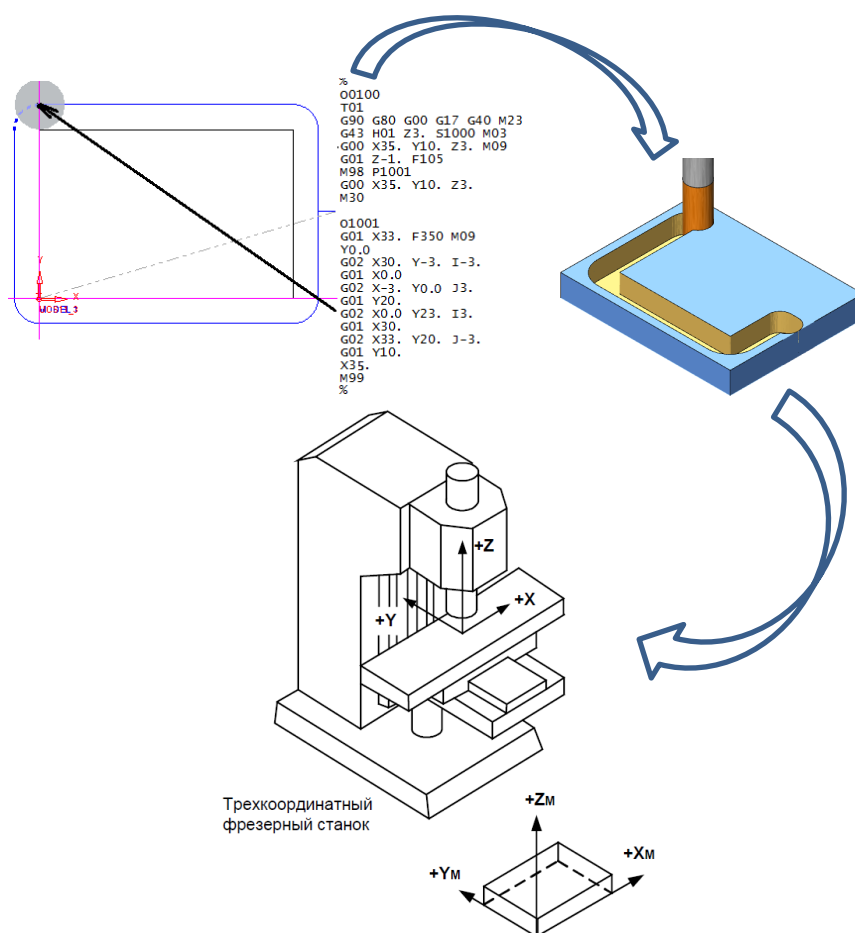


Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Ярославский государственный технический университет

№ 3526



ПРОЕКТИРОВАНИЕ В CAD/CAM СИМАТРОН
МЕХАНООБРАБОТКИ
И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ



Ярославль 2016

УДК 621.9.014.001.24:631.3

МУ 83-16. Проектирование в CAD/CAM CIMATRON механообработки и ее реализация на фрезерном станке с ЧПУ: метод. указания для студентов очного и заочного отделения / Сост.: О.Н. Калачев, В.Д. Белимов. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2016. - 50 с.

Содержит описание методики использования фрезерного станка с ЧПУ для механообработки по УП, спроектированной в модуле NC системы CAD/CAM Cimatron.

Предназначены для студентов 4-го курса очного и 5-го курса заочного отделения направлениям: «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль подготовки «Компьютерно-интегрированное машиностроение» и "Машиностроение», профиль "Технология машиностроения".

Могут быть использованы при обучении студентов других машиностроительных направлений моделированию обработки на станках с ЧПУ в CAD/CAM Cimatron.

Ил. 65. Библиогр. 9.

Рецензенты: кафедра КИ ТМС Ярославского государственного технического университета; А.В. Комиссаров, к.т.н., начальник управления ИТ ОАО АГАТ.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Спроектировать управляющую программу (УП) фрезерной обработки детали прямоугольного контура в CAD/CAM Cimatron, используя инструкцию из [1].

1.2 Выполнить наладку станка и рассмотреть последовательность действий при практической обработке заготовки на настольном вертикально-фрезерном станке [8].

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Контур детали и станок показаны на рисунках 1 и 2.

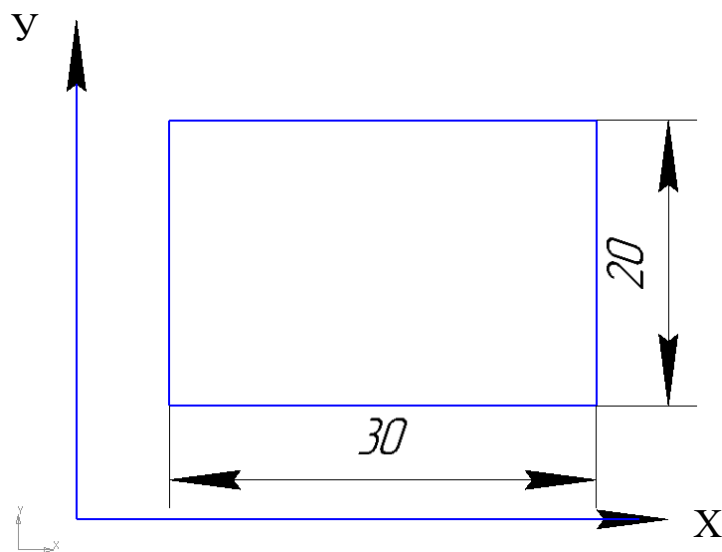


Рисунок 1.1 – Контур детали

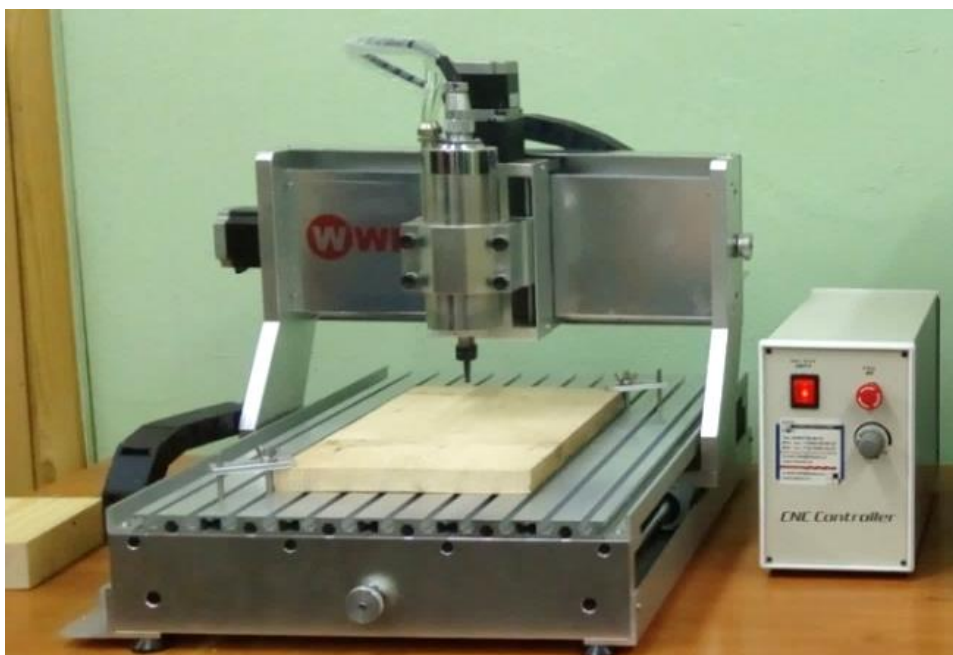


Рисунок 2 – Станок и CNC Controller

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УП В CAD/CAM CIMATRON

3.1 Создание 3D-модели параллелепипеда

По эскизу на рисунке 1 создадим объемную модель параллелепипеда, высота которого пусть составляет (из соображения экономии материала при проведении лабораторной работы) несколько мм.

В рабочем пространстве Cimatron выбираем *Создать новую деталь*, отмечаем *Главные координатные плоскости*, выделяем плоскость ХОУ, вызываем *Эскизник*, строим прямоугольник, образмериваем его и переходим в модуль обработки NC, как показано на рисунках 3-10.

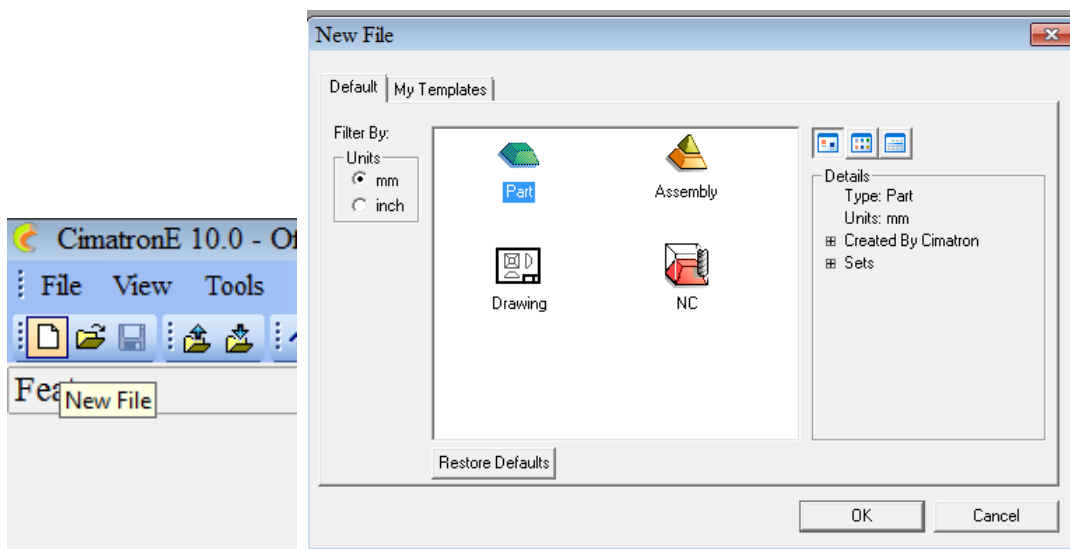


Рисунок 3 – Выбор модуля создания 3D-моделей

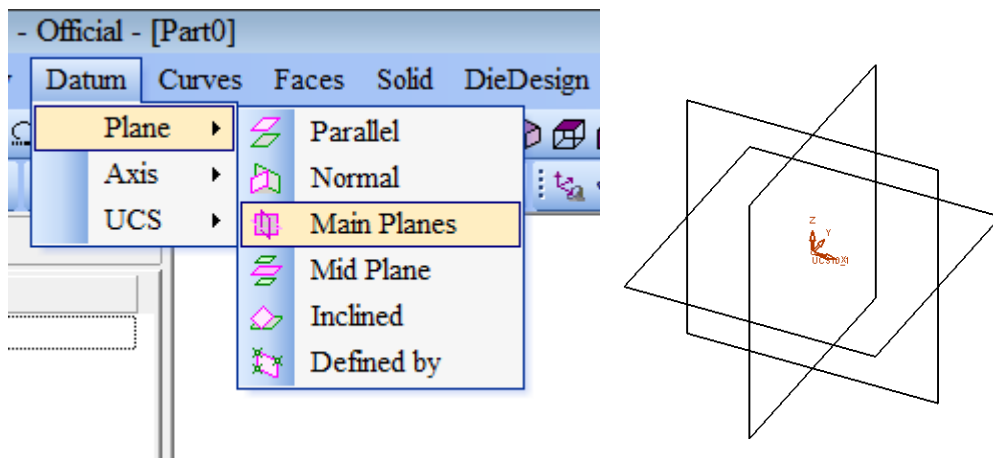


Рисунок 4 – Выбор главных плоскостей (*Main Planes*)

