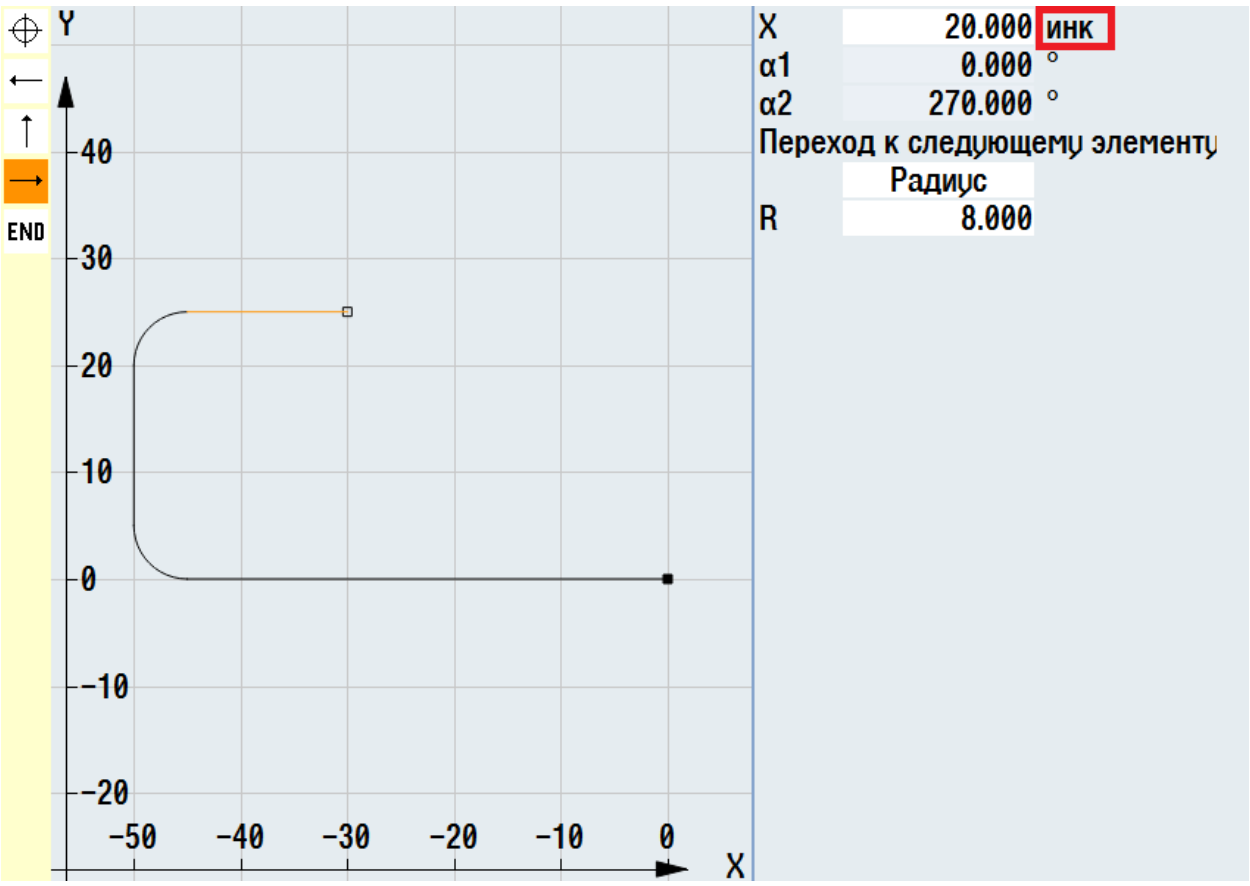


Далее строим прямую, параллельную оси Y.
Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 5 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.

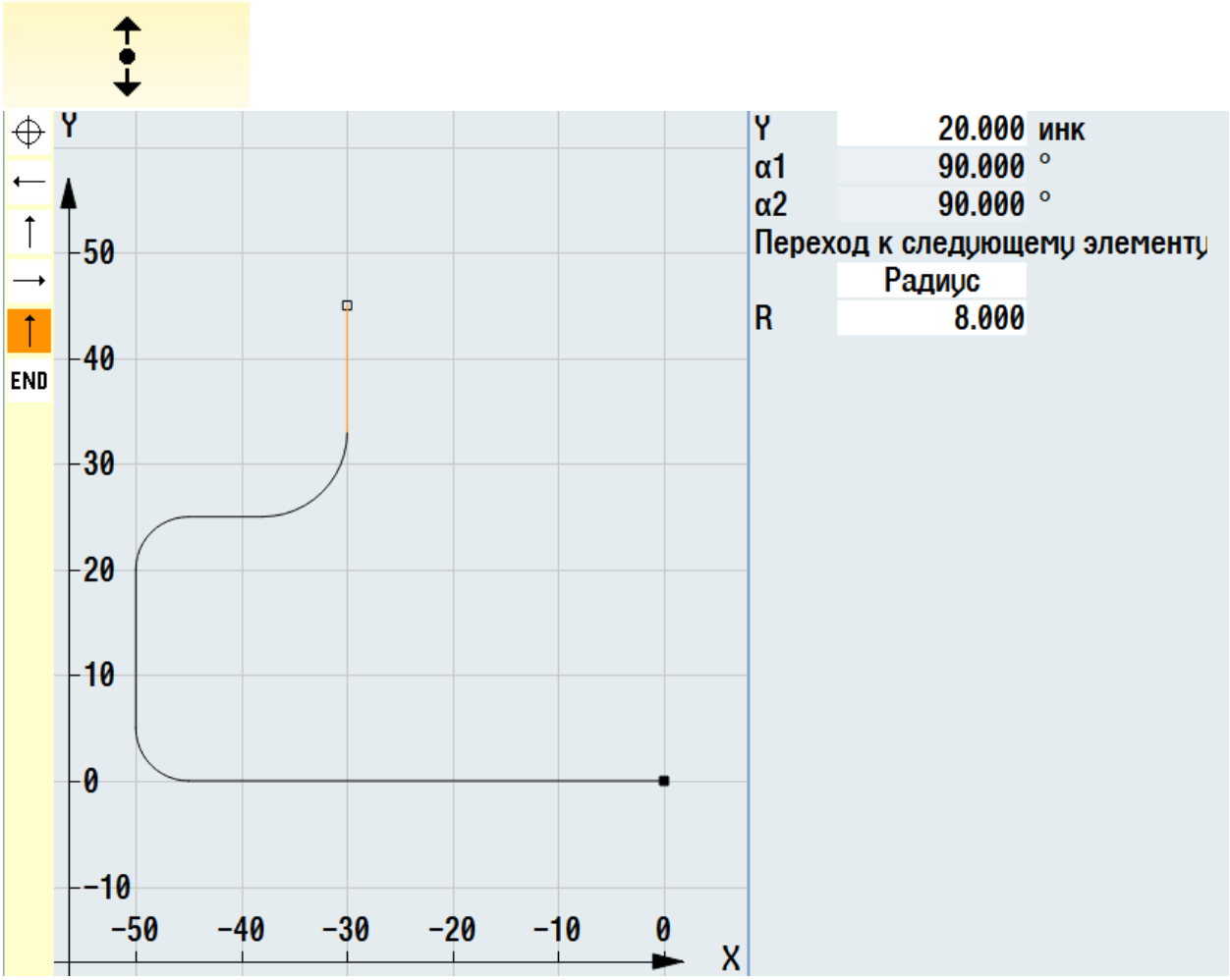


Далее строим прямую, параллельную оси X. Так как размер до конечной точки задан не от начальной точки, а от предыдущей, то и запрограммировать координату конечной можно в инкрементном режиме. Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 8 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле. Если радиус сопряжения двух прямых, образующих впадину, равен радиусу фрезы, то в графе «Переход в следующему элементу» размер радиуса можно не указывать – он получится автоматически.

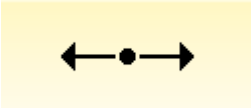


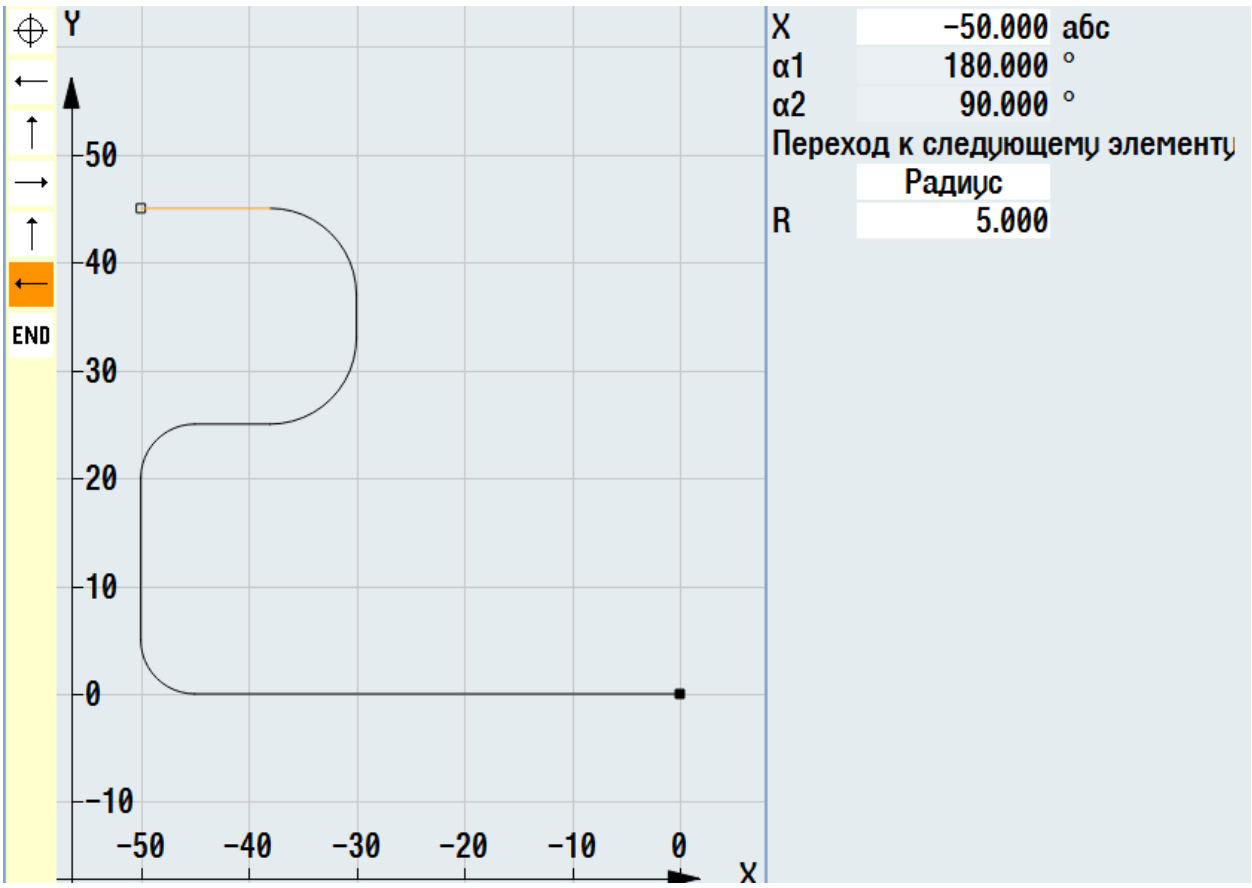


Далее строим прямую, параллельную оси Y. Так как размер до конечной точки задан не от начальной точки, а от предыдущей, то и запрограммировать координату конечной можно в инкрементном режиме. Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 8 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле. Если радиус сопряжения двух прямых, образующих впадину, равен радиусу фрезы, то в графе «Переход в следующему элементу» размер радиуса можно не указывать – он получится автоматически.

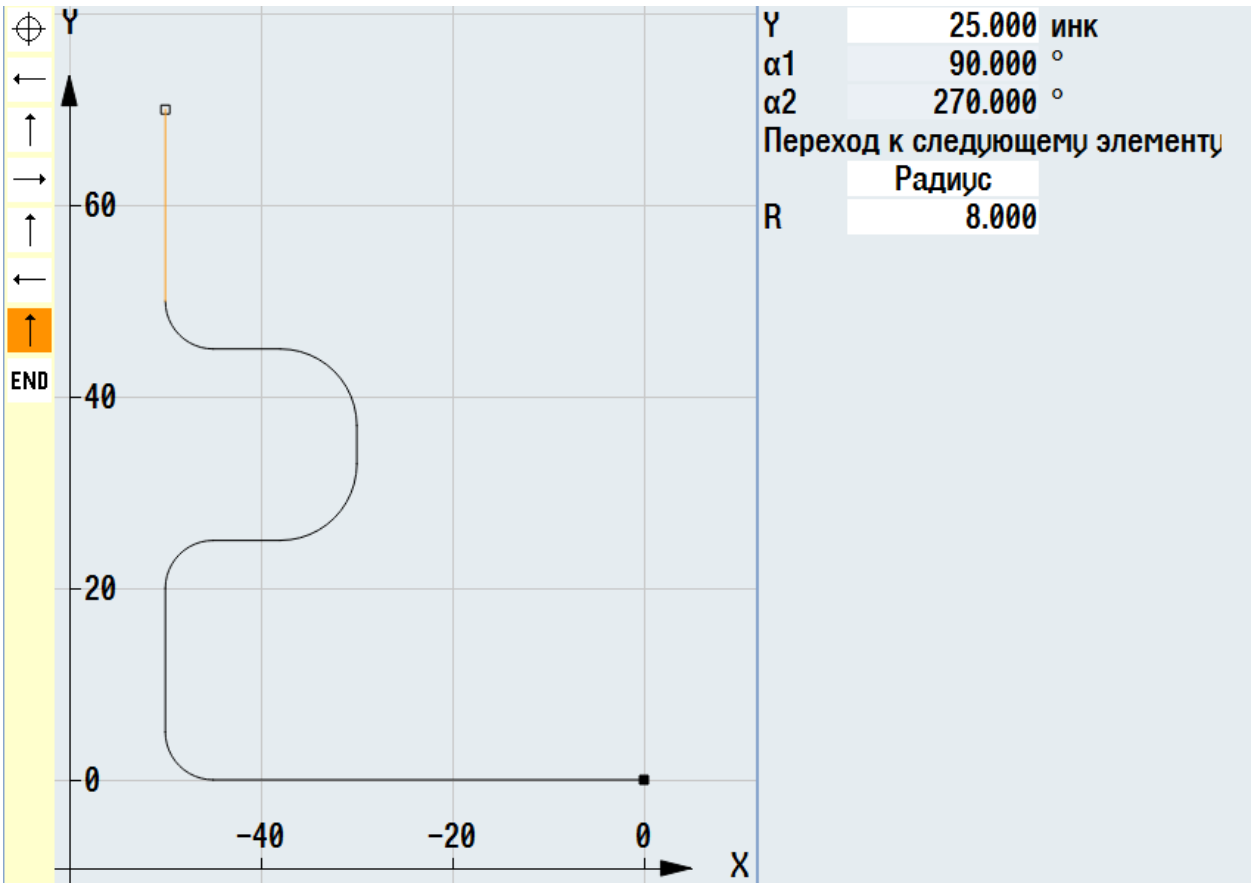


Далее строим прямую, параллельную оси X. В данном случае размер до конечной точки задан от начальной точки.
Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 5 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.

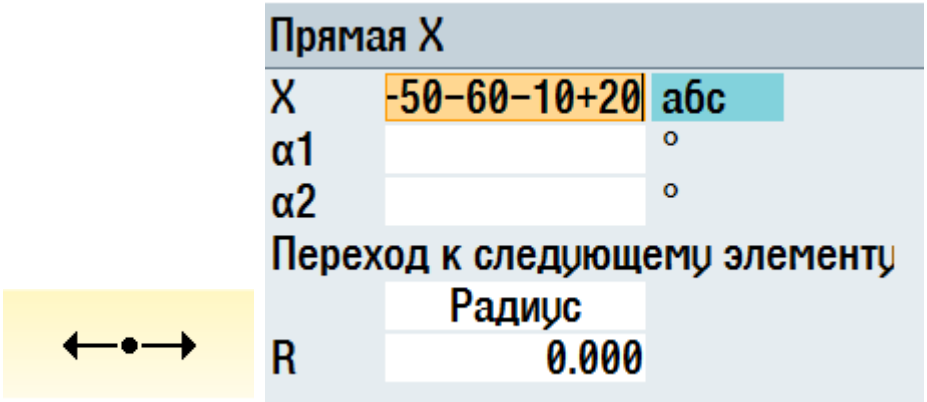


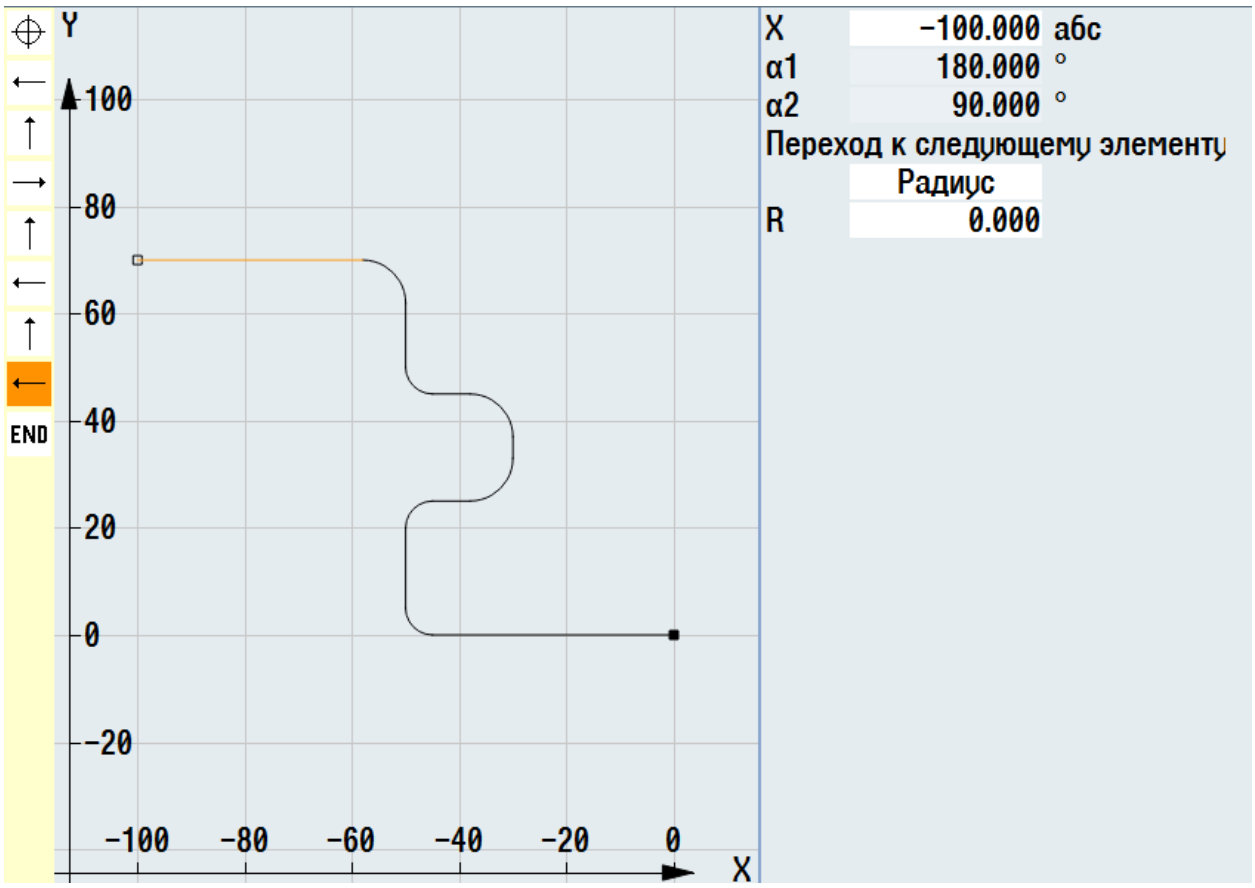


Далее строим прямую, параллельную оси Y. Так как размер до конечной точки задан не от начальной точки, а от предыдущей, то и запрограммировать координату конечной можно в инкрементном режиме. Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 8 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле. Если радиус сопряжения двух прямых, образующих впадину, равен радиусу фрезы, то в графе «Переход в следующему элементу» размер радиуса можно не указывать – он получится автоматически.