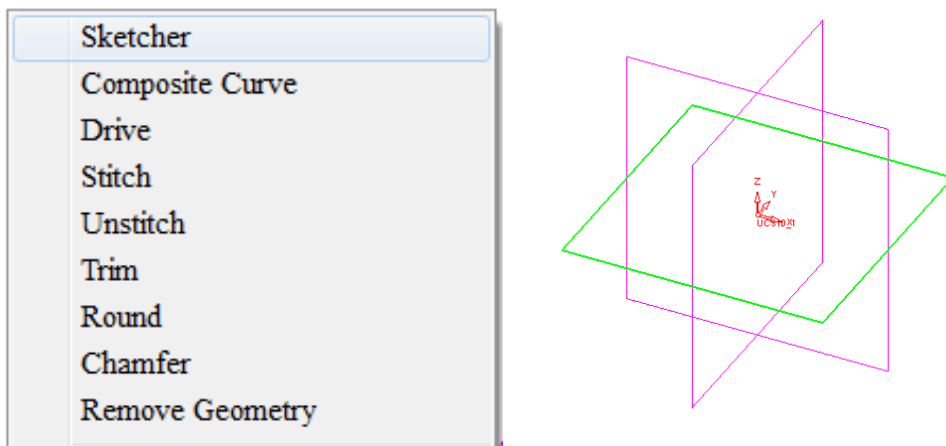


Рисунок 5 – Выбор «Эскизника» и плоскости для эскиза

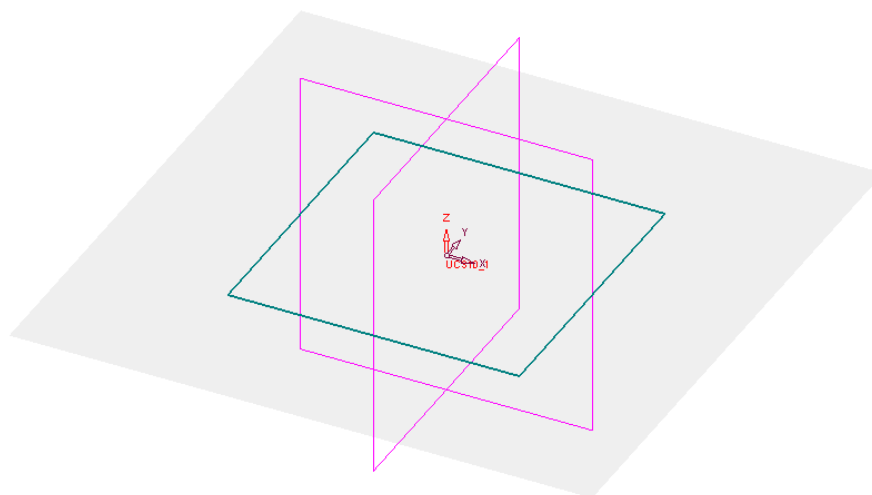


Рисунок 6 – Результат выбора плоскости построения эскиза

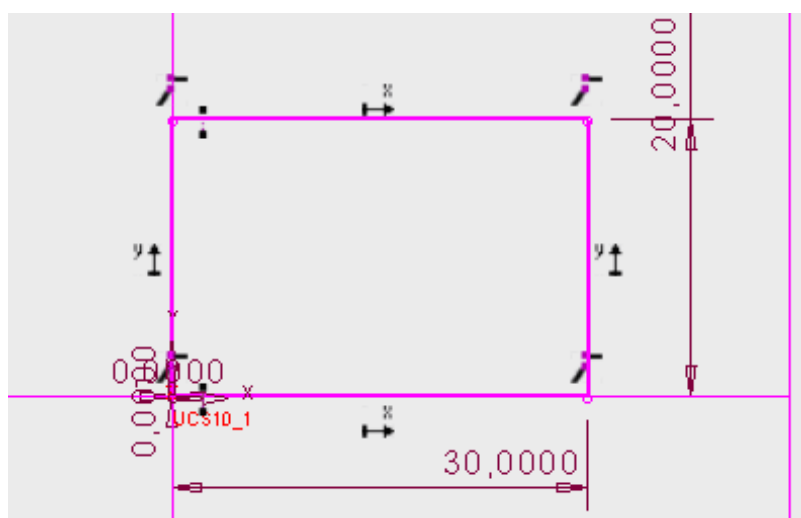


Рисунок 7 – Создание и образмеривание контура

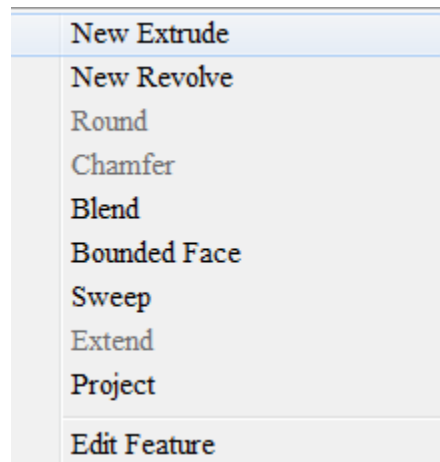


Рисунок 8 – Новое выдавливание «New Extrude»

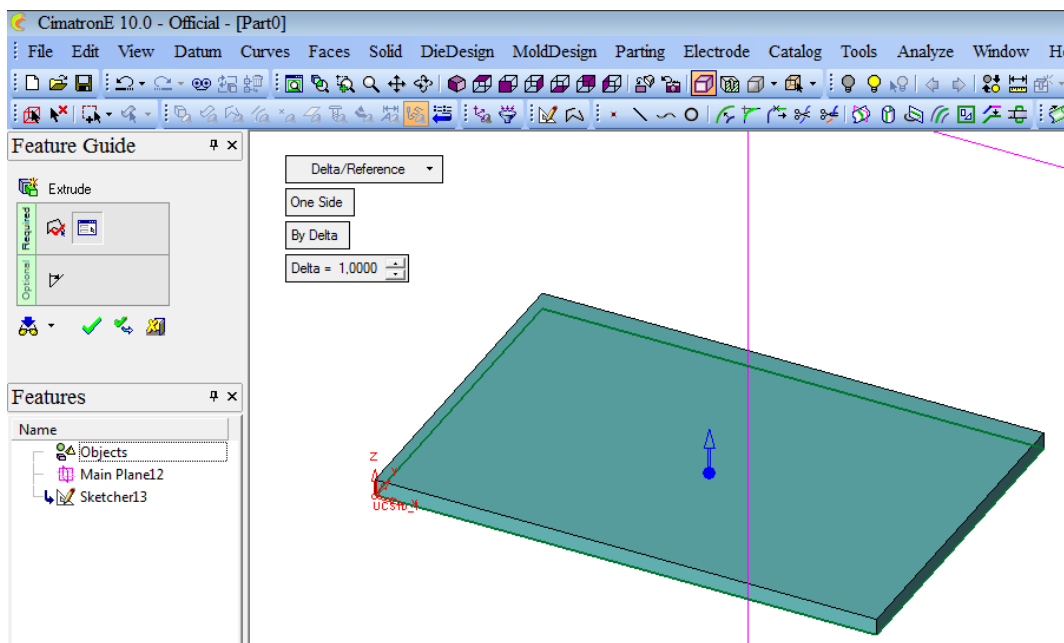


Рисунок 9 – Выбор высоты выдавливания

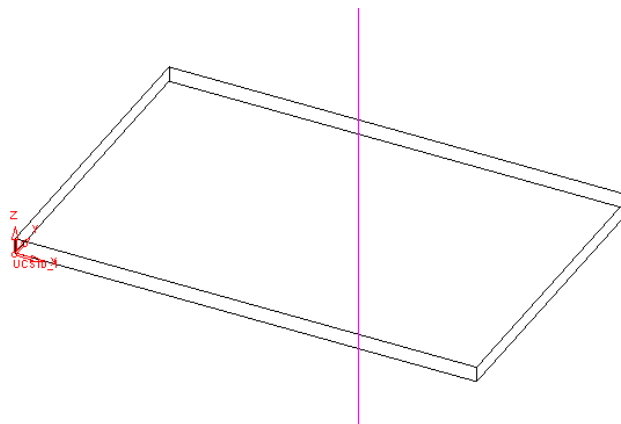


Рисунок 10 – Результат выдавливания – 3D-модель

3.2 Моделирование траекторий режущего инструмента

Перейдя в модуль обработки, загружаем файл модели в рабочее пространство кнопкой *Load Model* (рисунок 11).

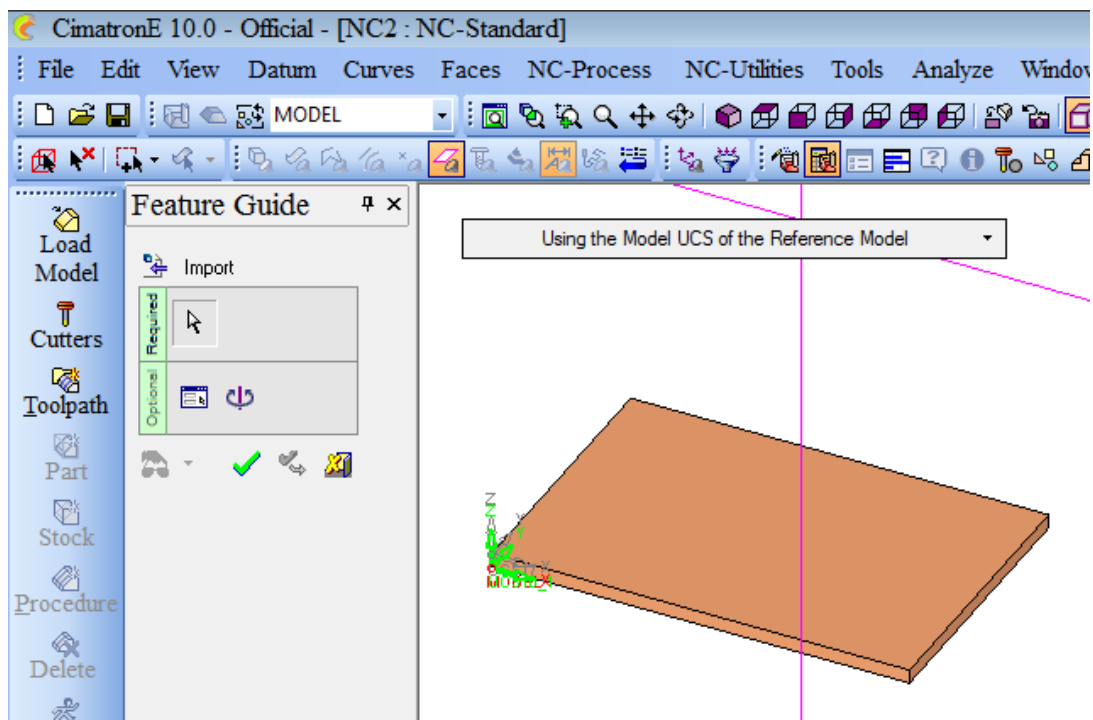
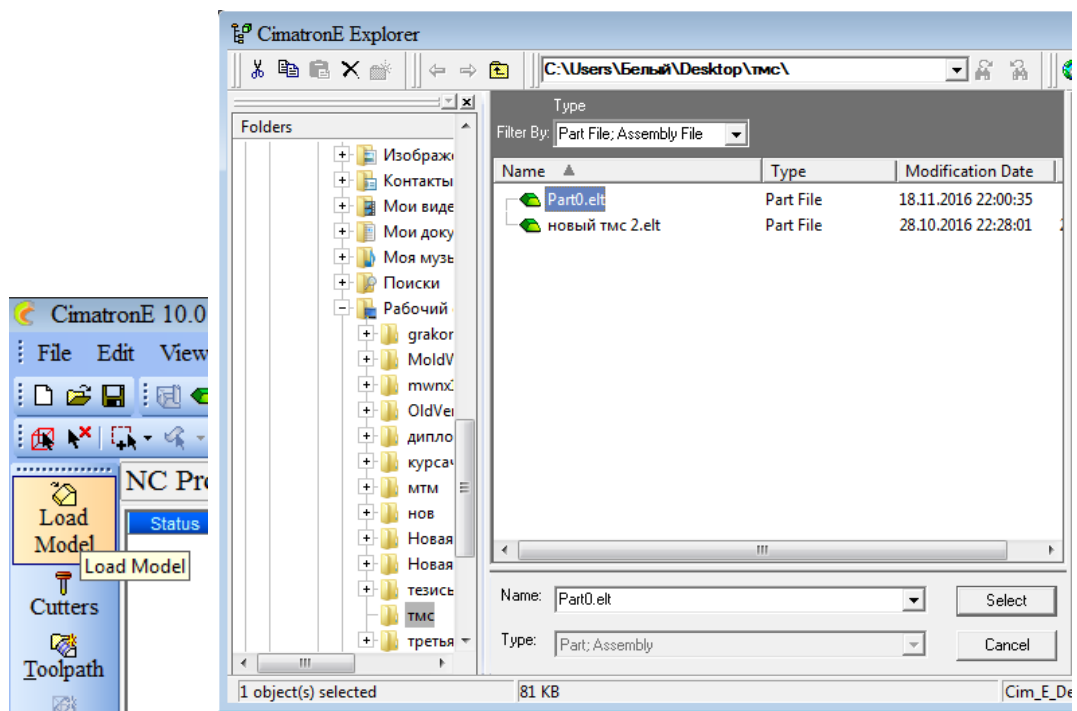


Рисунок 11 – Последовательность загрузки модели в модуль NC

Далее создаем инструмент – фрезу Ø6 мм, для чего нажимаем на кнопку *Cutters* и в строке *Diameter* вводим число 6 (рисунок 12).

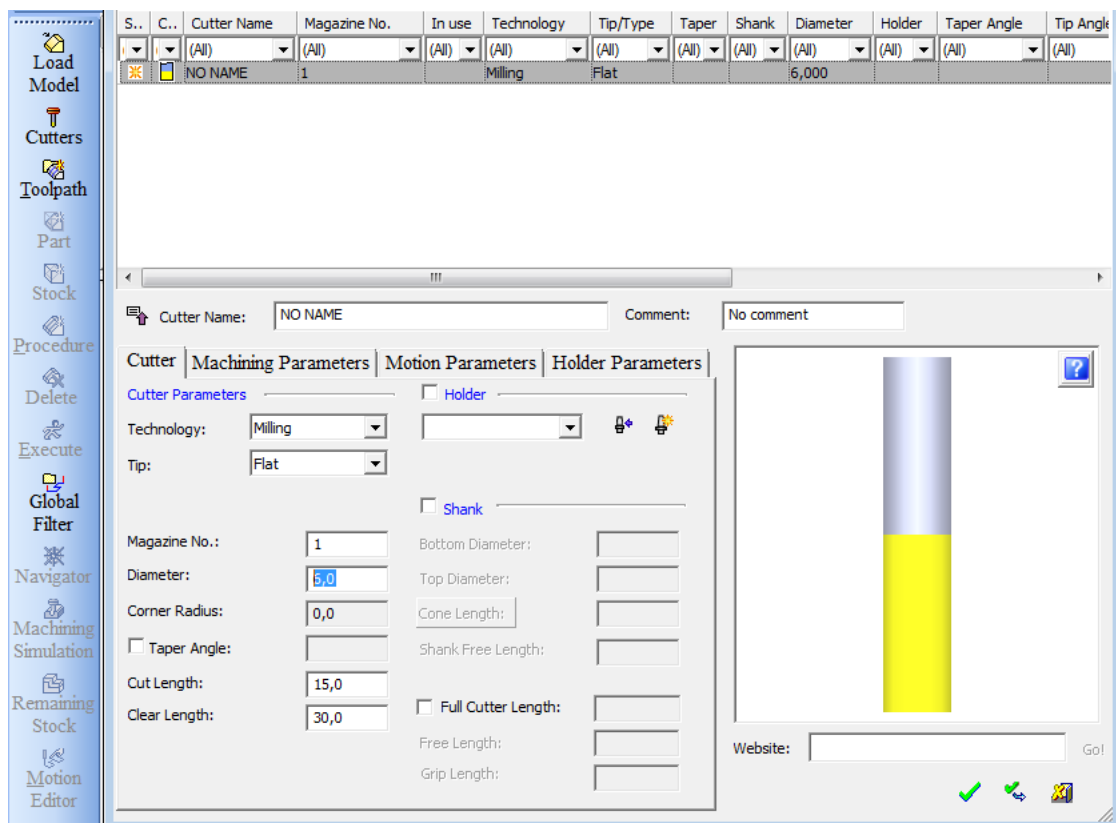
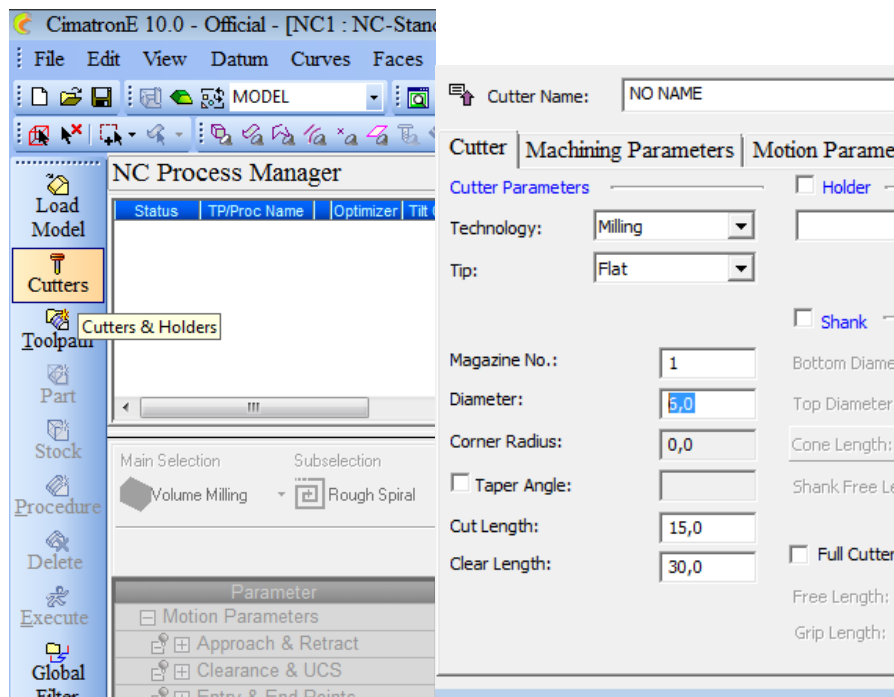


Рисунок 12 – Выбор вида и ввод диаметра фрезы

Выбираем тип обработки и задаем положение плоскости безопасности с помощью кнопки *Toolpath* (рисунок 13).

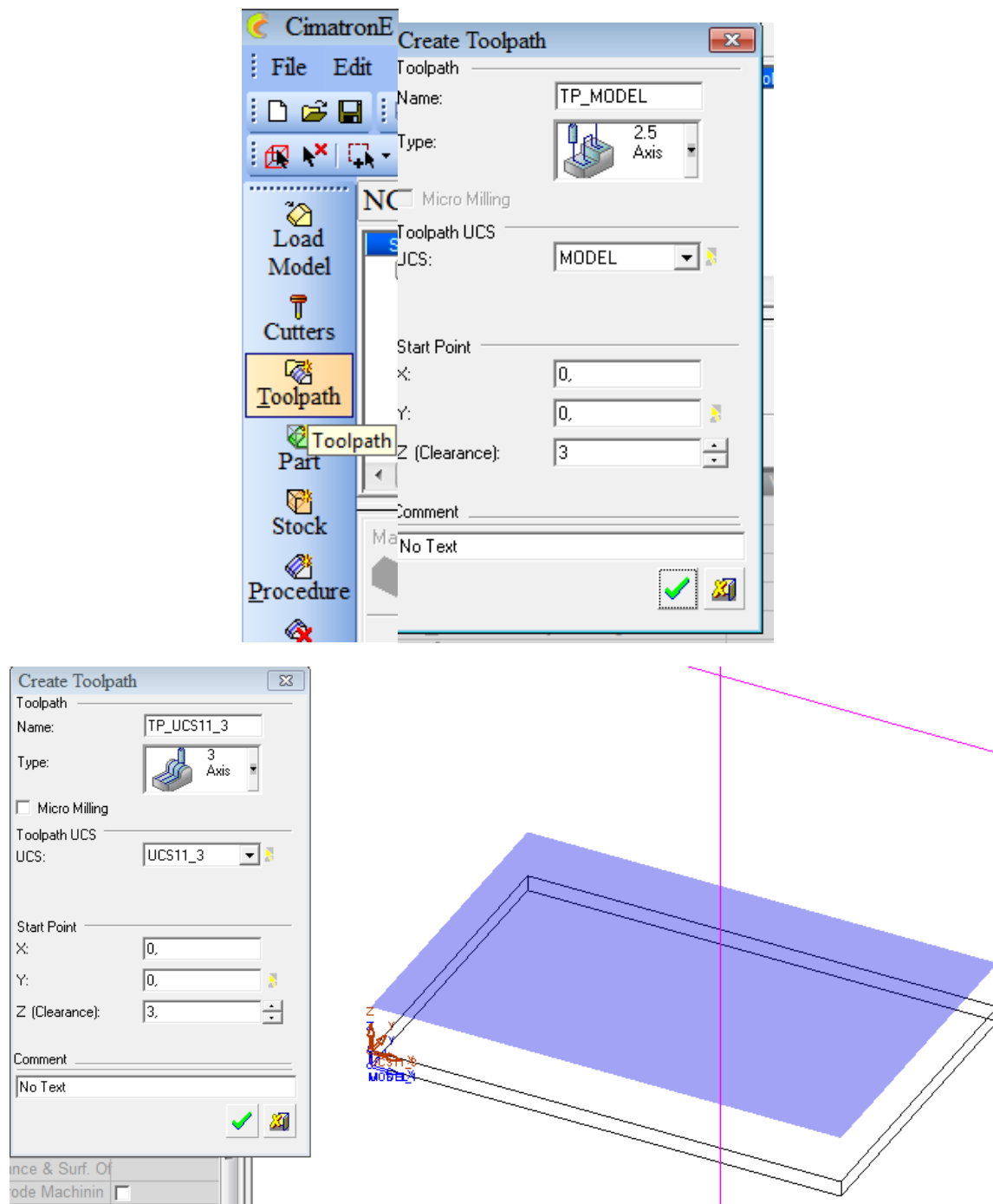


Рисунок 13 – Задание плоскости безопасности

На следующем шаге проектирования определяемся с получаемыми в результате обработки поверхностями детали в окне *Part* (рисунки 14,15).