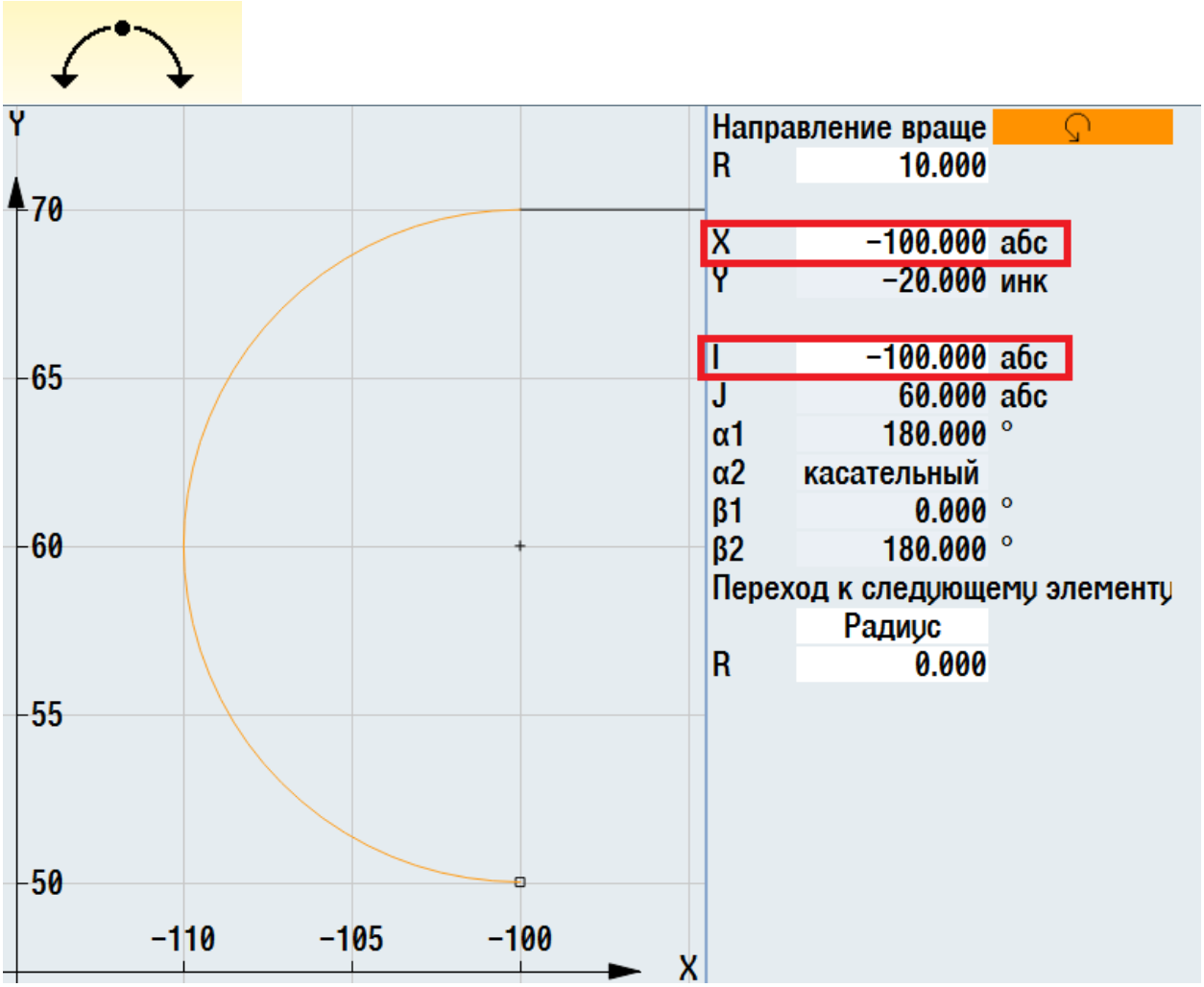
Далее строим прямую, параллельную оси X. Так как размер до конечной точки не задан ни от начальной точки, ни от предыдущей точки, то вычислим эту координату сами путем простых математических операций в абсолютном режиме. Система Siemens ShopMill поддерживает данный тип ввода, и сама вычисляет введенные выражения.



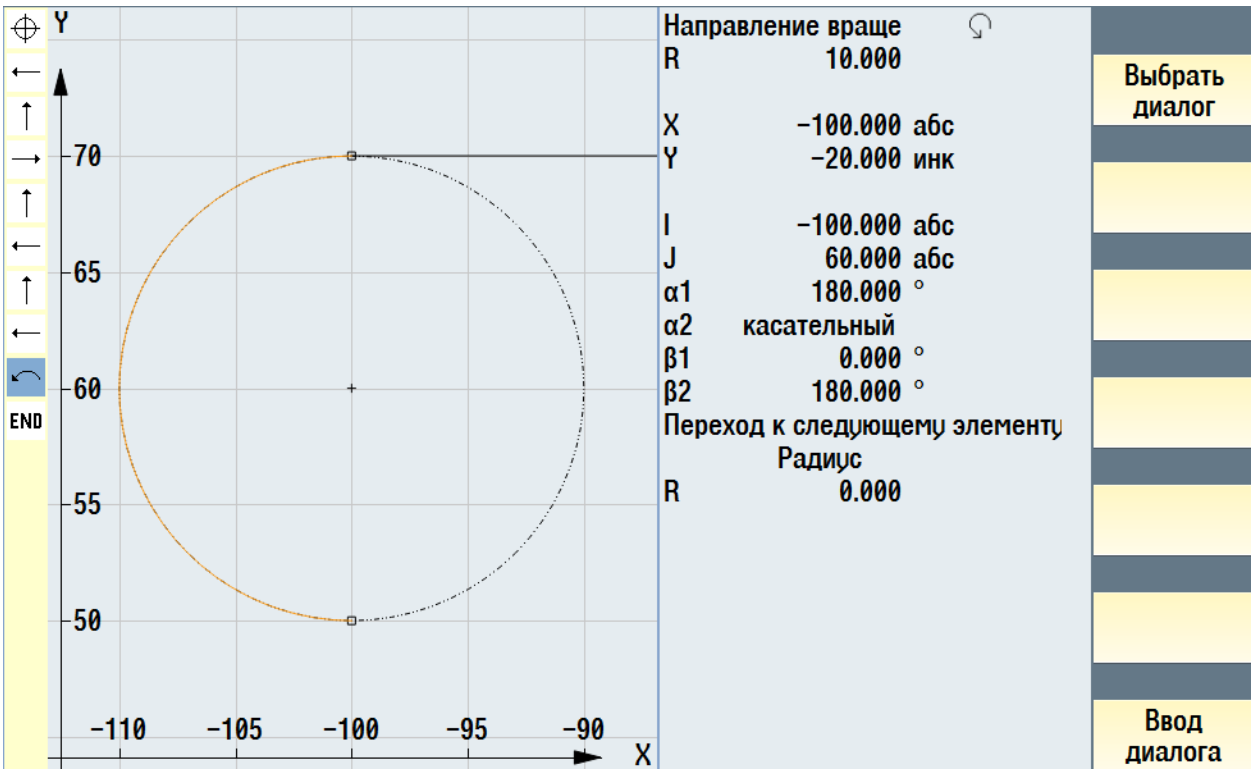


Так как следующий элемент – скругление – выполнить через сопряжение невозможно, воспользуемся построением дуг по параметрам. Для построения окружности (или её части) необходимо знать 3 из 5и параметров: конечная координата по оси X, конечная координата по оси Y, радиус окружности, координата центра окружности по оси X, координата центра окружности по оси Y.

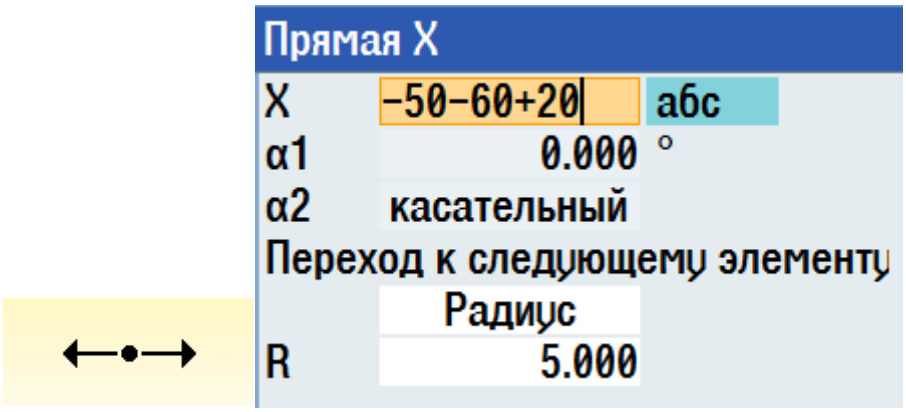
В нашем случае известно направление дуги (против часовой стрелки), радиус (10 мм), конечная точка по оси X и центр окружности по оси X. Запишем эти значения в таблицу построений.

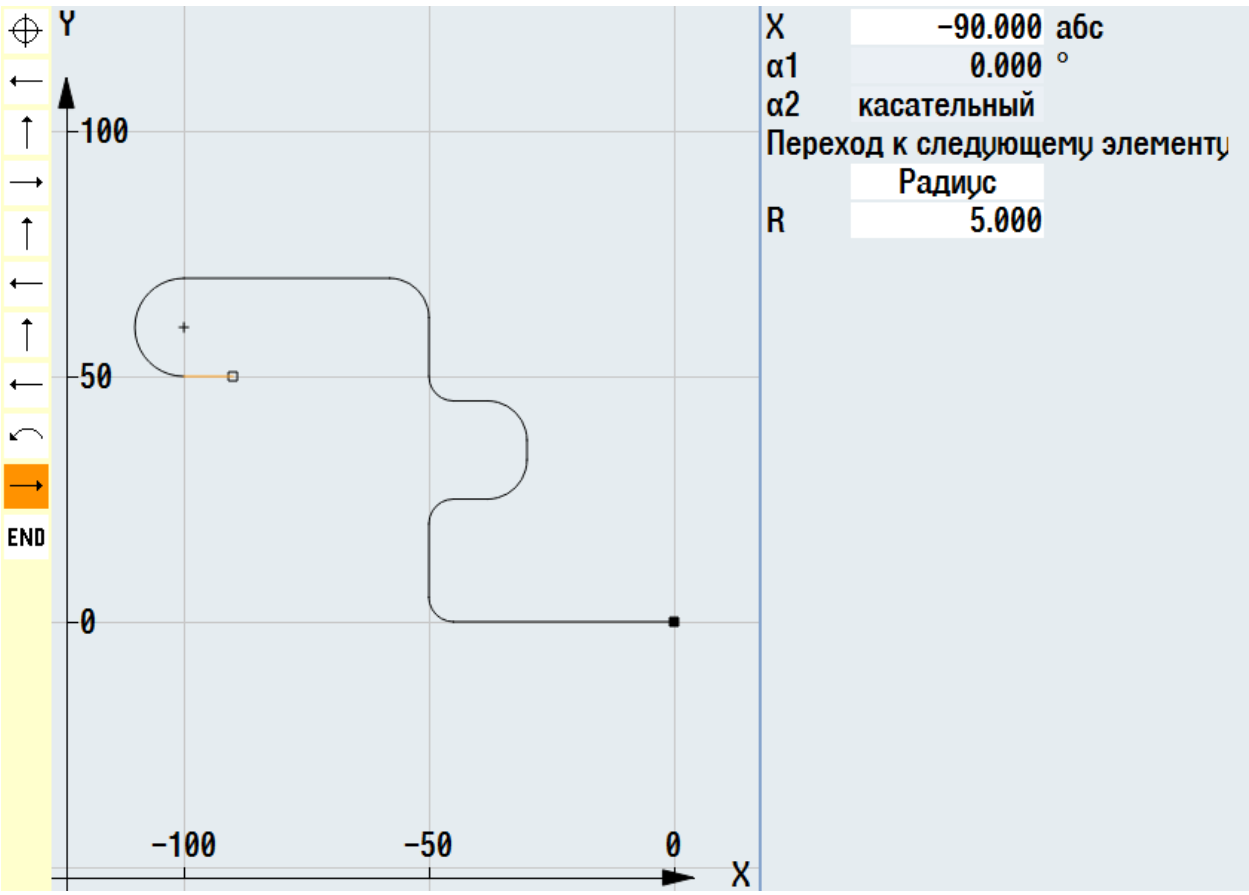


Примечание: в некоторых случаях система ЧПУ запросит выбор необходимой дуги из 2х предложенных (иногда 2 раза подряд). Определиться с выбором можно через графическое отображение этих дуг. Переключаться можно кнопкой «Выбрать диалог», а подтвердить выбор кнопкой «Ввод диалога».

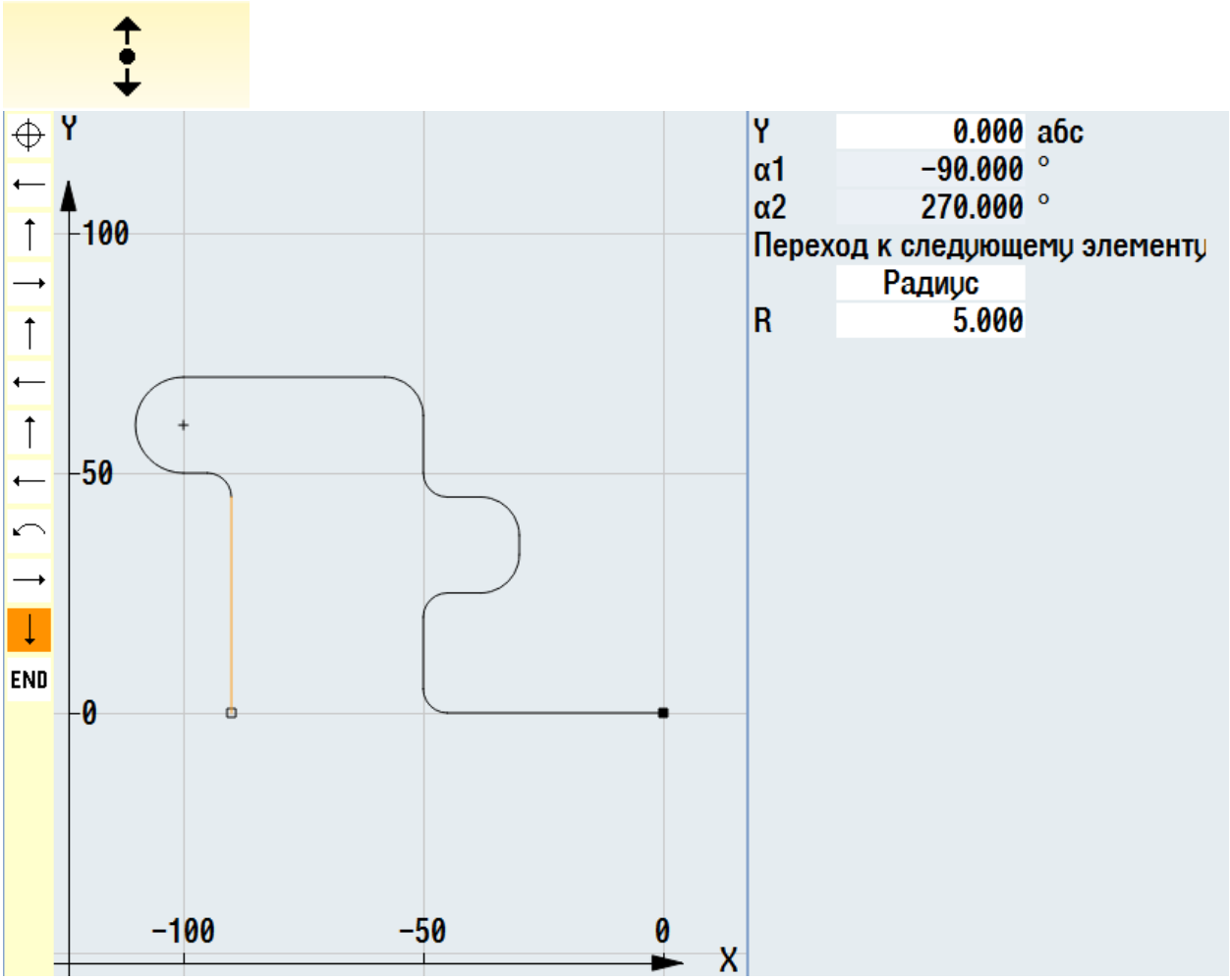


Далее строим прямую, параллельную оси X. Так как размер до конечной точки не задан ни от начальной точки, ни от предыдущей точки, то вычислим эту координату сами путем простых математических операций в абсолютном режиме. Система Siemens ShopMill поддерживает данный тип ввода, и сама вычисляет введенные выражения.
Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 5 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.