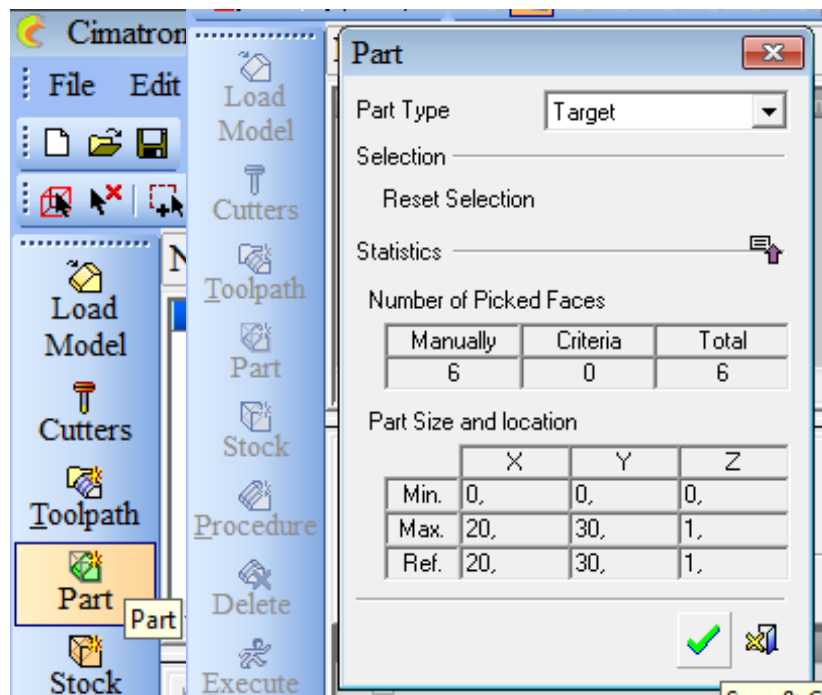


Рисунок 14 – Параметры детали

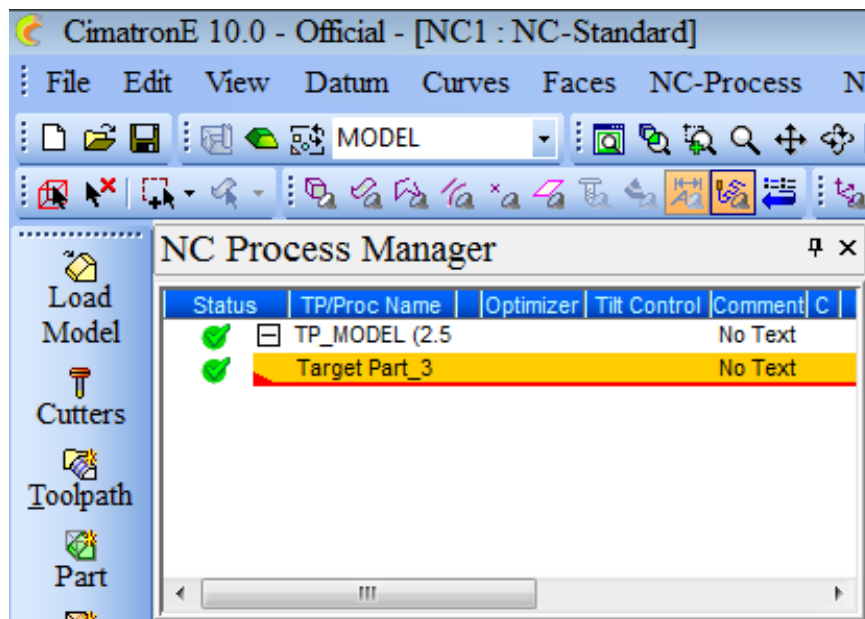


Рисунок 15 – Отображение этапов проектирования в *Проводнике*

Далее выбираем параметры (вид и размеры) заготовки. В падающем меню в строке *Stock Type* принимаем вид *Box* и задаем значения размеров заготовки по всем осям (рисунок 16).

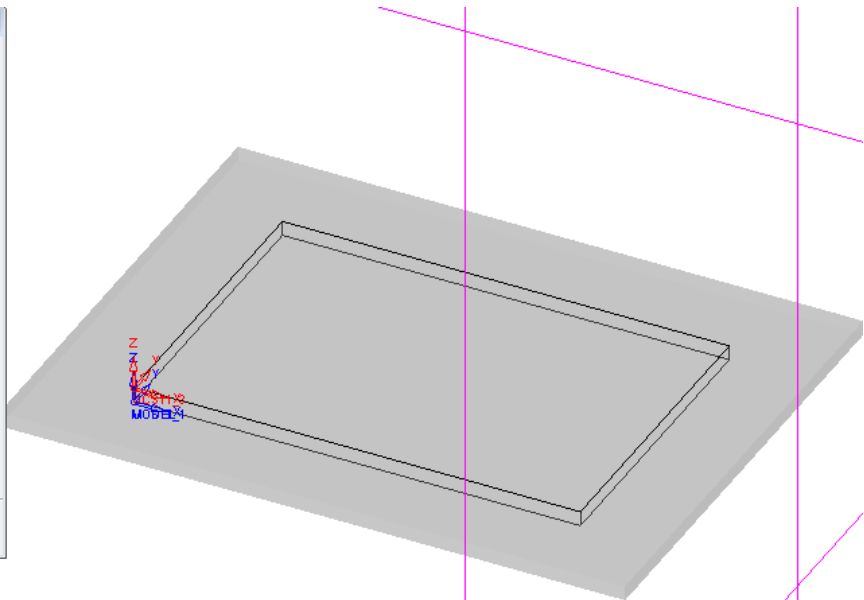
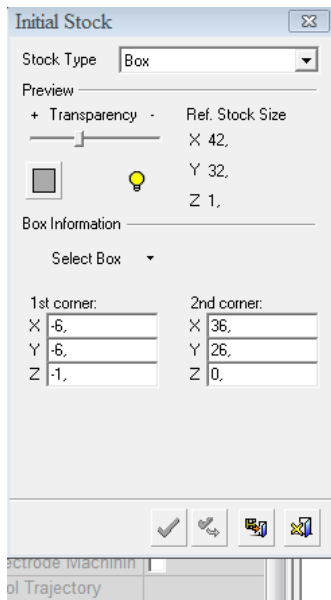
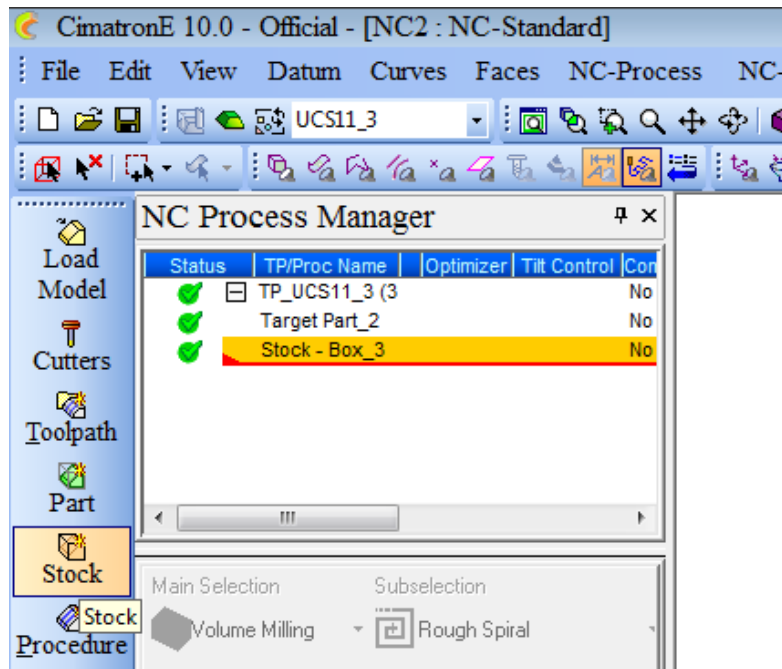


Рисунок 16 – Заготовка по указанным размерам

После этого определяемся с процедурой обработки: нажав на кнопку бокового меню *Procedure*, выбираем *2.5 осевую обработку по Закрытому профилю* (рисунок 17). Далее, в секции *Tool Trajectory* задаем минимальную и максимальную высоту обработки и, наконец, задаем геометрию детали с учетом припуска на фрезерную обработку (рисунки 18, 19).

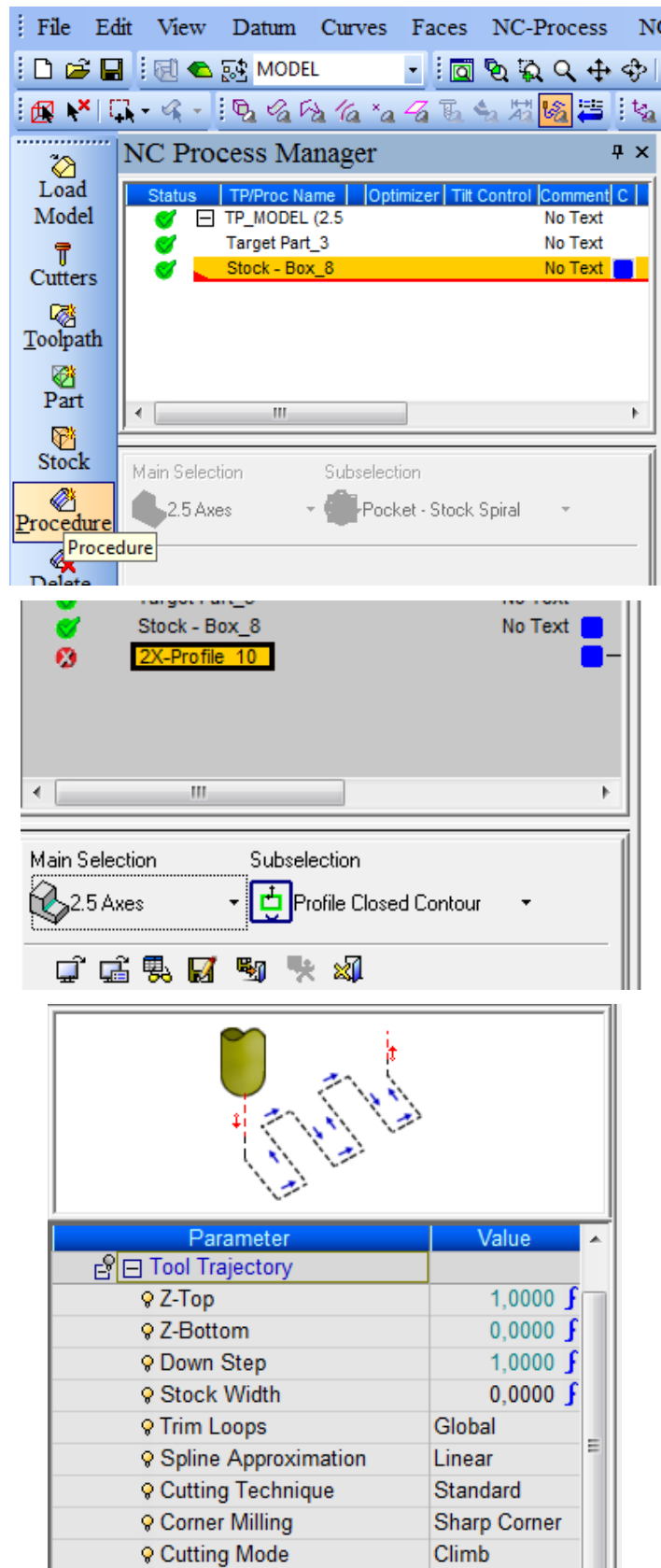


Рисунок 17 – Процедура и ее параметры

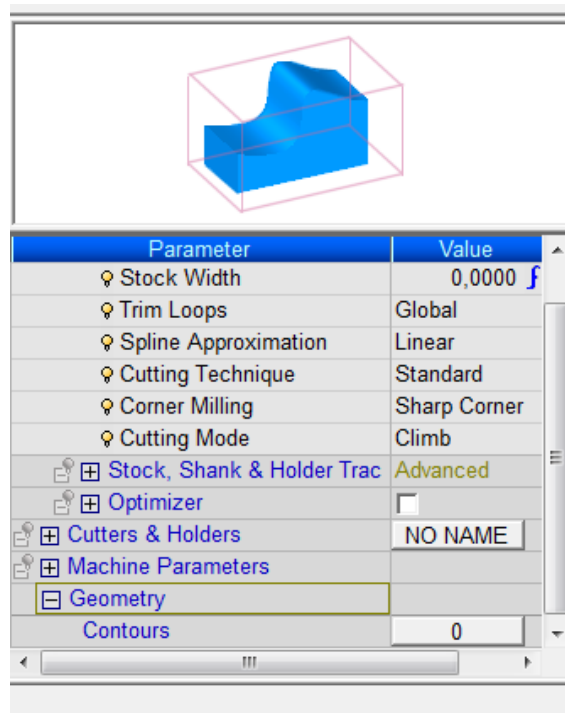


Рисунок 18 – Состояние перед выбором геометрии

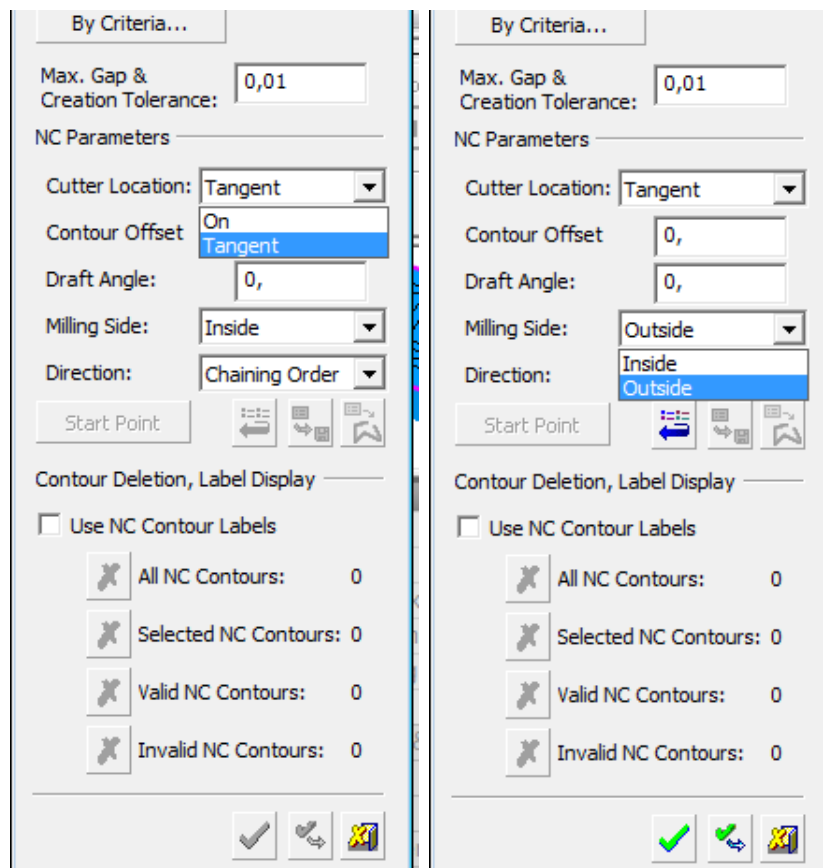


Рисунок 19 – Выбор положения фрезы относительно контура

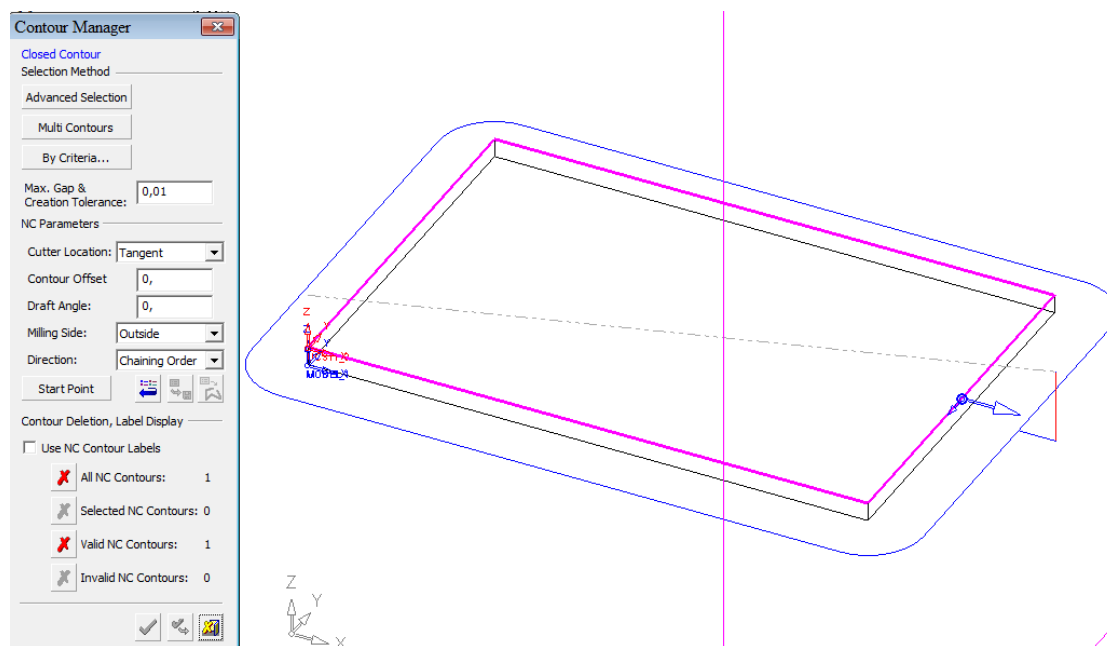


Рисунок 20 – Выбор контура и положения фрезы

Задав все параметры, выполняем расчет – нажимаем *Save & Calculate* (рисунок 21), после чего получаем траектории на рисунке 22.