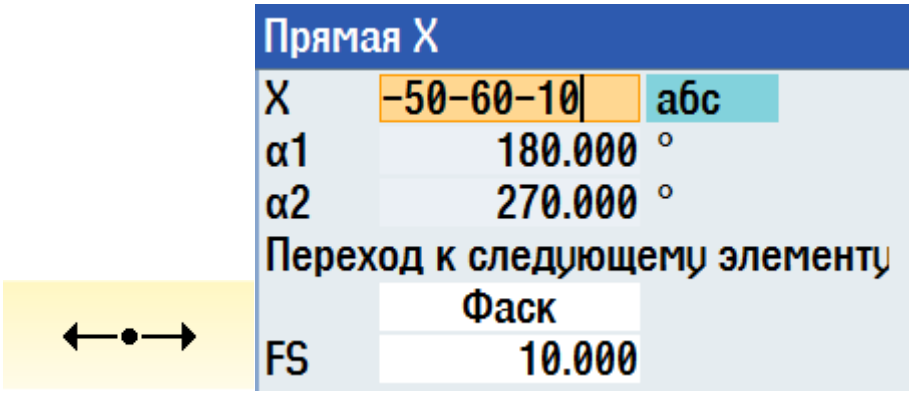


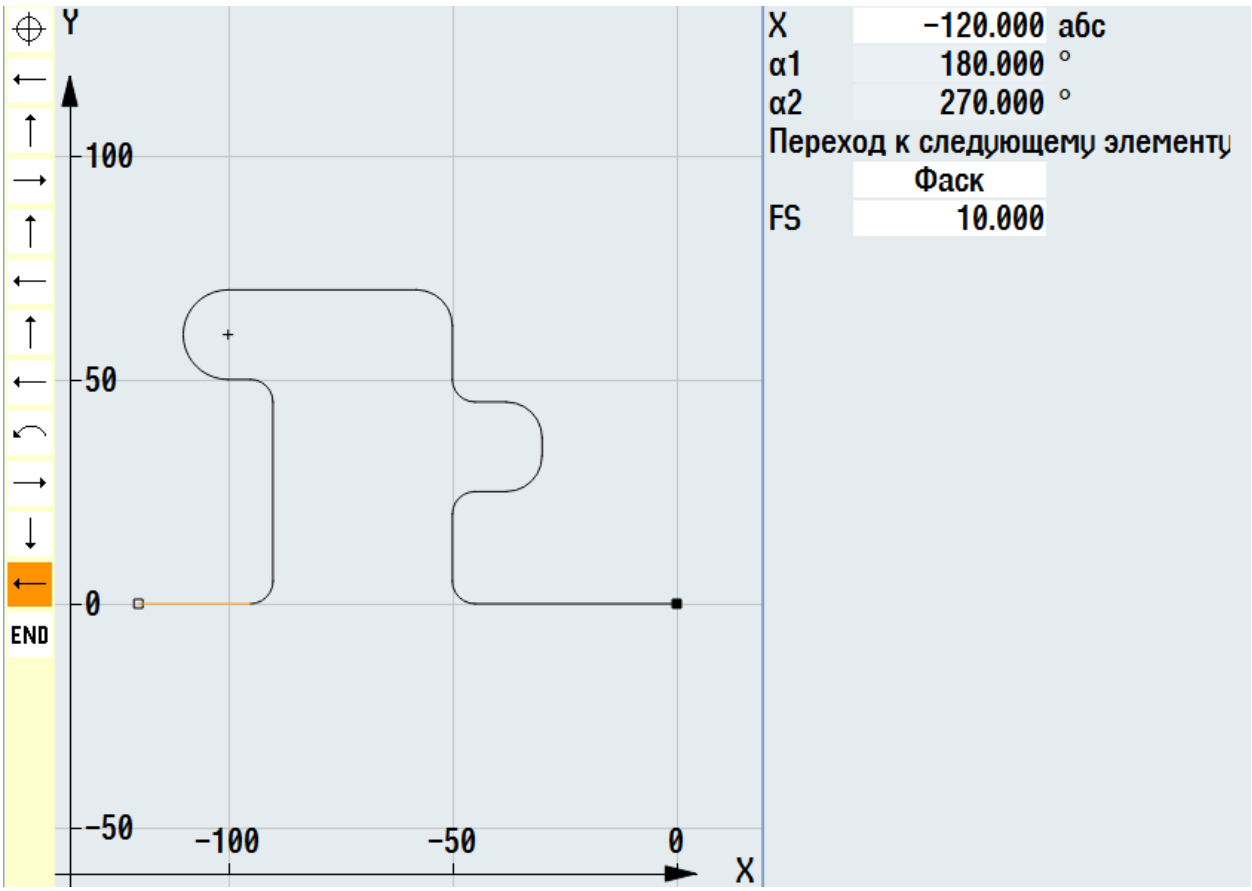
Далее строим прямую, параллельную оси Y.
Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 5 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.



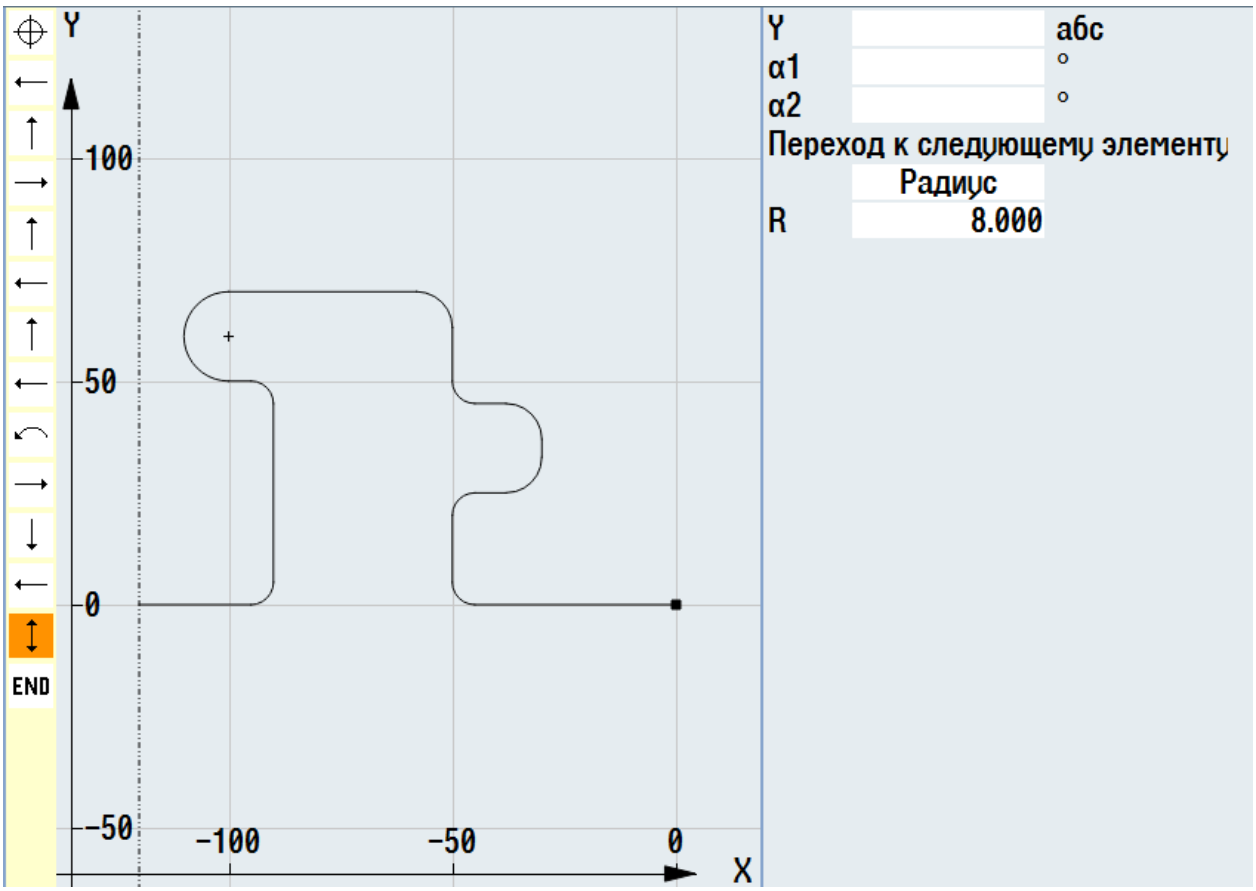
Далее строим прямую, параллельную оси X. Так как размер до конечной точки не задан ни от начальной точки, ни от предыдущей точки, то вычислим эту координату сами путем простых математических операций в абсолютном режиме. Система Siemens ShopMill поддерживает данный тип ввода, и сама вычисляет введенные выражения.

Так как на конце прямой присутствует элемент фаска 10 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.





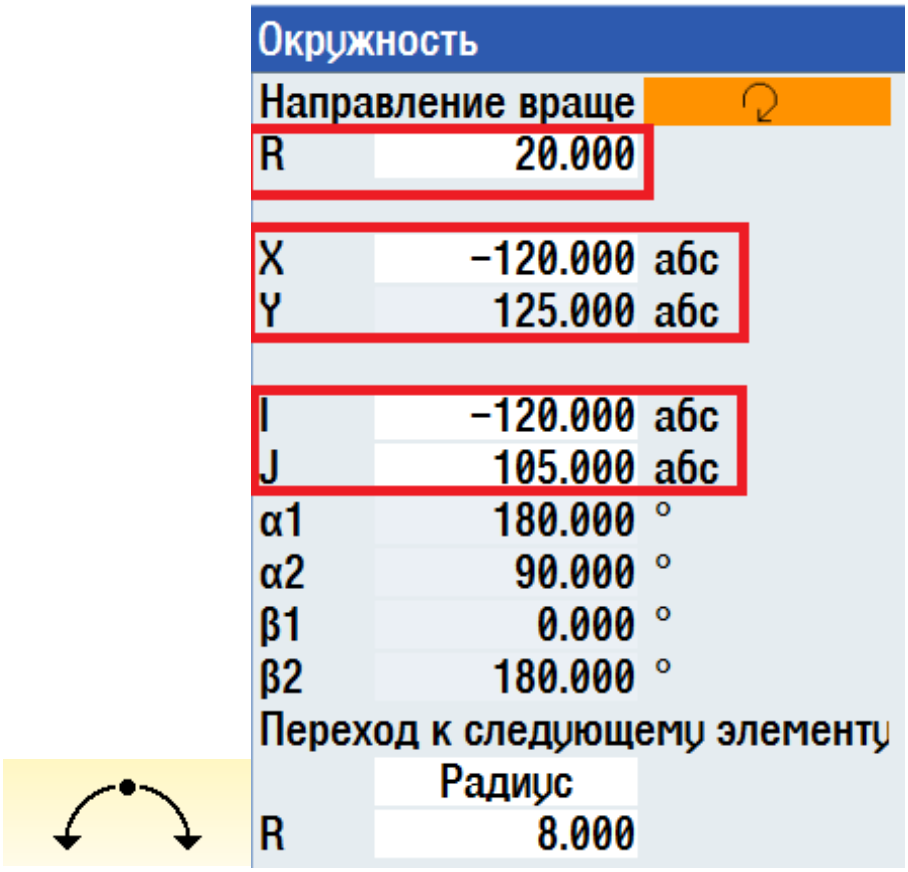
Далее строим прямую, параллельную оси Y. Так как размер до конечной точки не задан ни от начальной точки, ни от предыдущей точки, и вычислить его не представляется возможным, то оставим поля незаполненными, но при построении следующего элемента необходимо будет указать все параметры (3 для прямой – конечную точку по оси X, конечную точку по оси Y и угол наклона, 4 для окружности – конечная координата по оси X, конечная координата по оси Y, радиус окружности, координата центра окружности по оси X или координата центра окружности по оси Y).
Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 8 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле. Если радиус сопряжения двух прямых, образующих впадину, равен радиусу фрезы, то в графе «Переход в следующему элементу» размер радиуса можно не указывать – он получится автоматически.



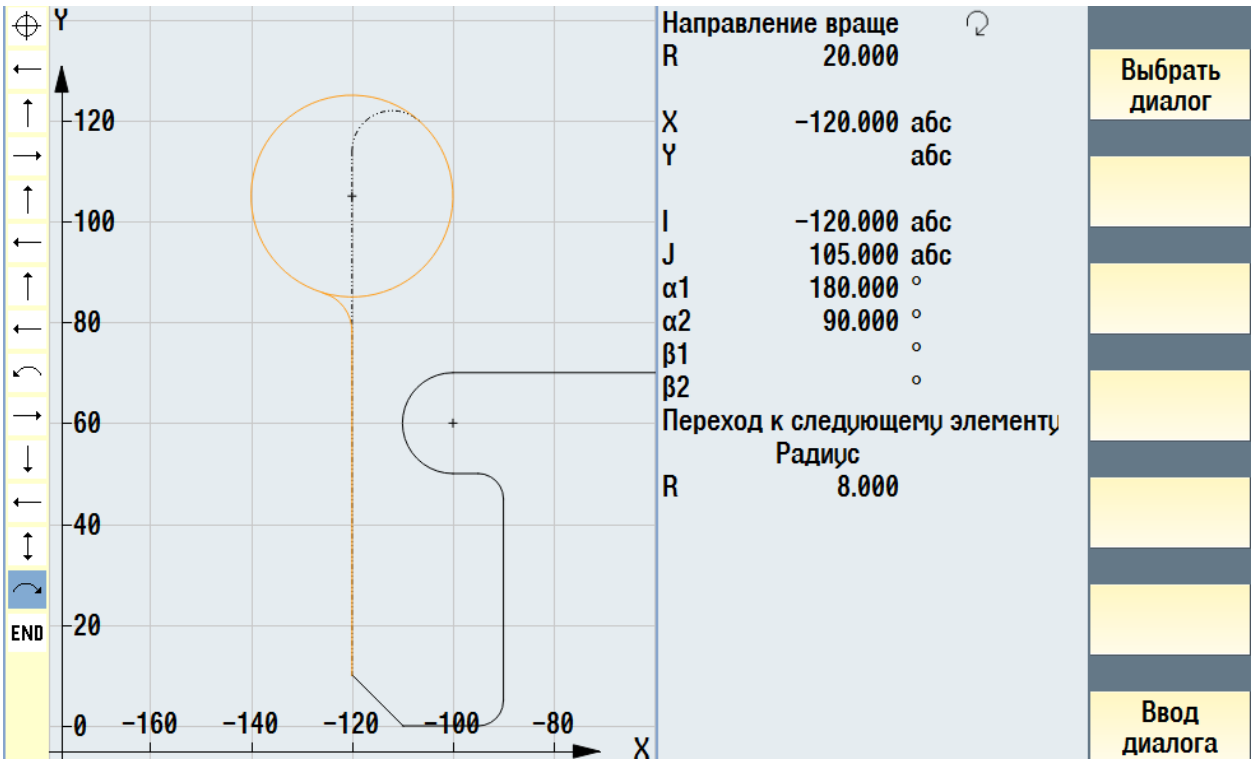
Далее строим дугу по параметрам. В нашем случае для построения окружности (или её части) необходимо знать 4 из 5и параметров: конечная координата по оси X, конечная координата по оси Y, радиус окружности, координата центра окружности по оси X, координата центра окружности по оси Y.

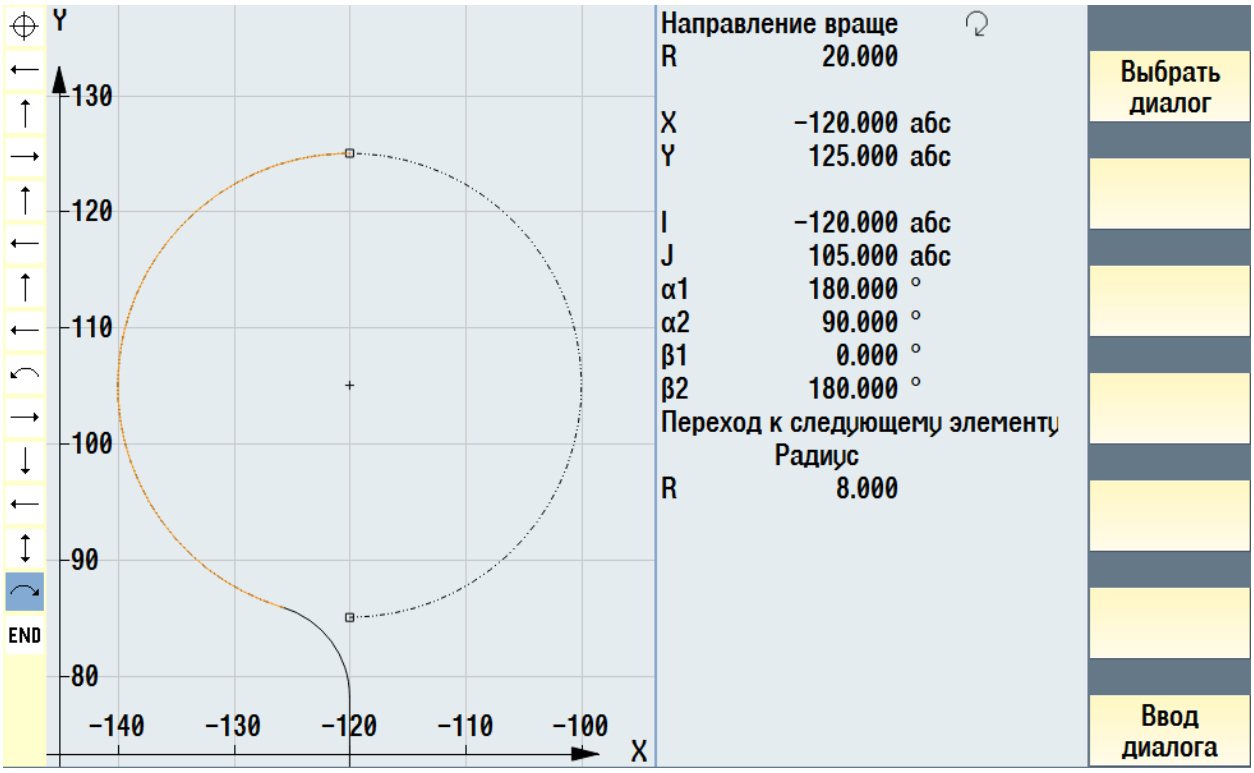
В нашем случае известно направление дуги (по часовой стрелке), радиус 20 мм, конечная точка по оси X, центр окружности по оси X и центр окружности по оси Y. Запишем эти значения в таблицу построений.

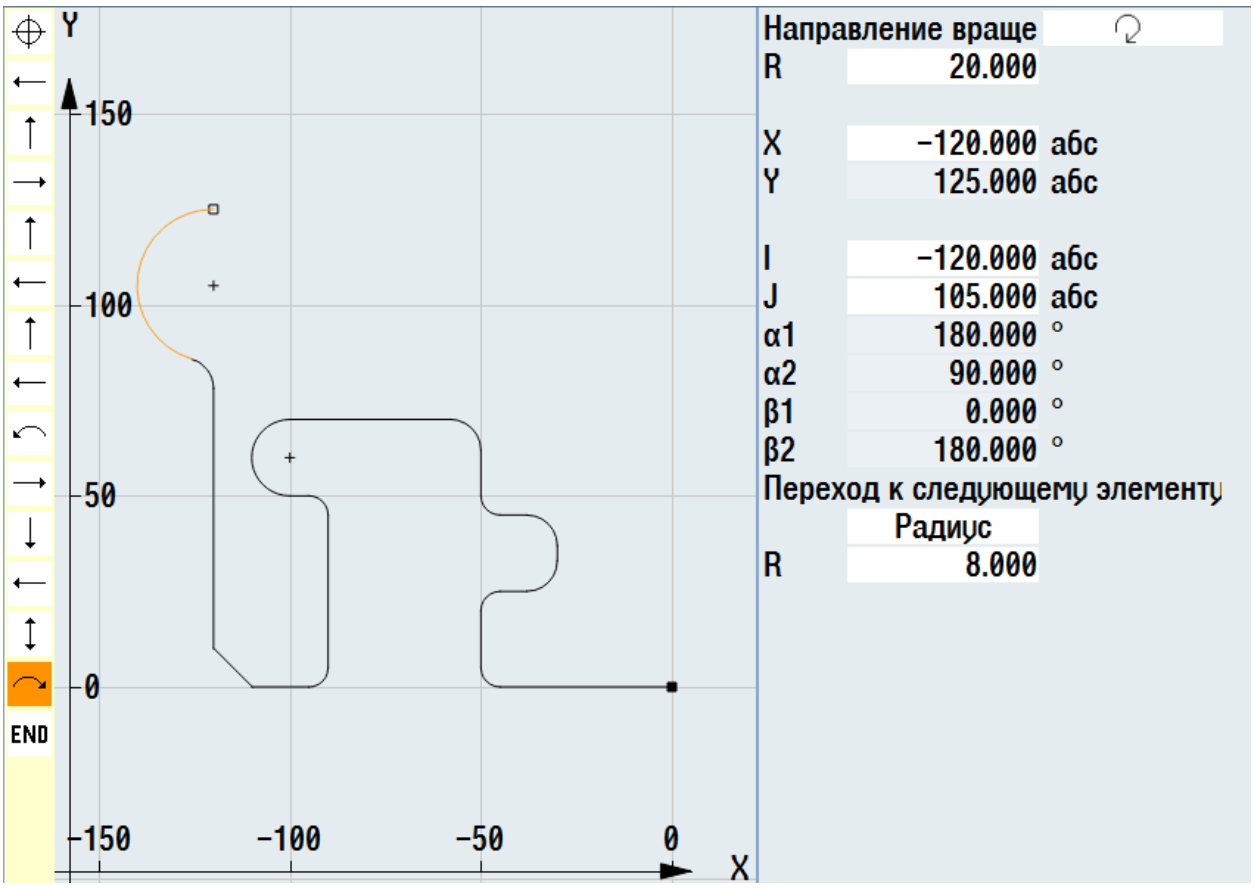
Так как на конце дуги присутствует элемент скругление с радиусом 8 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле. Если радиус сопряжения двух прямых, образующих впадину, равен радиусу фрезы, то в графе «Переход в следующему элементу» размер радиуса можно не указывать – он получится автоматически.