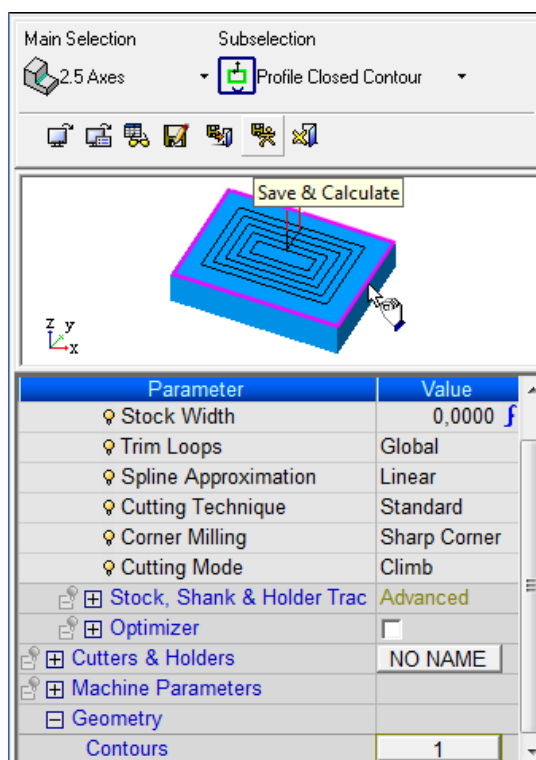


Рисунок 21 – Кнопка расчета траектории *Save & Calculate*

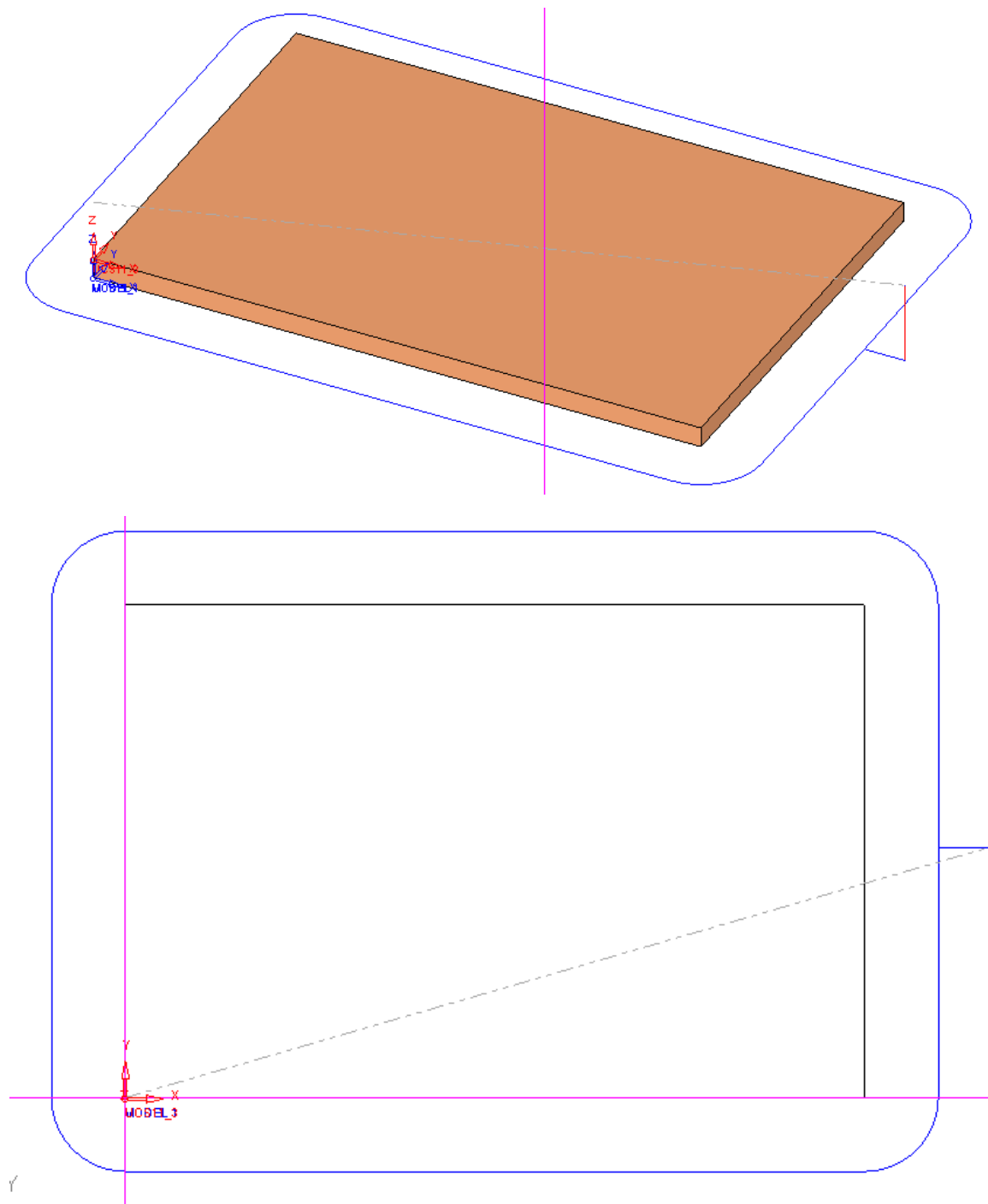


Рисунок 22 – Траектория движения центра фрезы

Проведем симуляцию обработки – нажмем кнопку *Machining Simulation* и перенесем из левого окна в правое все этапы проектирования (рисунок 23), отметим флажком параметр *Удаление Материала* и нажмем клавишу с зеленой стрелкой – ОК. Открывается среда симуляции обработки, где отображается исходная заготовка и положение фрезы до начала обработки (рисунок 24).

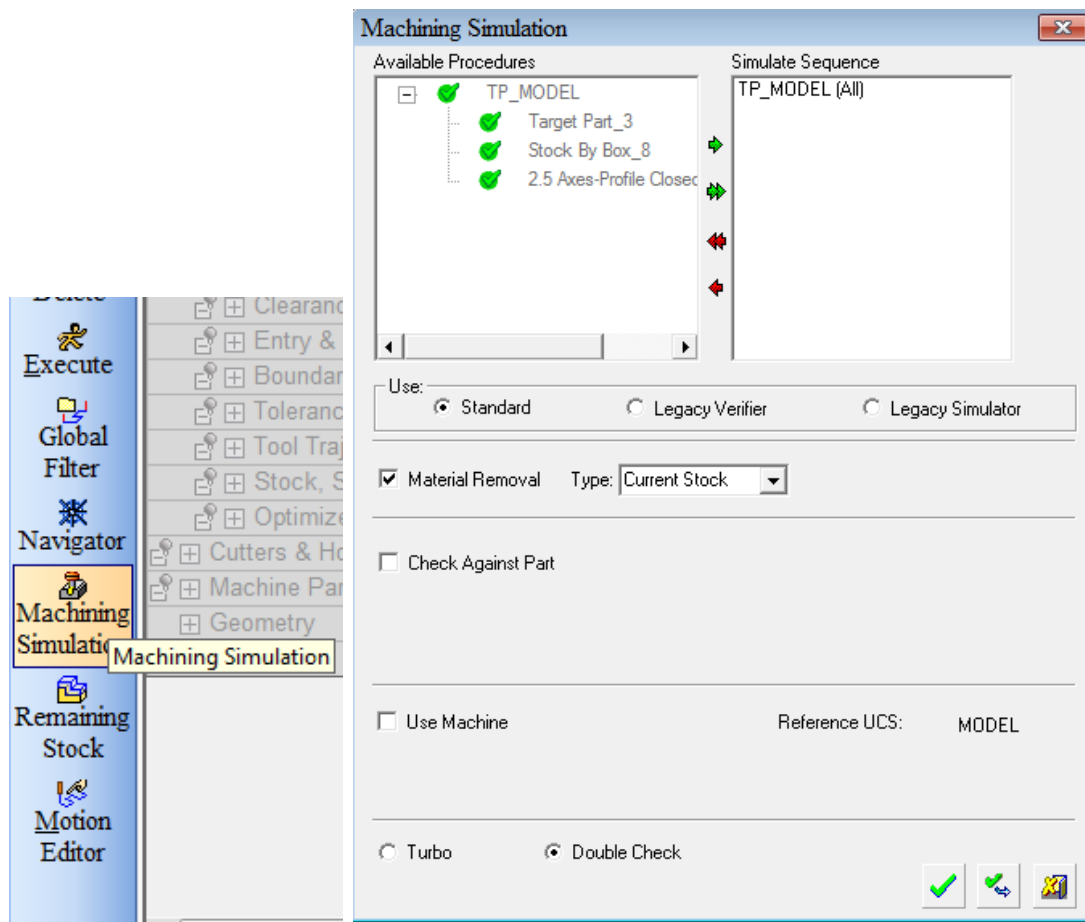


Рисунок 23 – Окно подготовки симуляции

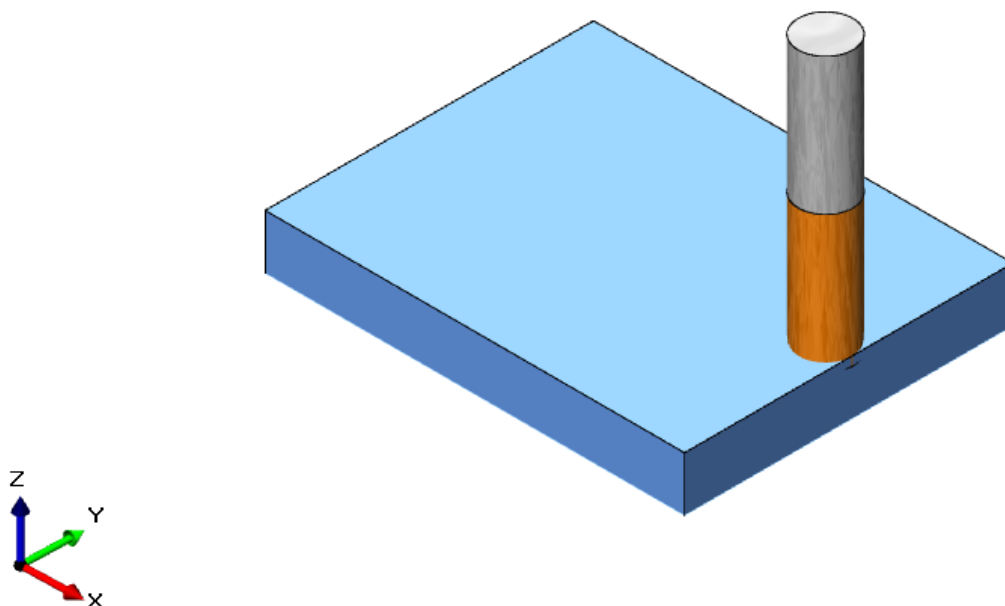


Рисунок 24 – В окне Симулятора до обработки

Как видно из рисунка 25, в результате обработки получается прямоугольный контур детали, который надо получить по условиям задания лабораторной работы.

Для формирования УП воспользуемся кнопкой *Post Process* бокового меню (рисунок 26). Подготовка и результат постпроцессирования показаны на рисунках 27, 28.

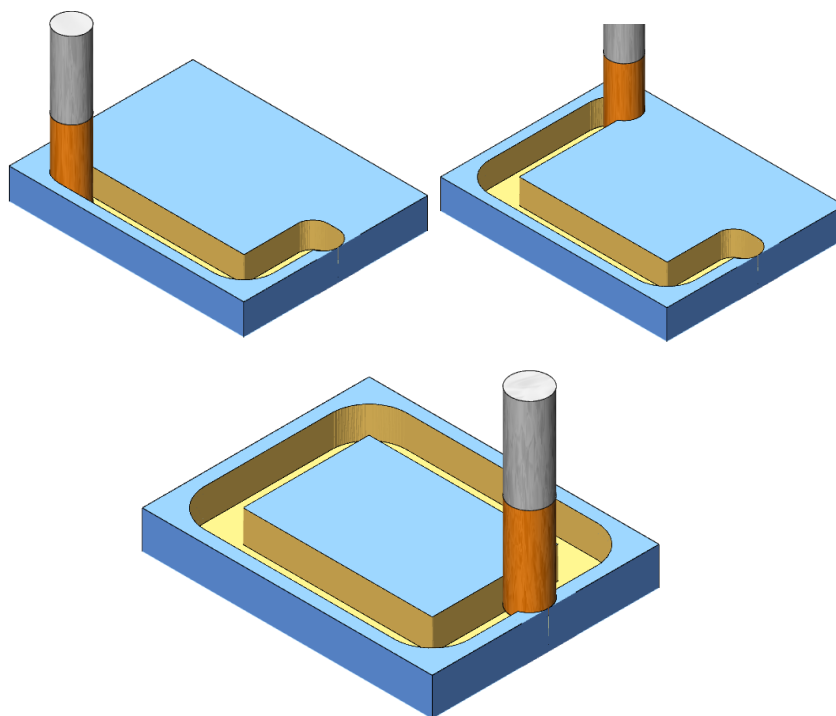


Рисунок 25 – Этапы симуляции обработки

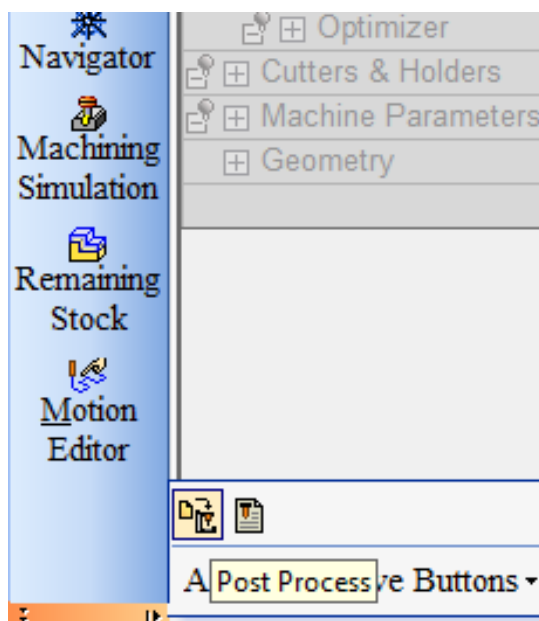


Рисунок 26 – Начало формирования УП в окне *Post Process*

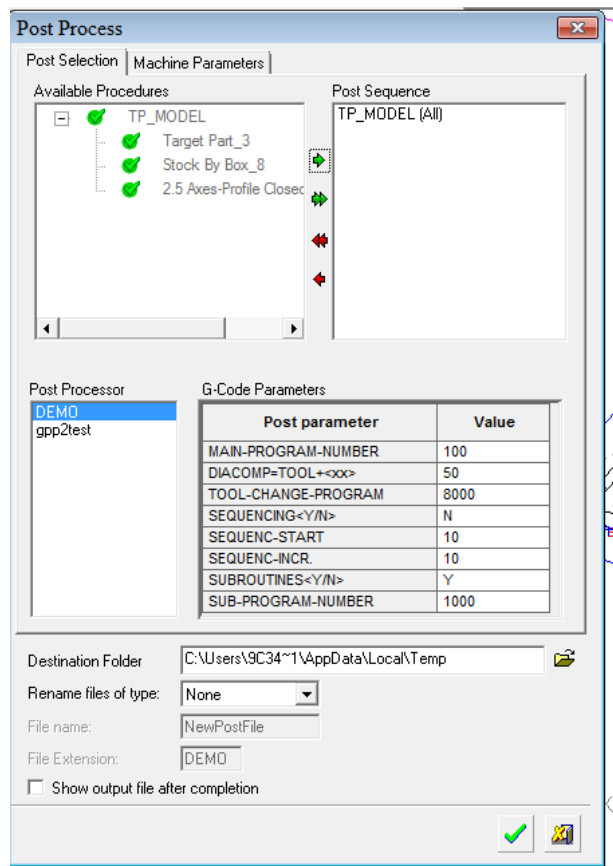


Рисунок 27 – Окно Постпроцессирование

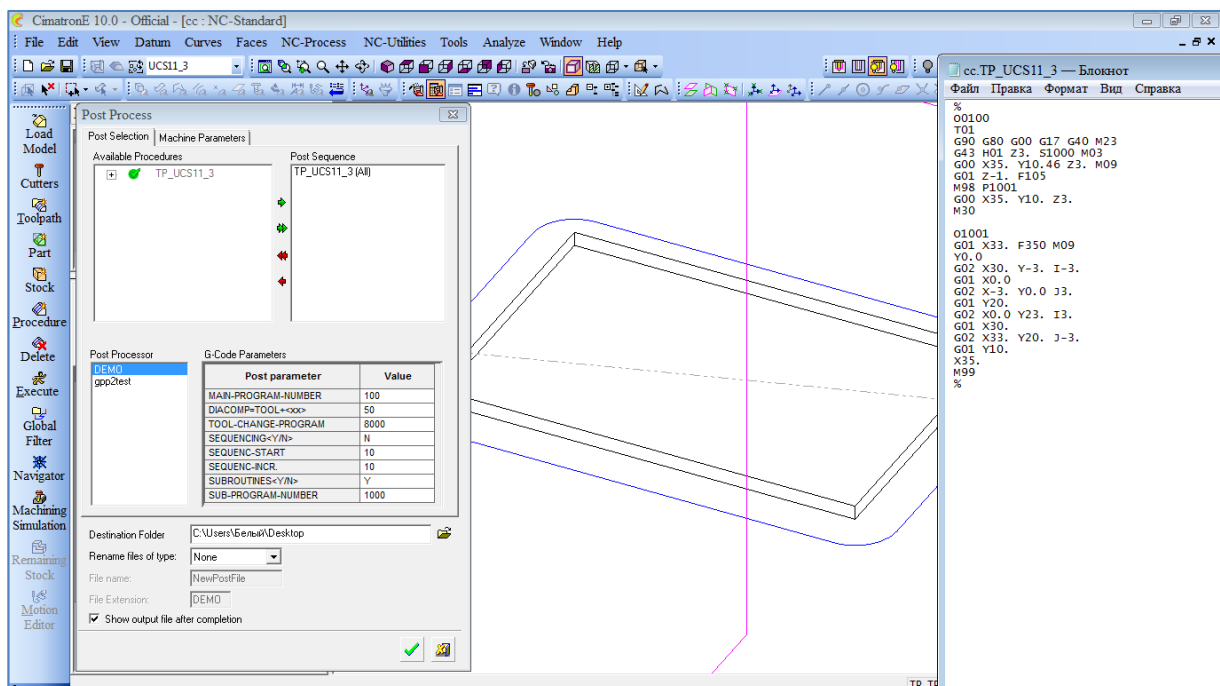


Рисунок 28 – Сформированные кадры УП в окне Блокнота

3.3 Анализ полученной управляющей программы

Рассмотрим подробно сформированную с помощью Cimatron управляющую программу (см. рисунок 28). Ниже в таблице 1 приведена расшифровка ее кадров. На рисунках 29-36 показано несколько положений фрезы в процессе ее перемещения по узловым точкам спроектированной траектории в окне *Навигатора* системы Cimatron.

Таблица 1 – Пояснение кадров УП

Кадр	Расшифровка
№001 O0100	Номер подпрограммы
№002 T01	Номер инструмента
№003 G90 G80 G00 G17 G40 M23	Перевод на абсолютную систему координат, отмена режимов цикла, ускоренное перемещение, выбор плоскости XY, отмена корреляции на радиус инструмента, отключение зеркального отображение программы
№004 G43 H01 Z3. S1000 M03	Корреляция на длину инструмента, индекс поправки на длину инструмента, перемещение по оси Z на 3 с оборотами шпинделя 1000 и вращением шпинделя по часовой стрелке
№005 G00 X35. Y10. Z3. M09	Ускоренное перемещение по оси X на 35, по оси Y на 10 и по оси Z на 3, выключение всех охлаждений
№006 G01 Z-1. F105	Линейное перемещение по оси Z с подачей 105 мм/об
№007 M98 P1001	Вызов подпрограммы номер 1001
№008 G00 X35. Y10. Z3.	Ускоренное перемещение по оси X на 35, по оси Y на 10 и по оси Z на 3
№009 M30	Остановка и возврат к началу программы
№010 O1001	Открытие программы 1001
№011 G01 X33. F350 M09	Линейное перемещение по оси Y на 33 с подачей 350 мм/об и выключение всех охлаждений
№012 Y0.0	Перемещение по оси Y
№013 G02 X30. Y-3. I-3.	Круговая интерполяция с радиусом 3
№014 G01 X0.0	Линейная интерполяция по оси X
№015 G02 X-3. Y0.0 J3.	Круговая интерполяция с радиусом 3
№016 G01 Y20.	Линейная интерполяция по оси Y на 20
№017 G02 X0.0 Y23. I3.	Круговая интерполяция с радиусом 3
№018 G01 X30.	Линейная интерполяция по оси X на 30
№019 G02 X33. Y20. J-3.	Круговая интерполяция с радиусом 3
№020 G01 Y10.	Линейная интерполяция по оси Y на 10
№021 X35.	Перемещение по оси X на 35