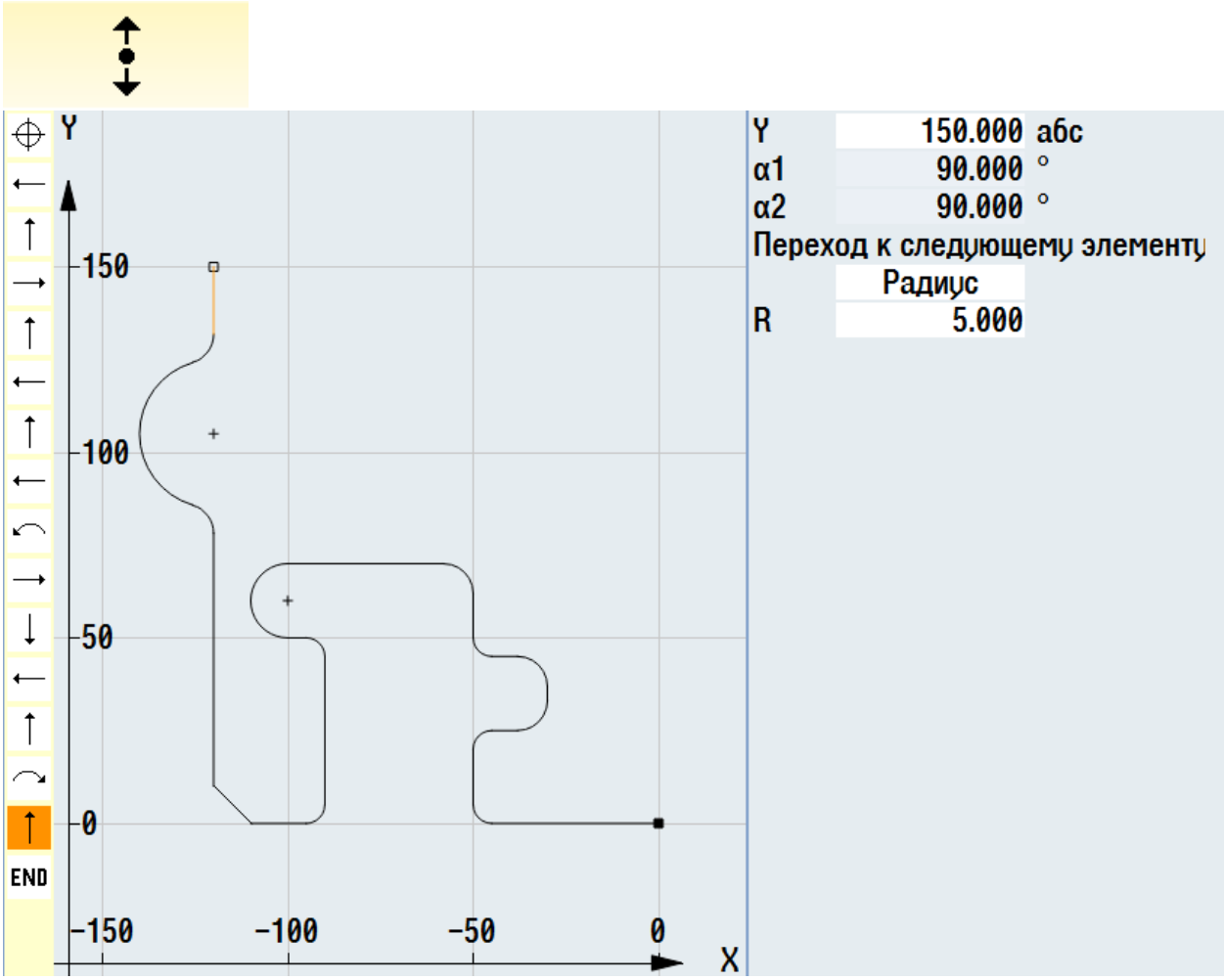
Примечание: в некоторых случаях система ЧПУ запросит выбор необходимой дуги из 2х предложенных (иногда 2 раза подряд). Определиться с выбором можно через графическое отображение этих дуг. Переключаться можно кнопкой «Выбрать диалог», а подтвердить выбор кнопкой «Ввод диалога».


Y
120
100
80
60
40
20
0
-160
-140
-120
-100
-80
X
END
Направление враще
R 20.000
X -120.000 абс
Y абс
I -120.000 абс
J 105.000 абс
α1 180.000 °
α2 90.000 °
β1 °
β2 °
Переход к следующему элементу
Радиус
R 8.000
Выбрать диалог
Ввод диалога

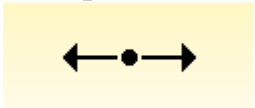

Y
130
120
110
100
90
80
-140
-130
-120
-110
-100
X
END
Направление враще
R 20.000
X -120.000 абс
Y 125.000 абс
I -120.000 абс
J 105.000 абс
α1 180.000 °
α2 90.000 °
β1 0.000 °
β2 180.000 °
Переход к следующему элементу
Радиус
R 8.000
Выбрать диалог
Ввод диалога

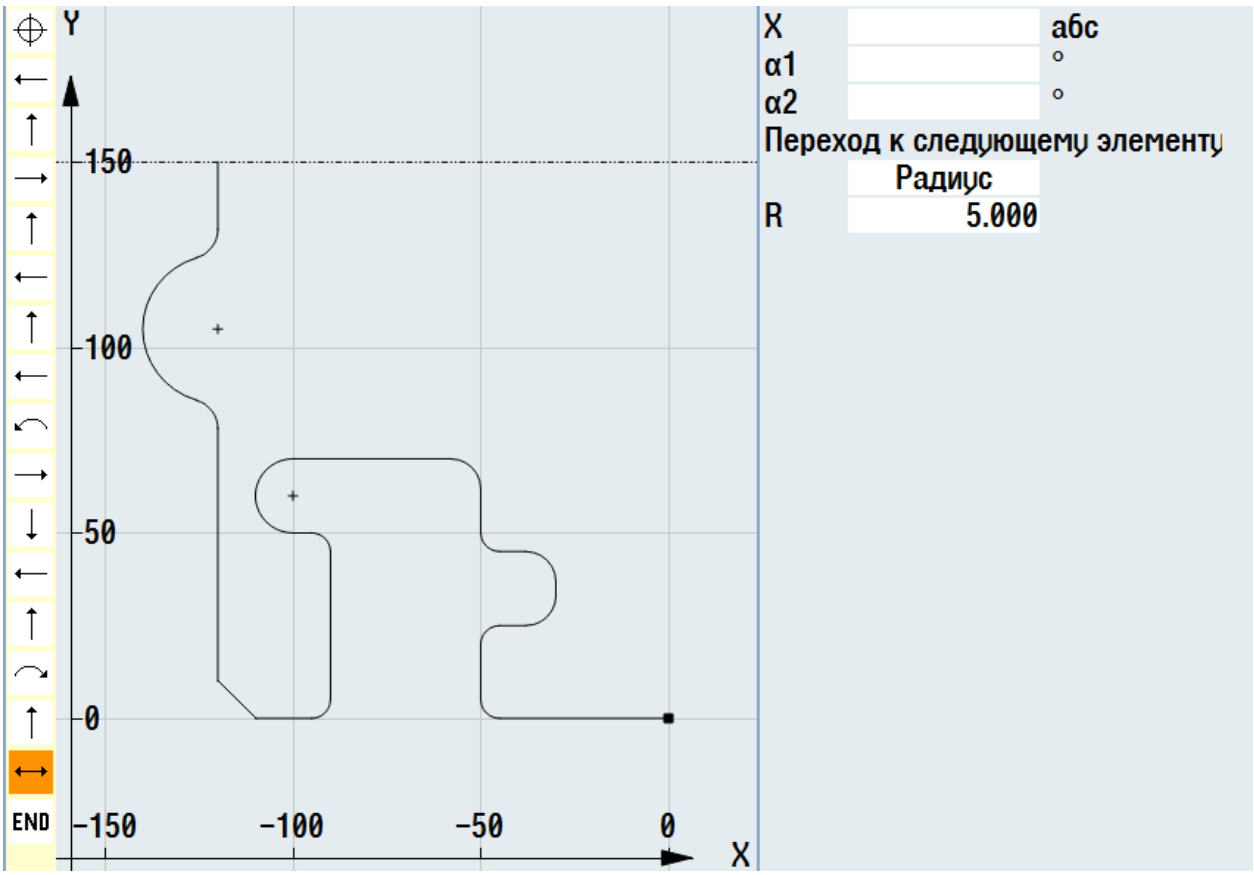


Далее строим прямую, параллельную оси Y.
Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 5 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.



Далее строим прямую, параллельную оси X. Так как размер до конечной точки не задан ни от начальной точки, ни от предыдущей точки, и вычислить его не представляется возможным, то оставим поля незаполненными, но при построении следующего элемента необходимо будет указать все параметры (3 для прямой – конечную точку по оси X, конечную точку по оси Y и угол наклона, 4 для окружности – конечная координата по оси X, конечная координата по оси Y, радиус окружности, координата центра окружности по оси X или координата центра окружности по оси Y).
Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 8 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.

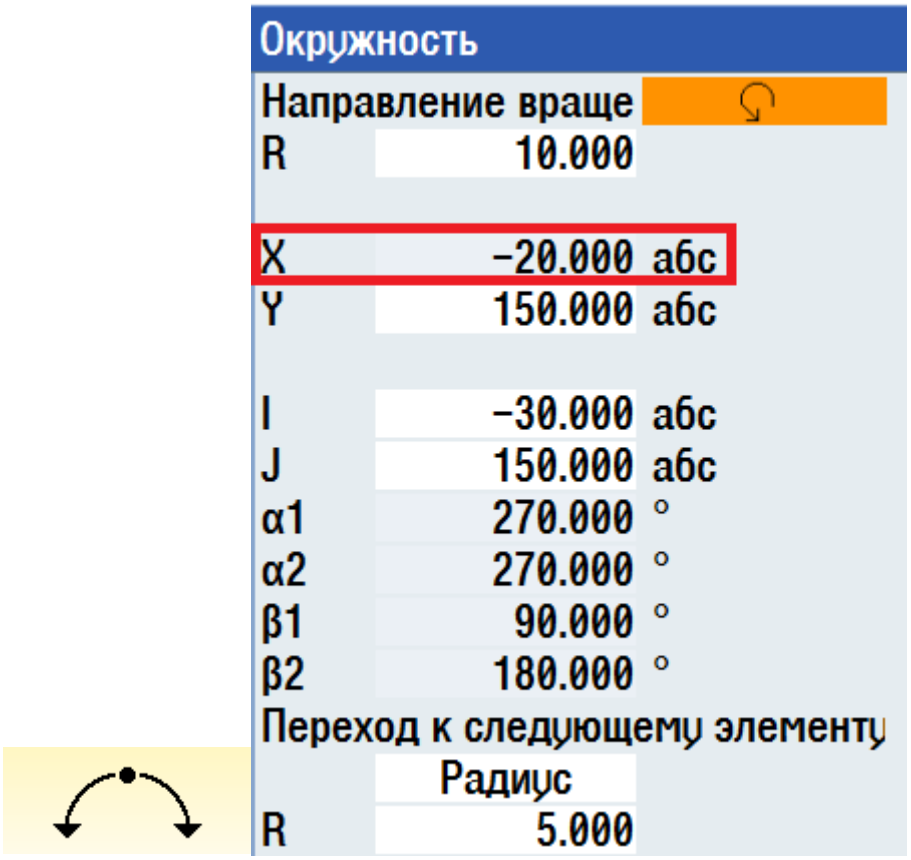




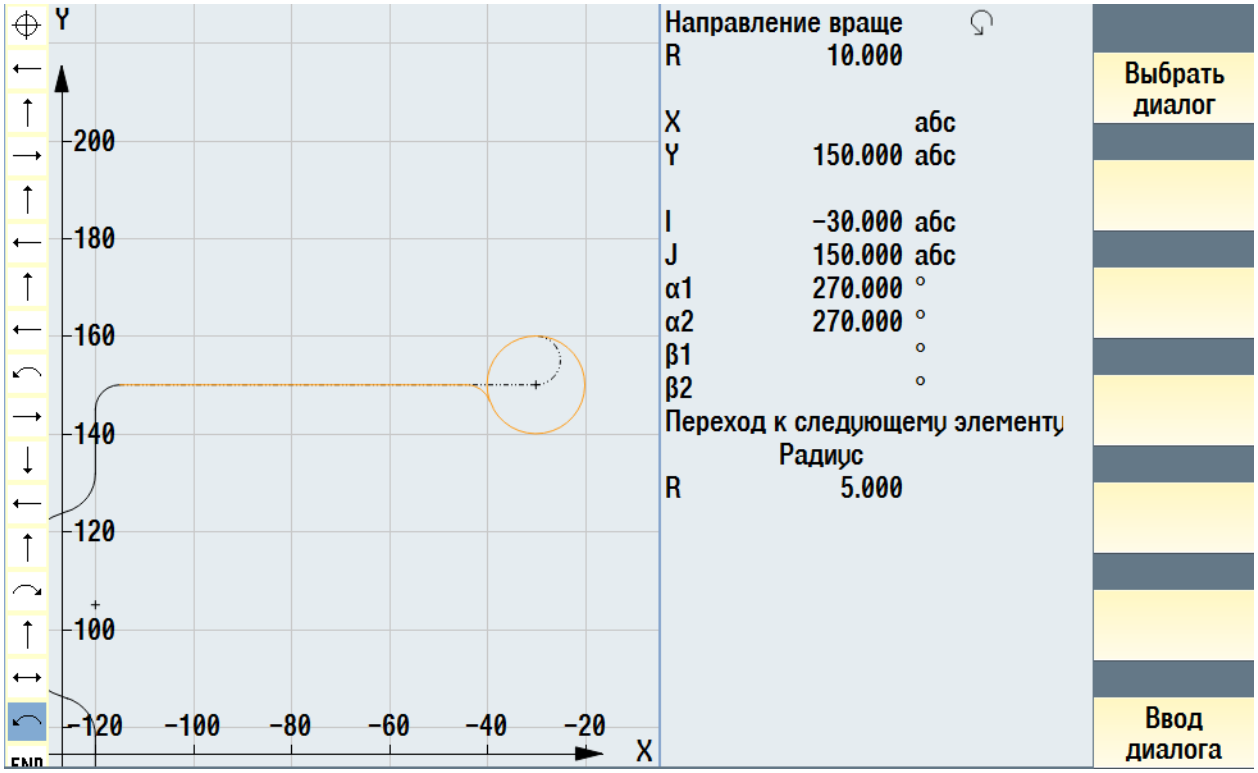
Далее строим дугу по параметрам. В нашем случае для построения окружности (или её части) необходимо знать 4 из 5и параметров: конечная координата по оси X, конечная координата по оси Y, радиус окружности, координата центра окружности по оси X, координата центра окружности по оси Y.

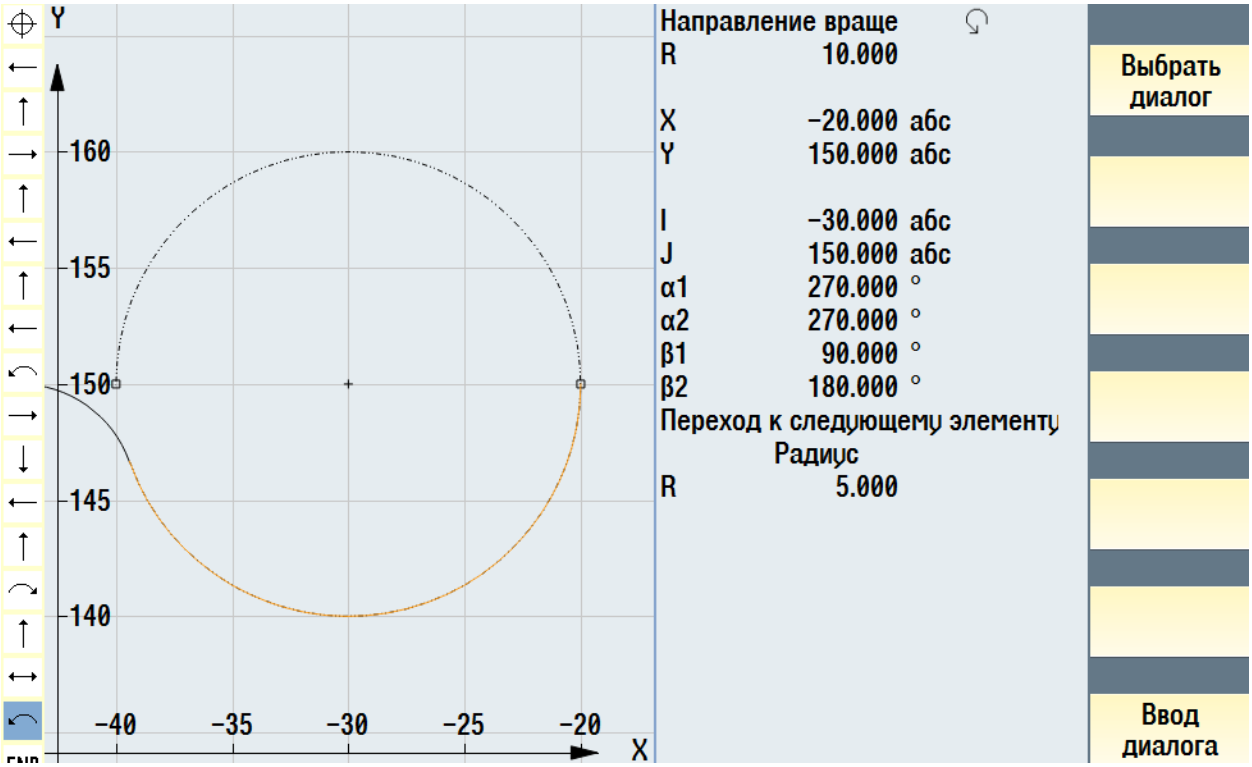
В нашем случае известно направление дуги (по часовой стрелке), радиус 10 мм, конечная точка по оси Y, центр окружности по оси X и центр окружности по оси Y. Запишем эти значения в таблицу построений.

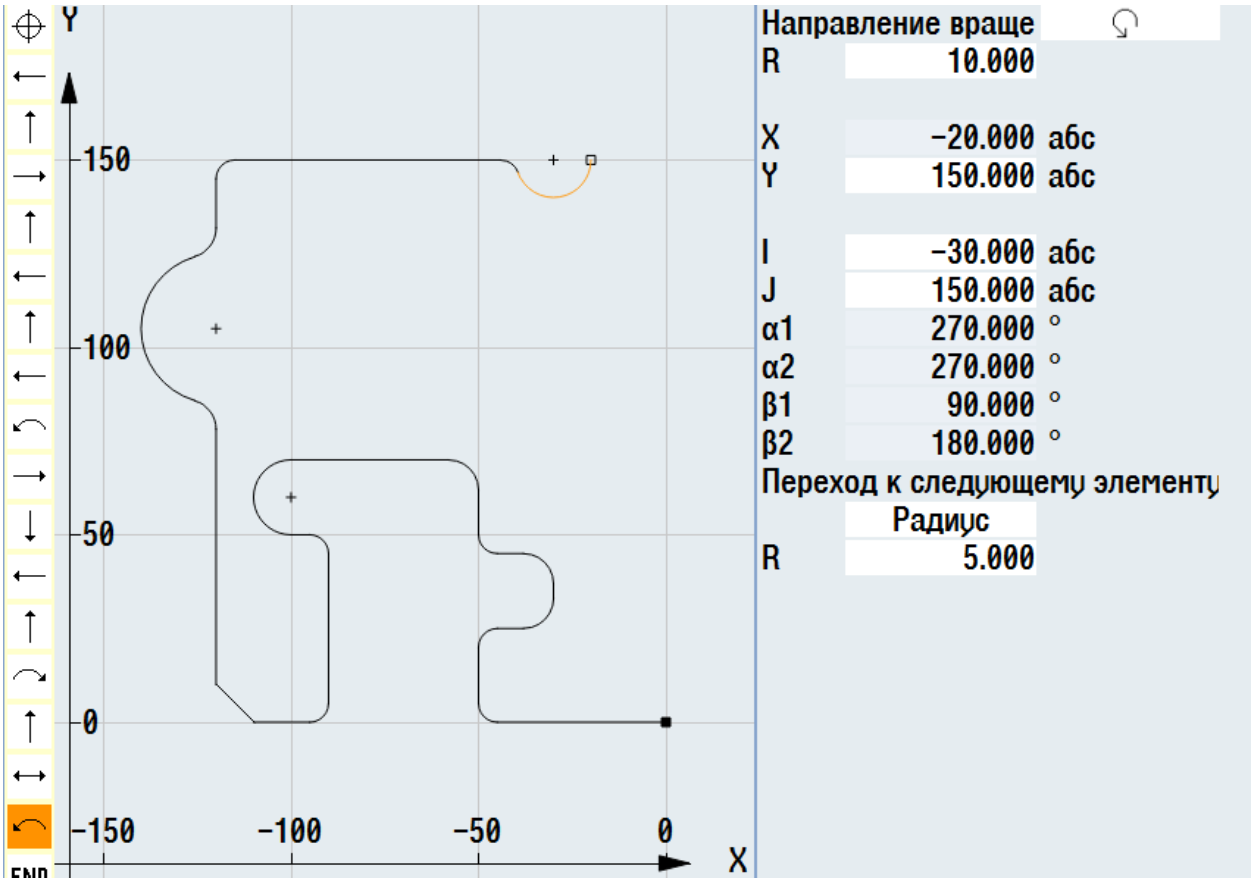
Так как на конце дуги присутствует элемент скругление с радиусом 5 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.



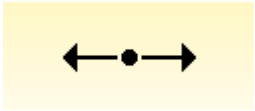
Примечание: в некоторых случаях система ЧПУ запросит выбор необходимой дуги из 2х предложенных (иногда 2 раза подряд). Определиться с выбором можно через графическое отображение этих дуг. Переключаться можно кнопкой «Выбрать диалог», а подтвердить выбор кнопкой «Ввод диалога».

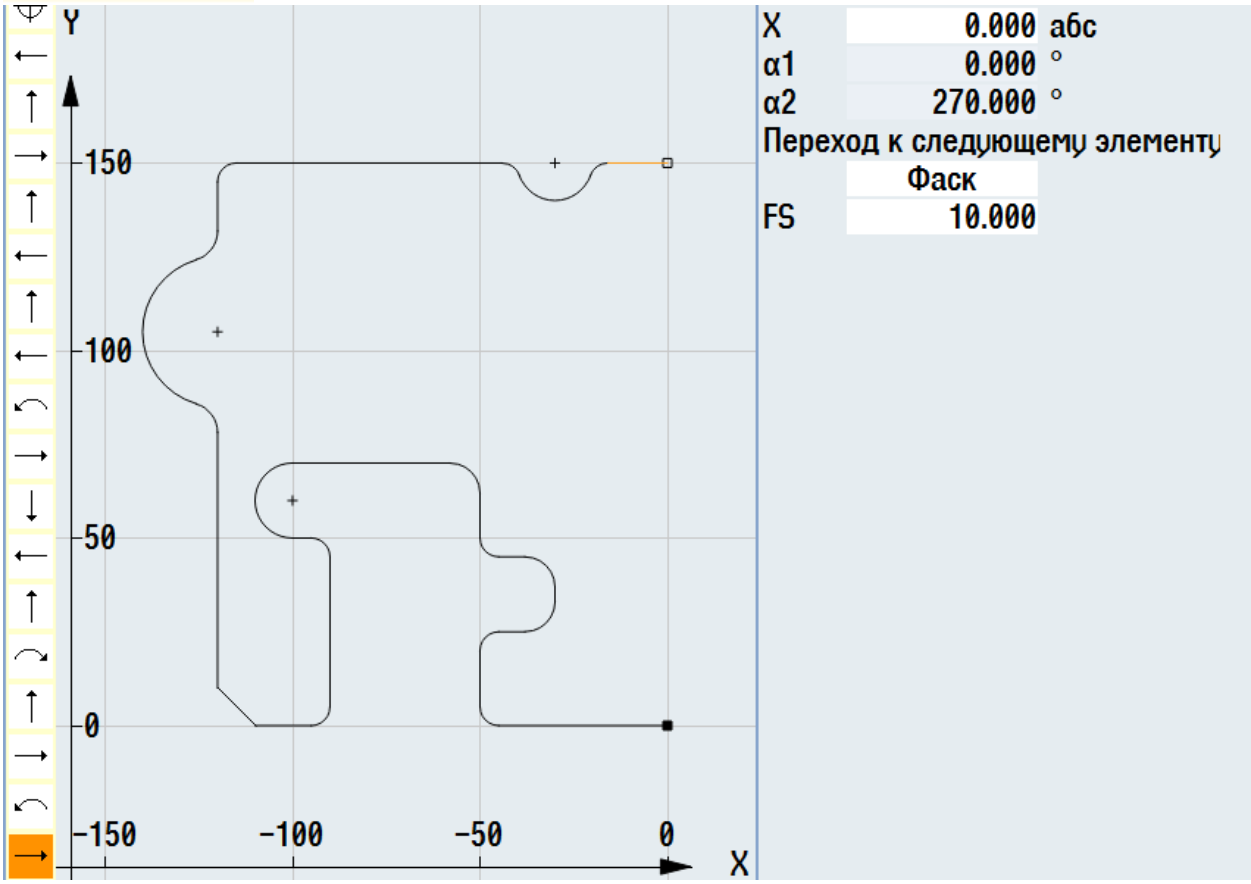




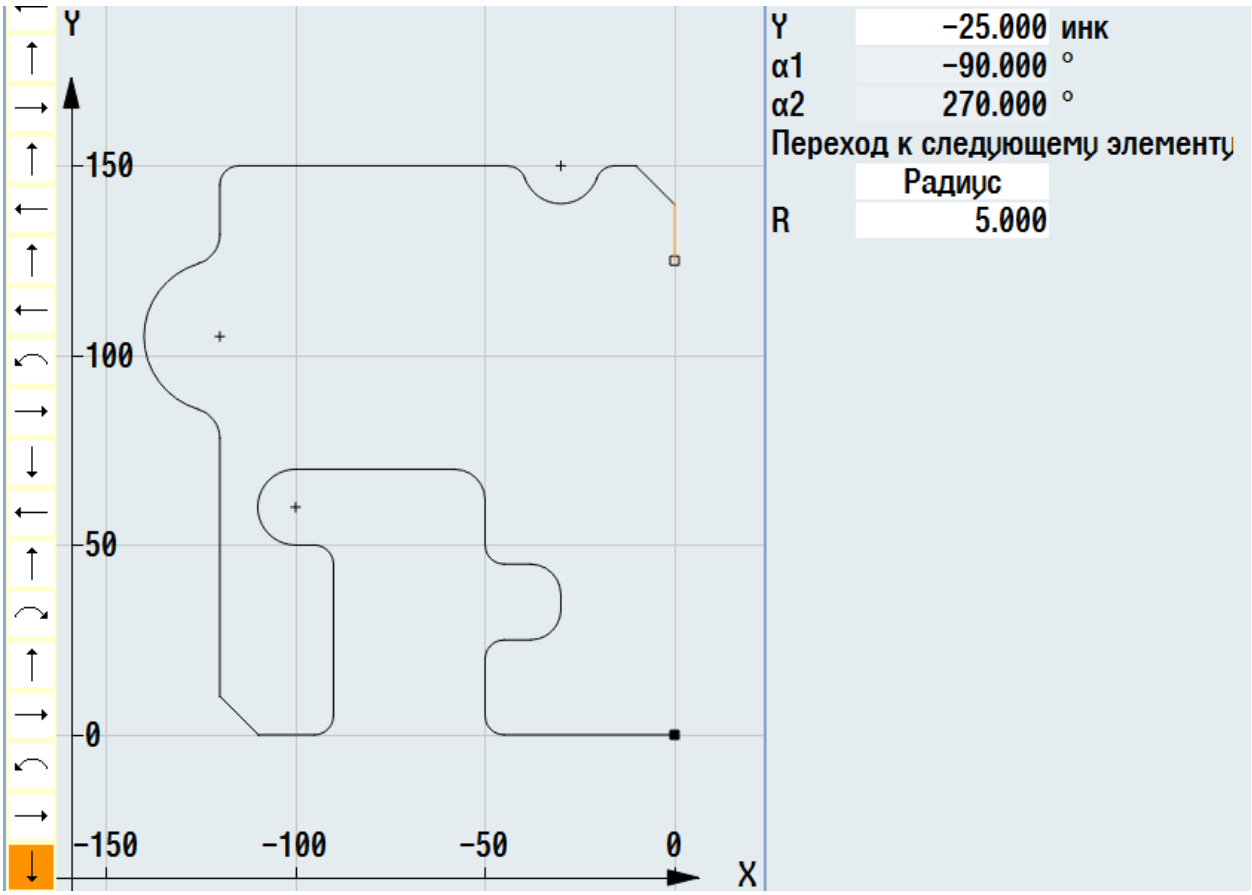


Далее строим прямую, параллельную оси X.
Так как на конце прямой присутствует элемент фаска 10 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.

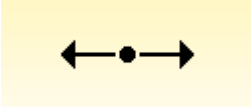


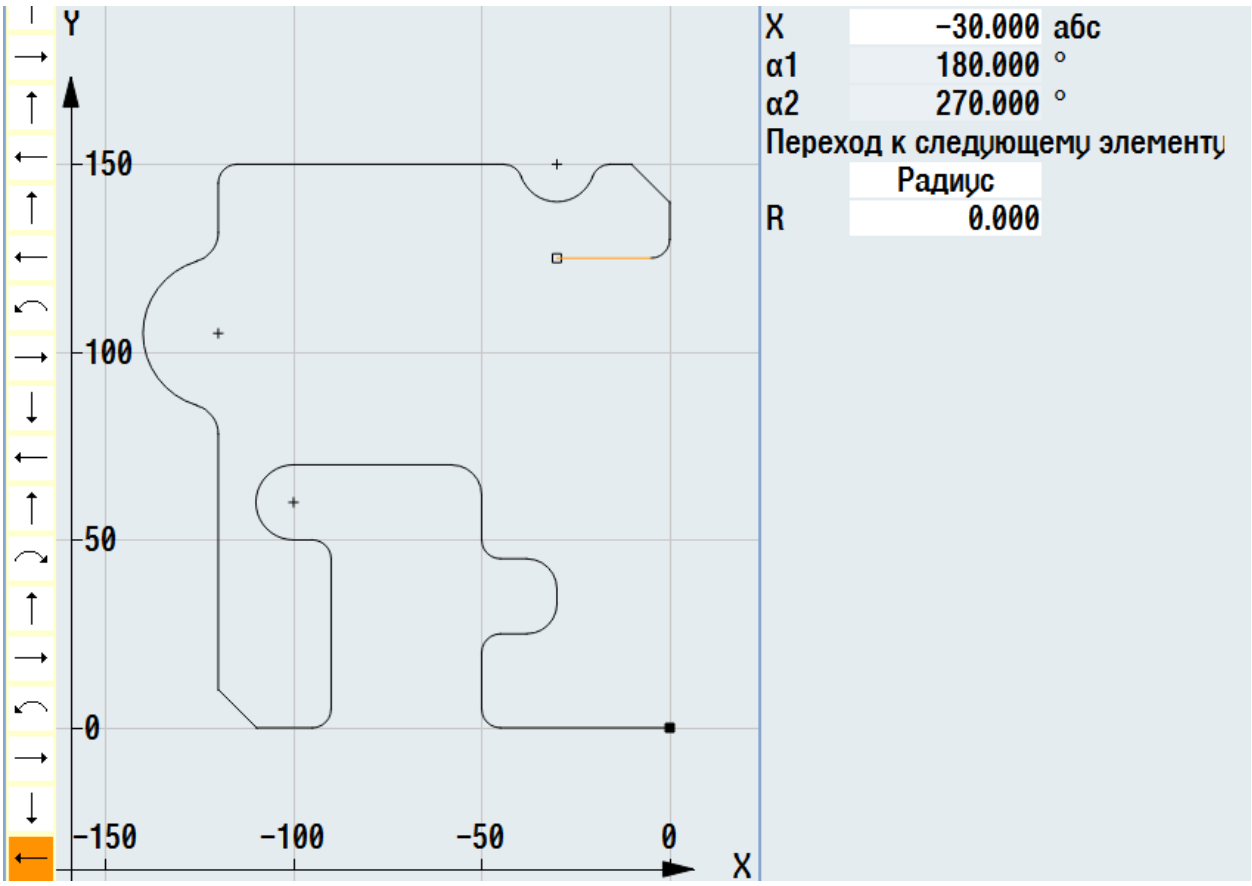


Далее строим прямую, параллельную оси Y. Так как размер до конечной точки задан не от начальной точки, а от предыдущей, то и запрограммировать координату конечной можно в инкрементном режиме. Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 5 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.



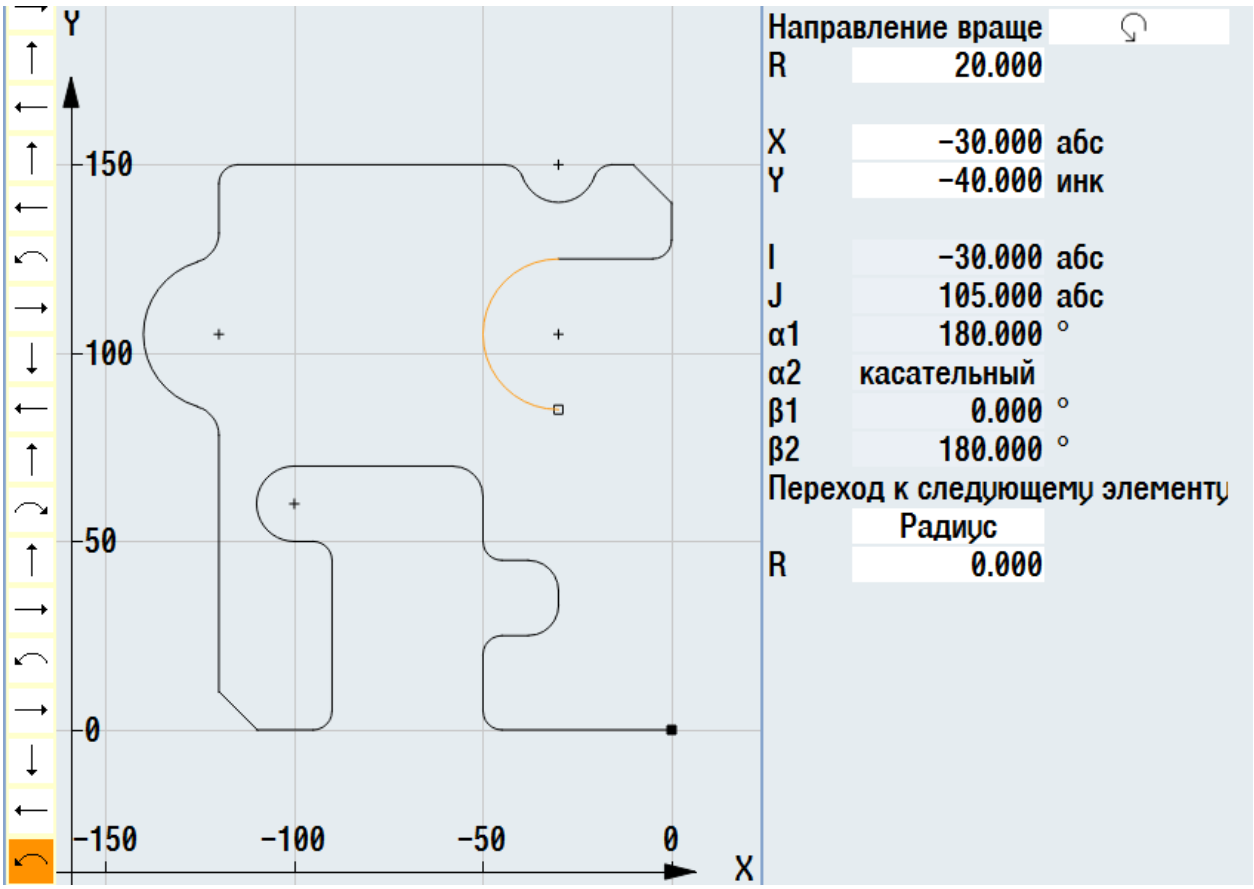
Далее строим прямую, параллельную оси X.



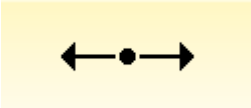


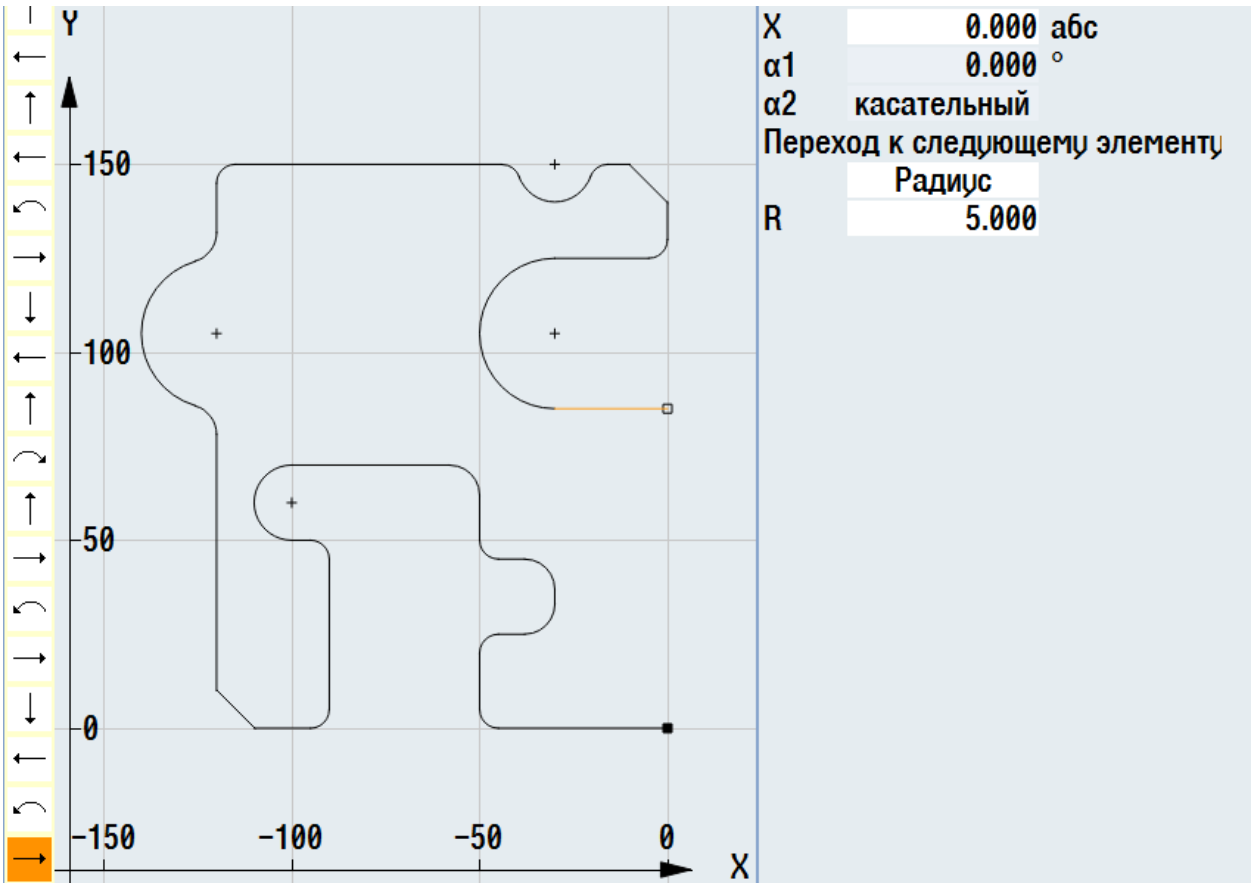
Так как следующий элемент – скругление – выполнить через сопряжение невозможно, воспользуемся построением дуг по параметрам. Для построения окружности (или её части) необходимо знать 3 из 5и параметров: конечная координата по оси X, конечная координата по оси Y, радиус окружности, координата центра окружности по оси X, координата центра окружности по оси Y.

В нашем случае известно направление дуги (против часовой стрелки), радиус (10 мм), конечная точка по оси X и конечная точка по оси Y в инкрементном режиме. Запишем эти значения в таблицу построений.

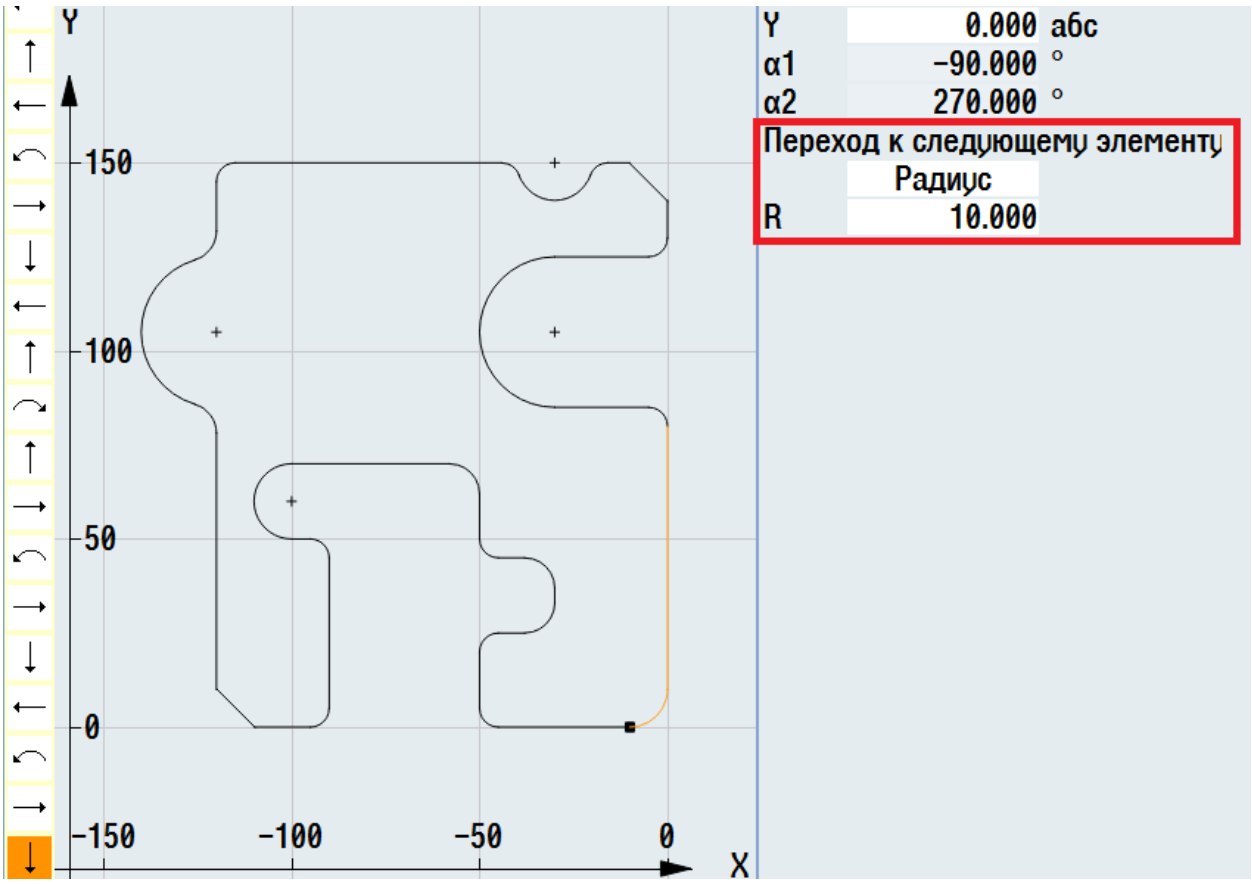


Далее строим прямую, параллельную оси X.
Так как на конце прямой присутствует элемент скругление с радиусом 5 мм, то отразим это в контуре, заполнив соответствующее поле.

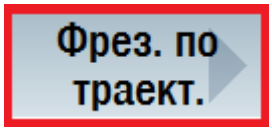




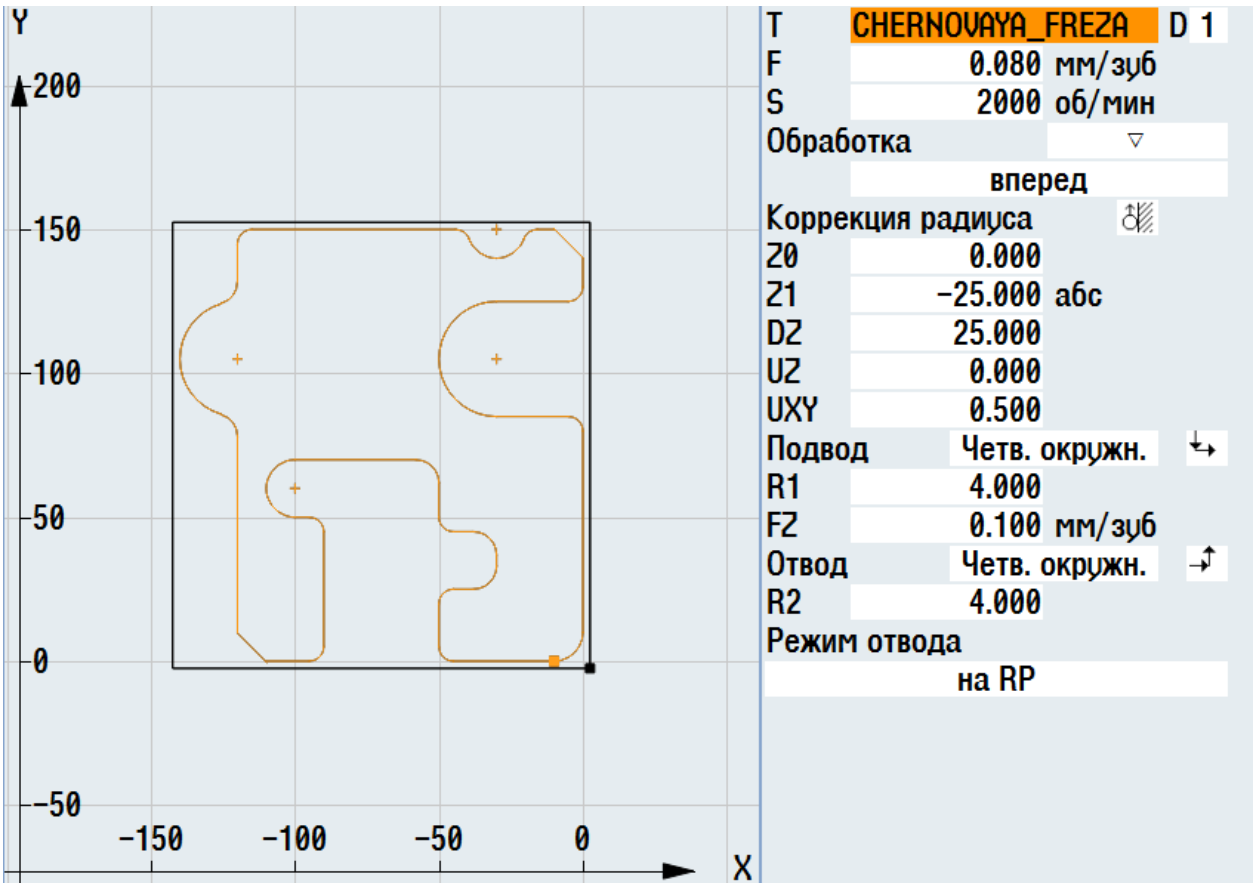
Далее строим прямую, параллельную оси X.
Siemens ShopMill не позволяет начинать фрезерную траекторию с фаски или радиуса, но позволяет заканчивать данными видами сопряжений. Так как наша конечная точка совпадает с начальной, мы можем закончить построение радиусом 10 мм.



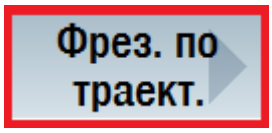
2.9. Далее задаем параметры черновой обработки построенного контура. Для этого нужно на боковой панели нажать клавишу «Фрезеровать по траектории».



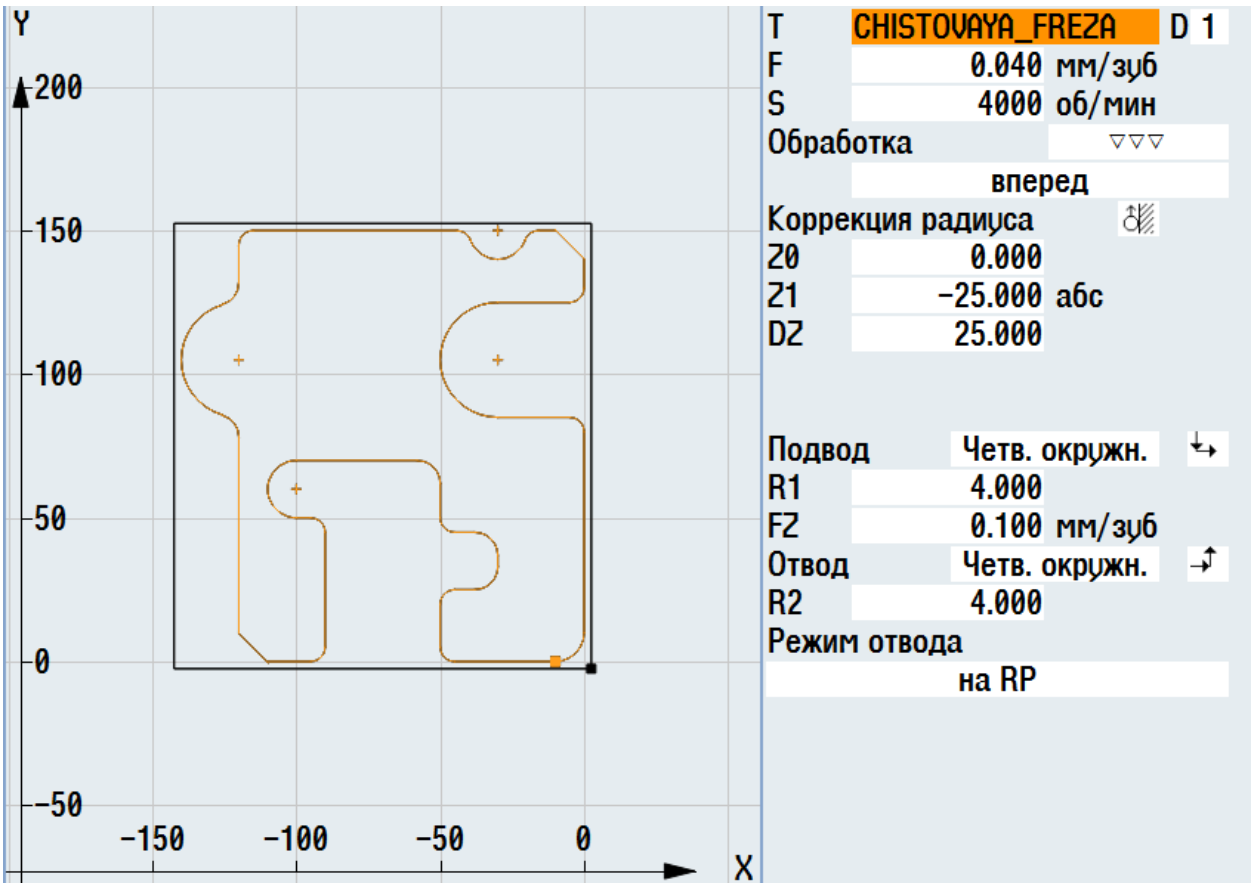
Заполняем таблицу в соответствии с заданными условиями: выбираем инструмент из заполненного ранее магазина, вводим рекомендованный производителем режущего инструмента режим резания (скорость, подачу, величину съёма, припуск на чистовую обработку), задаем глубину обработки (начальная и конечная точка по оси Z), выбираем тип обработки –черновая, заполняем подводы и отводы инструмента к заготовке (тип, направление, величина, подача).



2.10. Далее задаем параметры чистовой обработки построенного контура. Для этого нужно на боковой панели нажать клавишу «Фрезеровать по траектории».

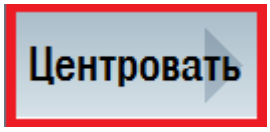


Заполняем таблицу в соответствии с заданными условиями: выбираем инструмент из заполненного ранее магазина, вводим рекомендованный производителем режущего инструмента режим резания (скорость, подачу, величину съёма), задаем глубину обработки (начальная и конечная точка по оси Z), выбираем тип обработки – чистовая, заполняем подводы и отводы инструмента к заготовке (тип, направление, величина, подача).

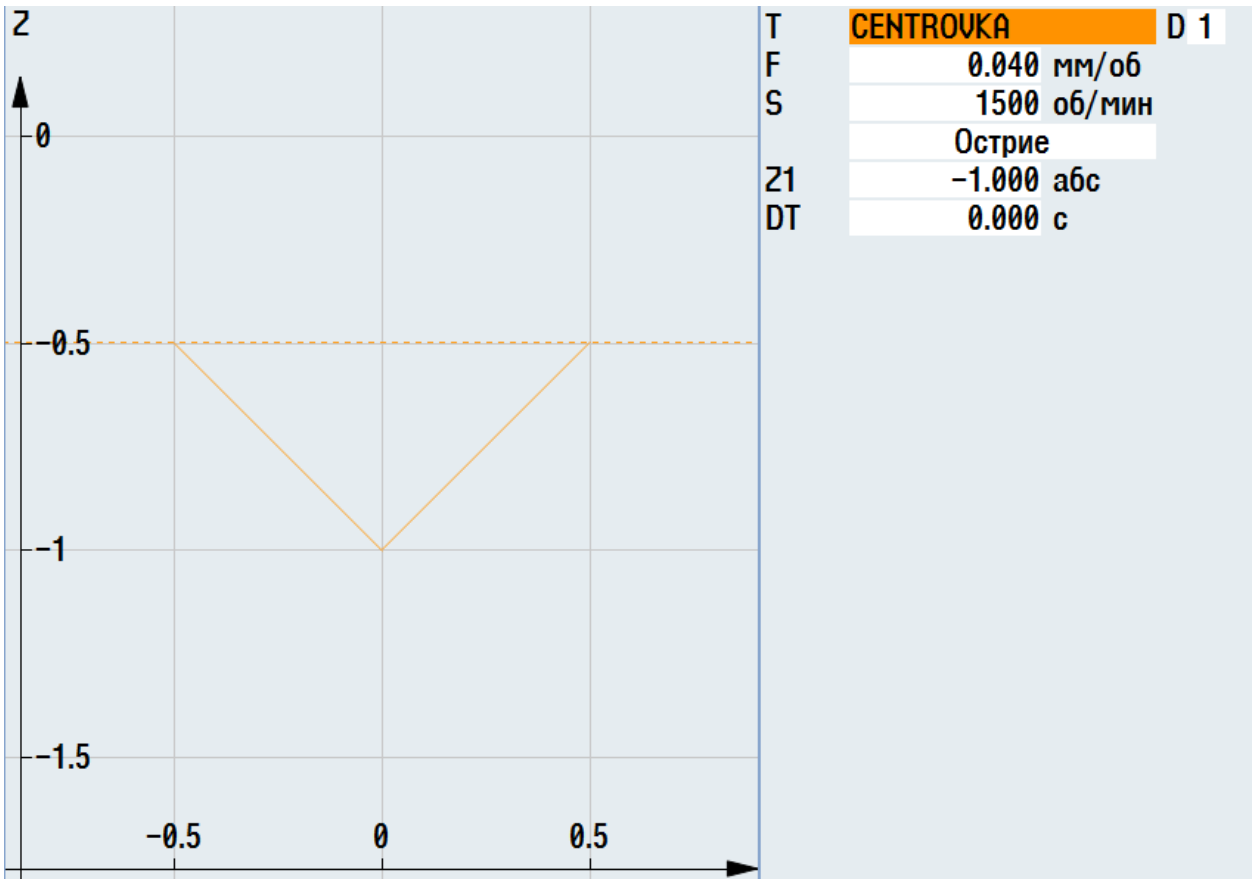


2.11. Четвертым переходом является центрование массива отверстий на торце детали для последующего сверления. Обычно глубина центрования не превышает 1-2 мм. Этого вполне достаточно, чтобы сверление прошло без перекоса. Для задания параметров резьбы нажмите клавишу «Сверление» на нижней панели

Затем клавишу «Центровать» на правой боковой панели.

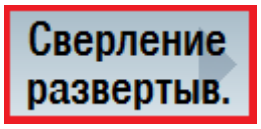


Заполняем таблицу в соответствии с заданными условиями: выбираем инструмент из заполненного ранее магазина, вводим рекомендованный производителем режущего инструмента режим резания (скорость, подача), выбираем тип центрования: до конечной точки или до получения диаметра (используется для получения фасок в отверстии) и размер.
В нашем случае центрование на глубину 1 мм, так как диаметр центровки меньше диаметра сверла, следующего за ним.



2.12. Пятым переходом является сверление массива отверстий на торце детали для последующего резьбонарезания. Для задания параметров сверления нажмите клавишу «Сверление» на нижней панели.

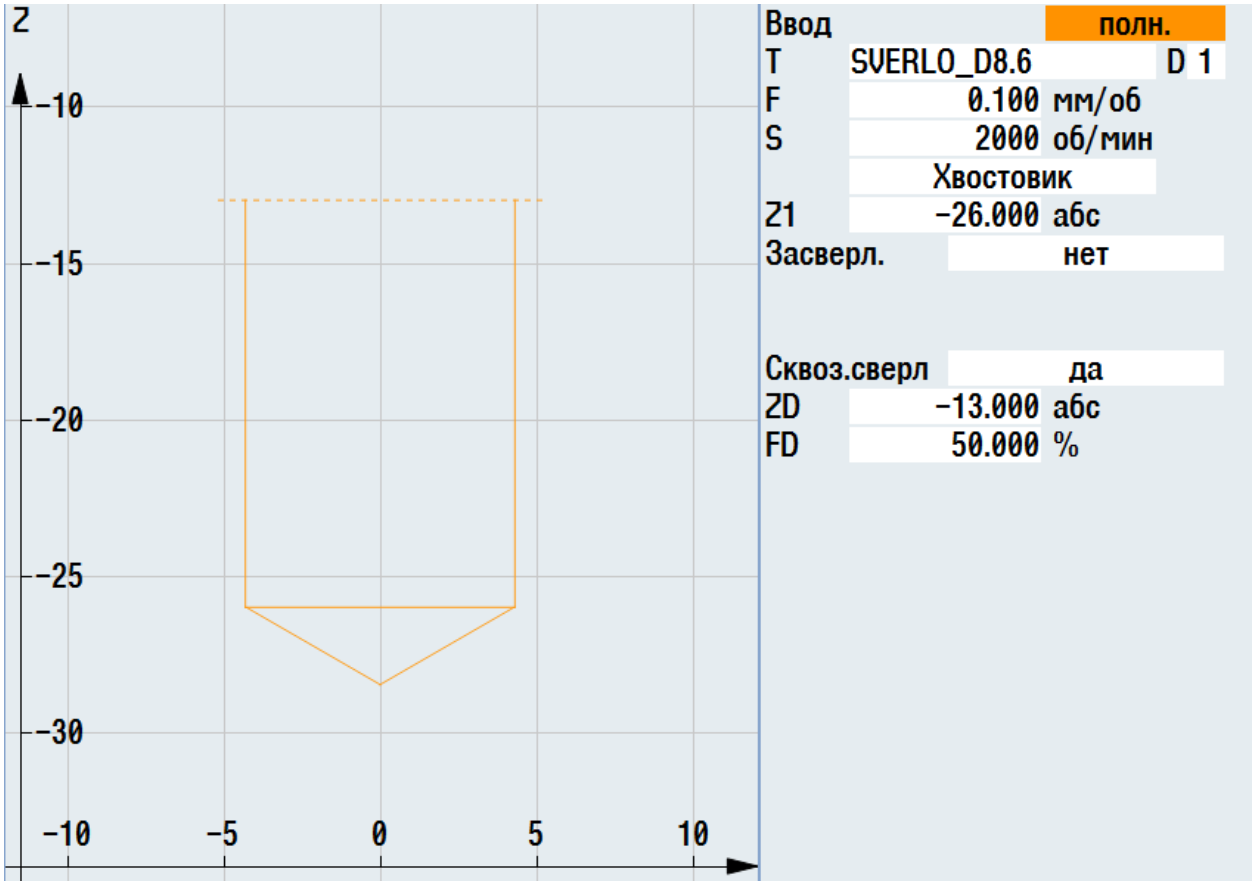
Затем клавишу «Сверление, Развертывание» на правой боковой панели.



Заполняем таблицу в соответствии с заданными условиями: выбираем инструмент из заполненного ранее магазина, вводим рекомендованный производителем режущего инструмента режим резания (скорость, подача), вводим геометрические параметры сверления (конечная точка, определение глубины по острию или по хвостовику), выбираем тип обработки (с засверливанием или без, с уменьшением подачи при сверлении насквозь или без).

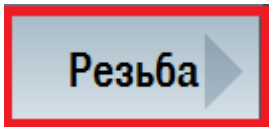
В нашем случае сверление на глубину 26 мм, так как длина детали 25 мм, а нам необходимо просверлить немного дальше, чтобы метчик смог нарезать резьбу до конца. Конечную точку определять по хвостовику, так как деталь сквозная. Сверление производить без засверливания, так как длина отверстия

не превышает его диаметр в 3 раза. Так как деталь сквозная, уменьшим подачу сверла на середине пути.



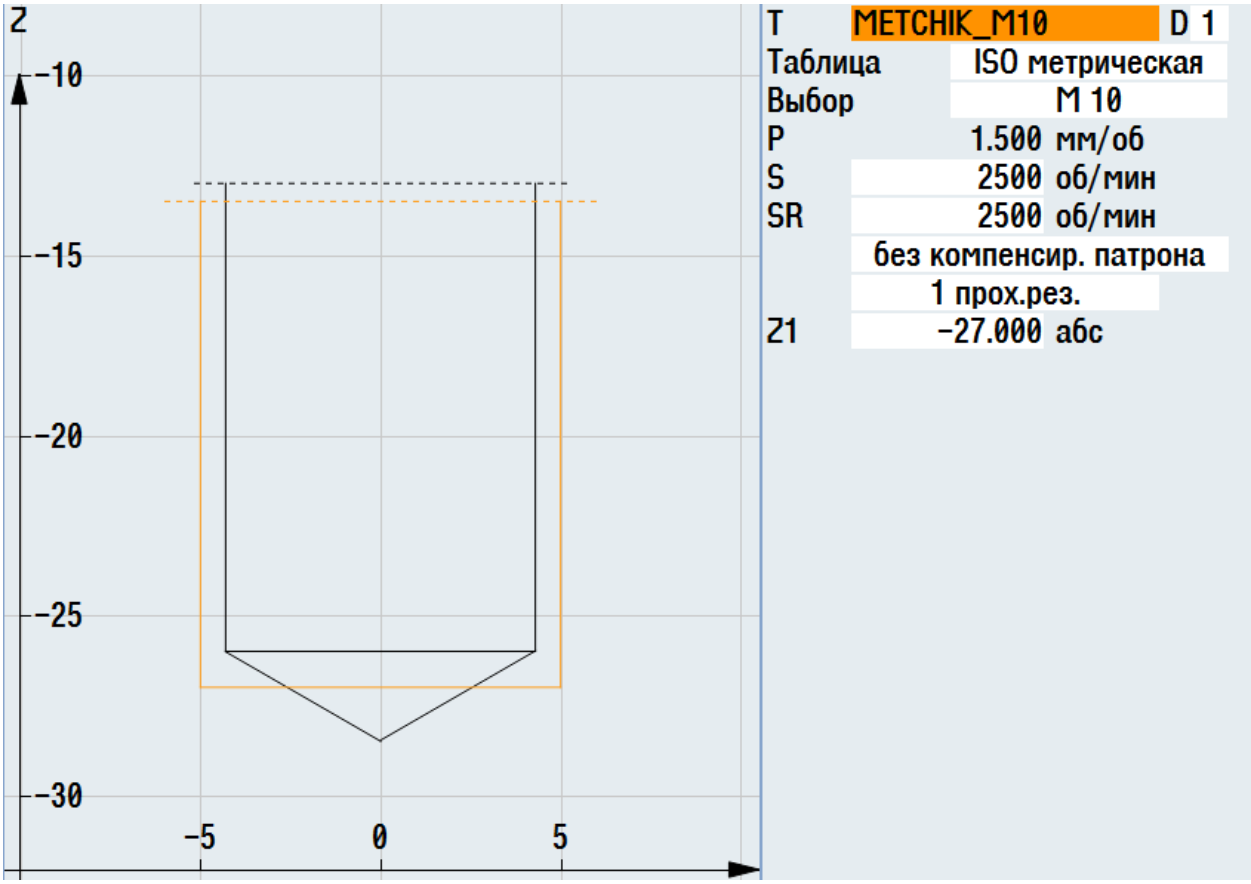
2.13. Шестым переходом является нарезание резьбы в массиве отверстий на торце детали. Для задания параметров нарезания резьбы метчиком нажмите клавишу «Сверление» на нижней панели.

Затем клавишу «Резьба» на правой боковой панели.



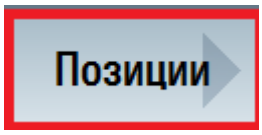
Заполняем таблицу в соответствии с заданными условиями: выбираем инструмент из заполненного ранее магазина, вводим рекомендованный производителем режущего инструмента режим резания (скорость ввода, скорость вывода), вводим геометрические параметры нарезания резьбы (конечная точка, шаг), выбираем тип обработки (с использованием компенсирующей втулки в патроне или без, количество проходов).
В нашем случае резьба табличная, поэтому воспользуемся встроенной в систему ЧПУ таблицей резьбы. Конечная точка должна находится чуть

дальше конечного размера детали, так как метчик имеет заходную часть. Так как резьба однозаходная, то обороты на выходе, как правило, такие же как на заходе. Так как длина резьба сквозная, то её нарезание производим без компенсирующей втулки в патроне и нарезание производится за 1 раз.

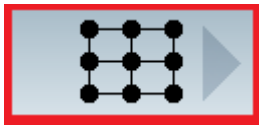


2.14. Далее задаем координаты для массива отверстий. Для задания координат нажмите клавишу «Сверление» на нижней панели

Затем клавишу «Позиции» на правой боковой панели.

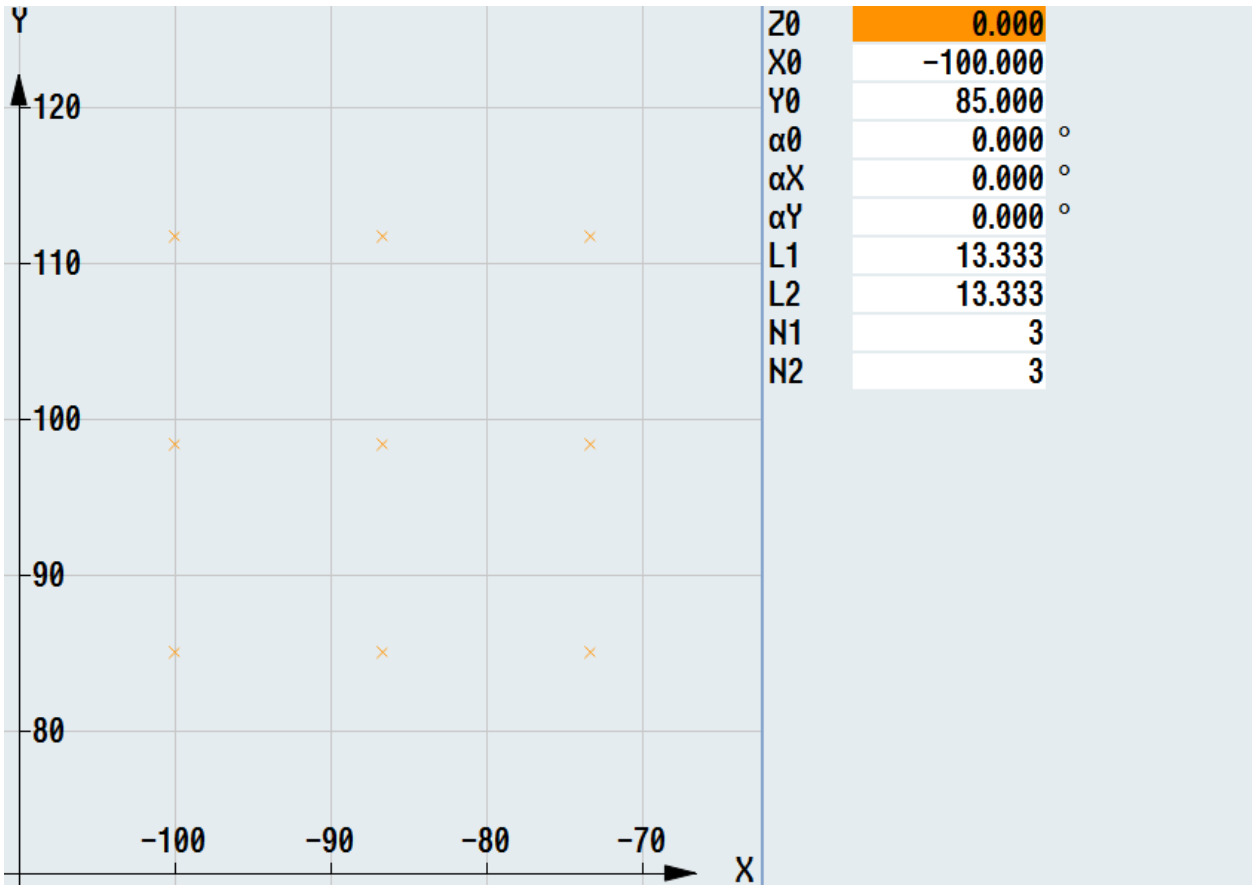


Так как в нашем случае расположение массива отверстий соответствует типу «Решётка», то выберем данный тип, нажав соответствующую кнопку на правой боковой панели.



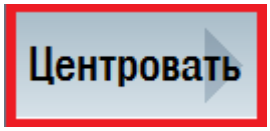
Заполняем таблицу в соответствии с выбранными условиями – вводим геометрические параметры массива: начальная точка по оси X, начальная точка по оси Y, начальная точка по оси Z, углы наклона массива к каждой из осей координат, расстояние между отверстиями по осям X и Y, количество строк и столбцов.
Примечание: система ShopMill начинает отсчет с левого нижнего угла, поэтому если эта точка не определена, то её необходимо вычислить.
В нашем случае 3 строки и 3 столбца, а расстояние между отверстиями система может вычислить сама до 3го знака: 40/3=13.333.

Решетка позиций		
Z0	0.000	
X0	-100.000	
Y0	85.000	
α0	0.000	°
αX	0.000	°
αY	0.000	°
L1	40/3	
L2	40/3	
N1	3	
N2	3	

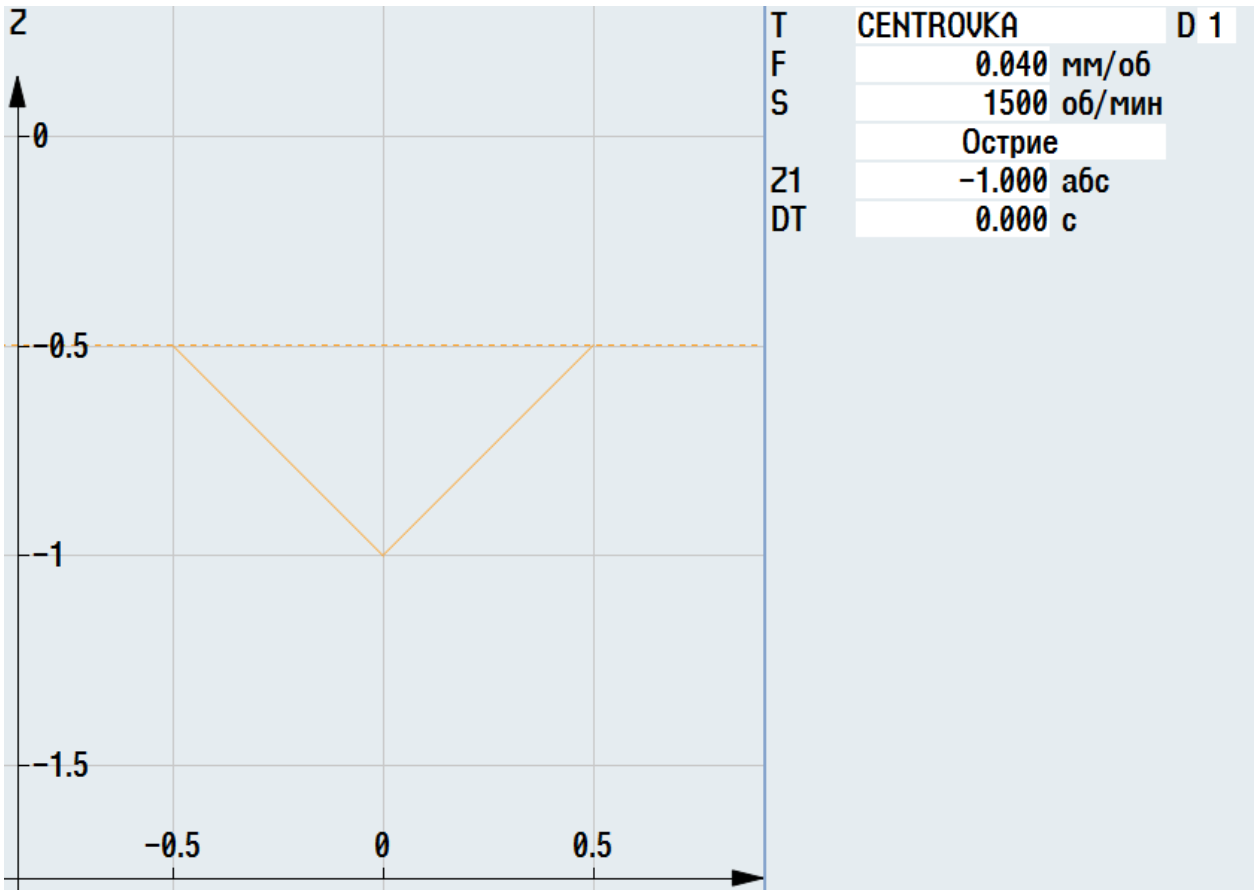


2.15. Седьмым переходом является центрование 2х отверстий на торце детали для последующего сверления. Обычно глубина центрования не превышает 1-2 мм. Этого вполне достаточно, чтобы сверление прошло без перекоса. Для задания параметров центрования нажмите клавишу «Сверление» на нижней панели

Затем клавишу «Центровать» на правой боковой панели.

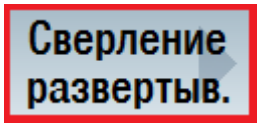


Заполняем таблицу в соответствии с заданными условиями: выбираем инструмент из заполненного ранее магазина, вводим рекомендованный производителем режущего инструмента режим резания (скорость, подача), выбираем тип центрования: до конечной точки или до получения диаметра (используется для получения фасок в отверстии) и размер.
В нашем случае центрование на глубину 1 мм, так как диаметр центровки меньше диаметра сверла, следующего за ним.



2.16. Восьмым переходом является сверление 2х отверстий на торце детали. Для задания параметров сверления нажмите клавишу «Сверление» на нижней панели.

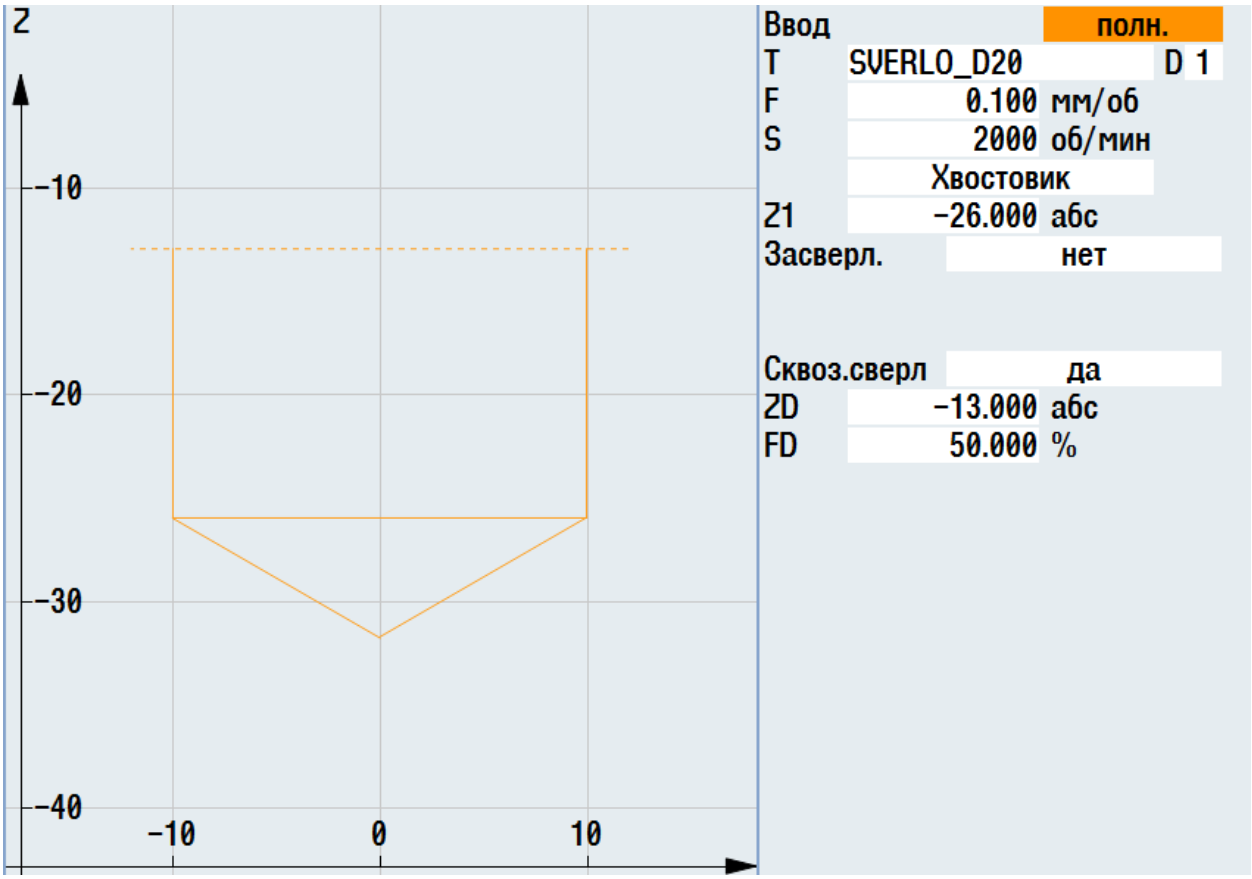
Затем клавишу «Сверление, Развертывание» на правой боковой панели.



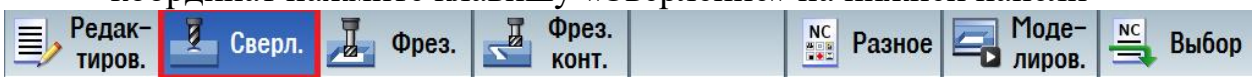
Заполняем таблицу в соответствии с заданными условиями: выбираем инструмент из заполненного ранее магазина, вводим рекомендованный производителем режущего инструмента режим резания (скорость, подача), вводим геометрические параметры сверления (конечная точка, определение глубины по острию или по хвостовику), выбираем тип обработки (с засверливанием или без, с уменьшением подачи при сверлении насквозь или без).

В нашем случае сверление на глубину 26 мм, так как длина детали 25 мм, а нам необходимо просверлить немного дальше, чтобы метчик смог нарезать резьбу до конца. Конечную точку определять по хвостовику, так как деталь сквозная. Сверление производить без засверливания, так как длина отверстия

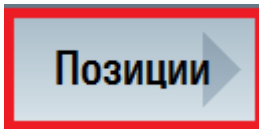
не превышает его диаметр в 3 раза. Так как деталь сквозная, уменьшим подачу сверла на середине пути.



2.17. Далее задаем координаты для массива отверстий. Для задания координат нажмите клавишу «Сверление» на нижней панели

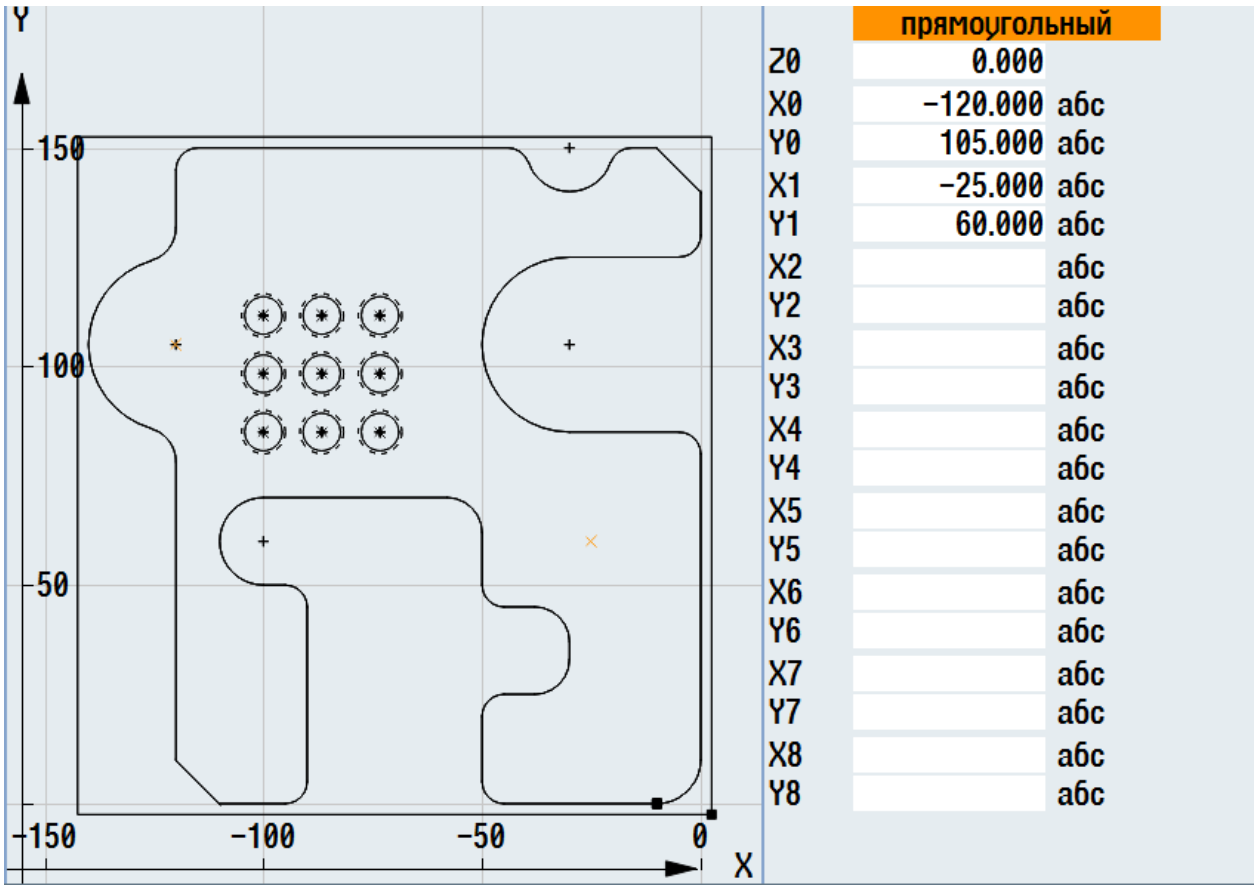


Затем клавишу «Позиции» на правой боковой панели.



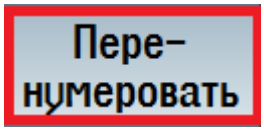
Так как в нашем случае расположение отверстий произвольное, то выберем данный тип, нажав соответствующую кнопку на правой боковой панели.

Заполняем таблицу в соответствии с выбранными условиями – вводим геометрические параметры массива: начальные точки по оси X и по оси Y для каждого отверстия.
В нашем случае все эти точки известны.

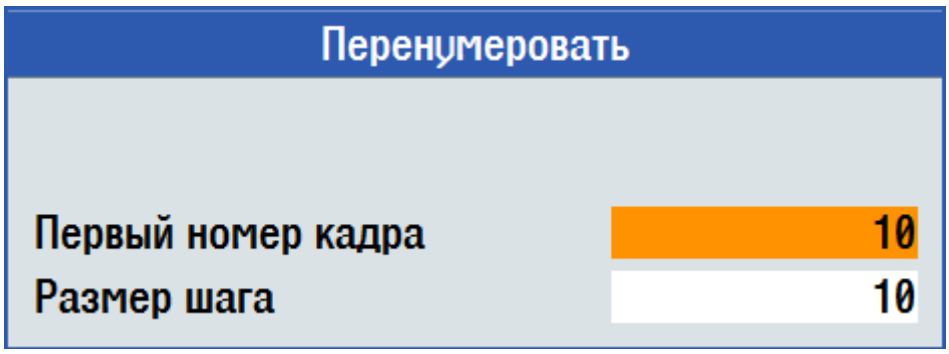


2.18. Для упорядочивания кадров управляющей программы вводится их нумерация.
Нажмите клавишу «Редактирование» на нижней панели.

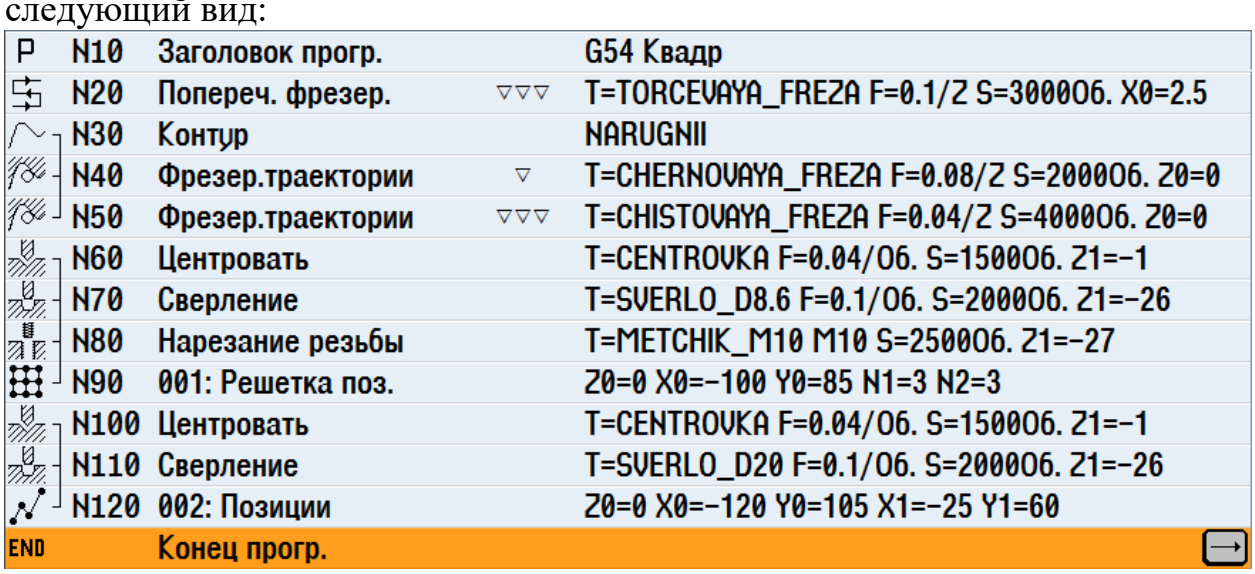
Затем на боковой панели нажмите клавиши



Введите номер первого кадра и шаг нумерации.



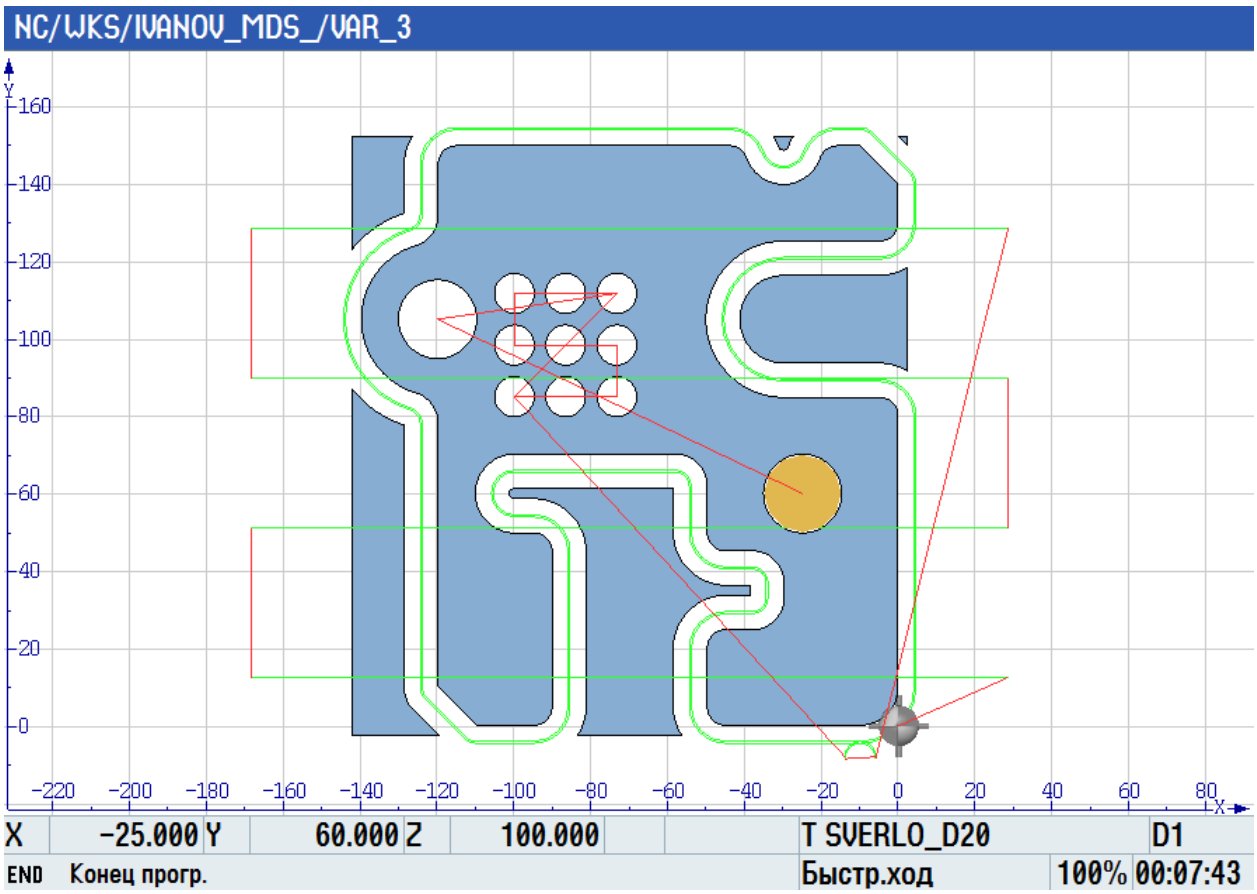
Текст управляющей программы, написанный в ShopTurn будет иметь следующий вид:



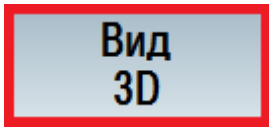
Нумерация помогает быстро определить в каком кадре ошибка в режиме «Моделирования».

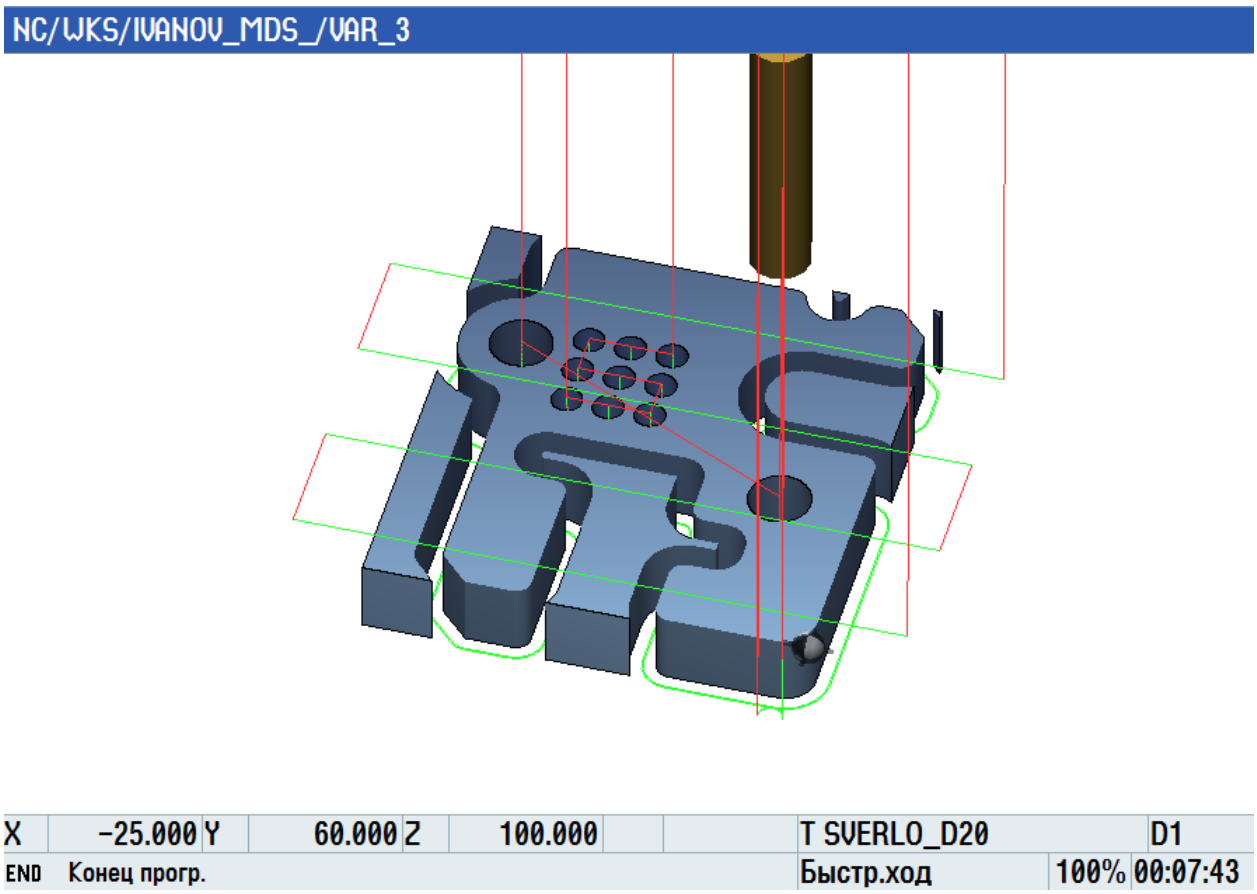
2.19. Проверить правильность можно через режим моделирования. Нажмите клавишу «Моделирование» на нижней панели.

По умолчанию в режиме моделирования открывается вид сверху.



Также в режиме моделирования можно посмотреть 3D-модель детали. Для этого нажимаем клавишу «Вид 3D» на правой боковой панели.





На обоих видах есть линии перемещения инструмента: красные – холостые ходы, зеленые – рабочие.
В правом нижнем углу отображается время обработки детали, согласно введенным режимам резания.

3. Содержание отчета

1) Операционный эскиз детали с последовательностью ее обработки.
2) Назначение режимов резания.
3) Расчетно-технологическая карта.

4) Управляющая программа в коде **Siemens ShopMill** (скриншот программы, инструментального магазина, вида готовой детали сверху и в 3D).

4. Вопросы для контроля:

1. Какие рабочие движения реализуются при фрезерной обработке?
2. Какие основные технологические параметры используются при фрезерной обработке?
3. Сколько координатных осей используются при программировании фрезерной обработки? Какие?
4. Как определяется положительное направление осей?
5. Что такое «нулевая точка станка»? Для чего она используется?
6. Что такое «нулевая точка детали»? Для чего она используется?
7. Что понимается под «базовой точкой установки инструмента»? Для чего используется эта точка?
8. Что такое «управляющая программа»?
9. Что такое «кадр управляющей программы»?
10. Что понимается под системой ЧПУ?
11. Для чего предназначен программный модуль ShopMill?
12. Как в программном модуле ShopMill осуществляется нумерация кадров?
13. Что такое «слово» в управляющей программе?
14. Для чего предназначены G-команды?
15. Для чего предназначены M-команды?
16. Что означает «модальность команды?
17. Какие команды используются для программирования перемещений?
18. Как программируется скорость вращения шпинделя?
19. Как программируется подача инструмента?
20. Какой командой программируется выбор инструмента?