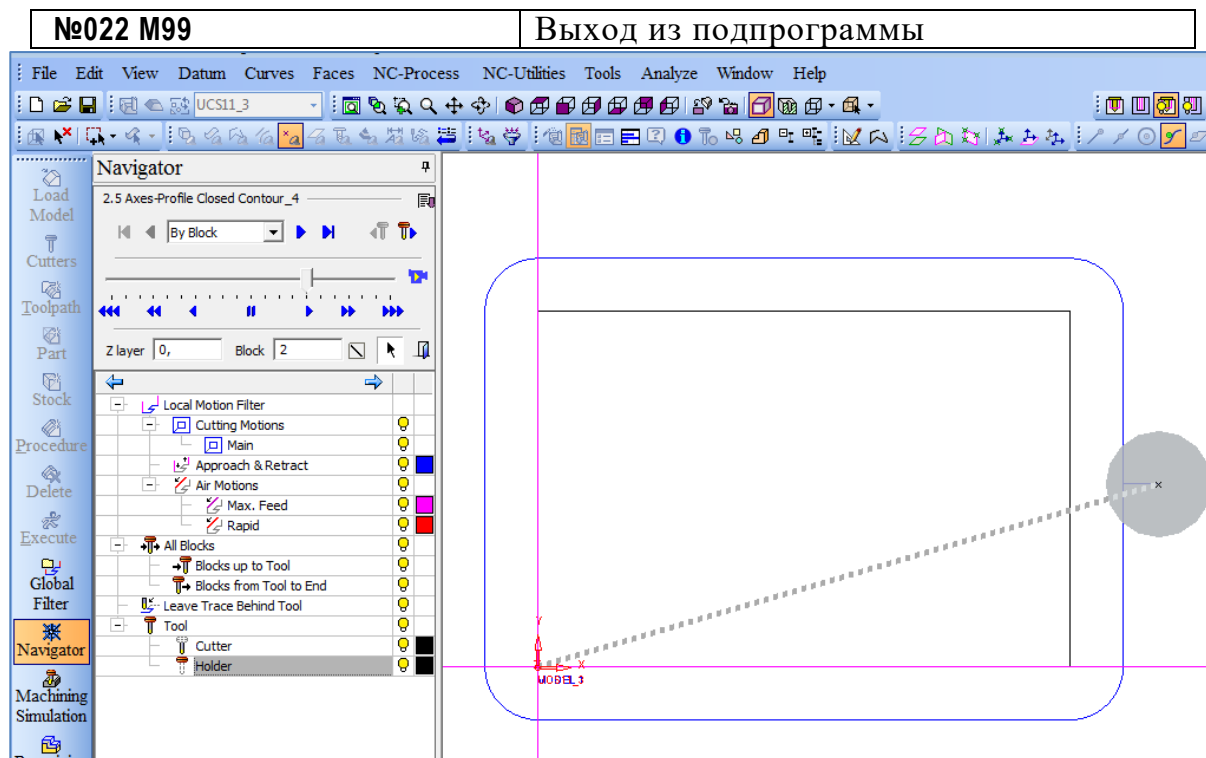


Рисунок 29 – Окно Навигатора

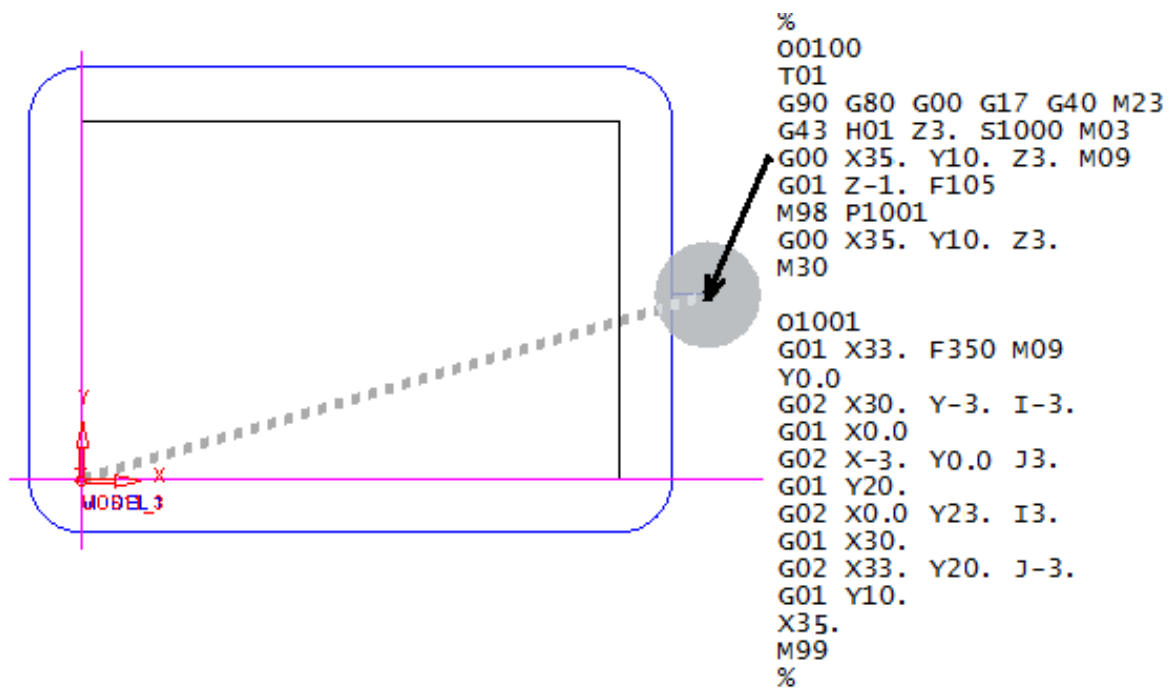


Рисунок 30 – Кадр №005

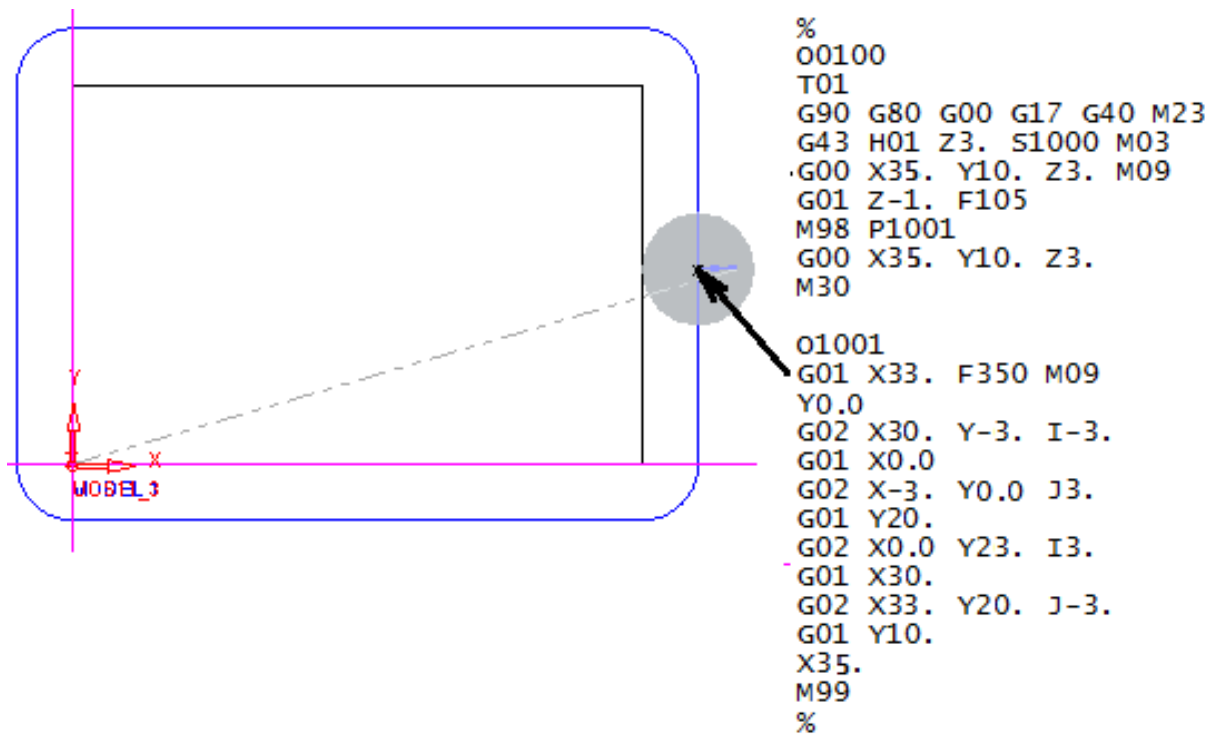


Рисунок 31 – Кадр №011

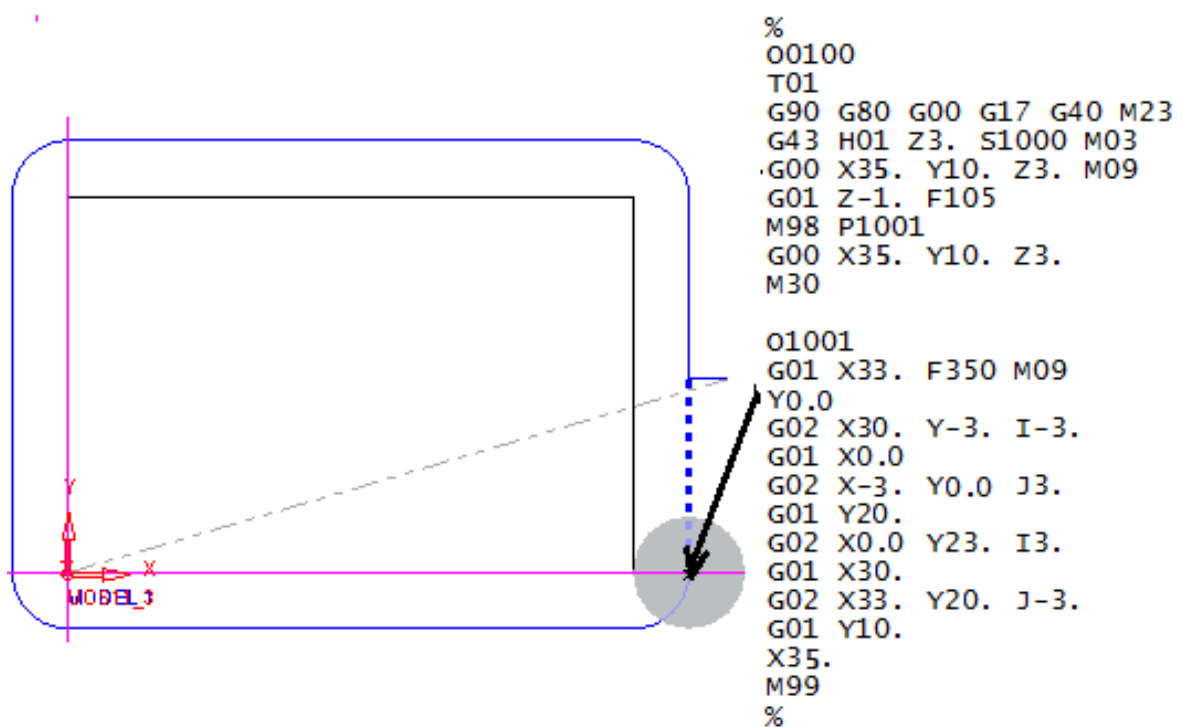


Рисунок 32 – Кадр №012

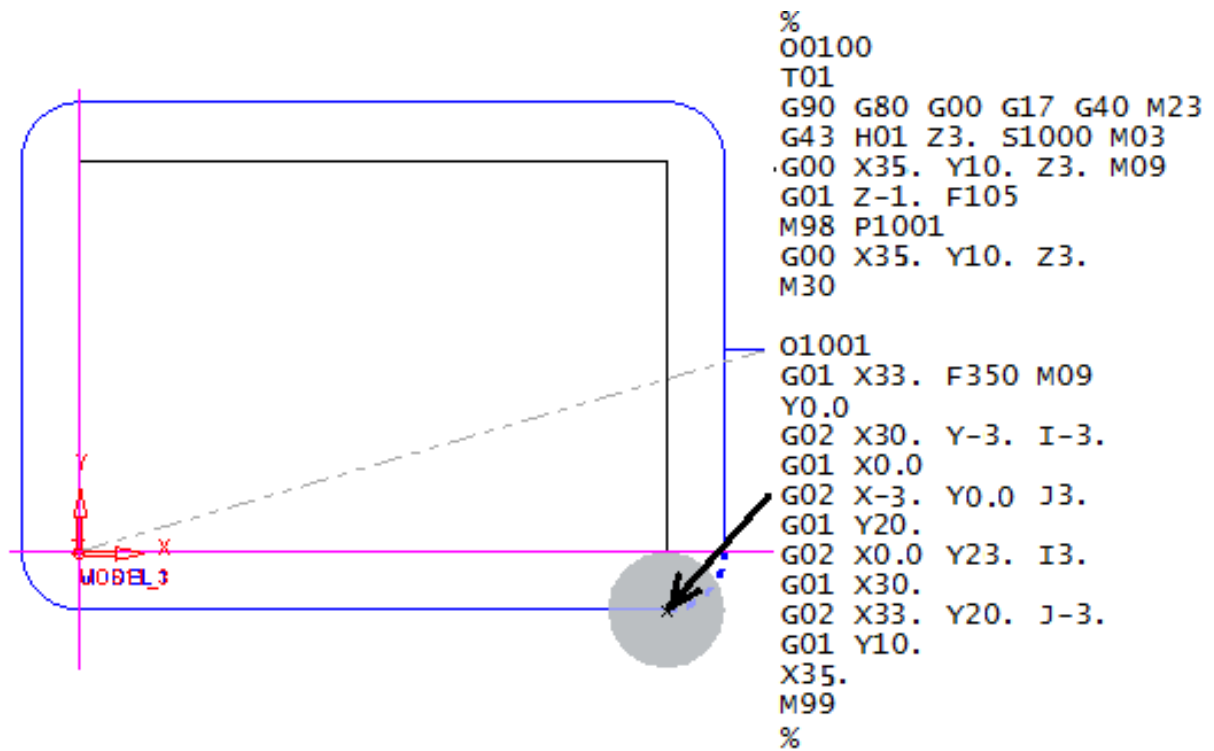


Рисунок 33 – Кадр №013

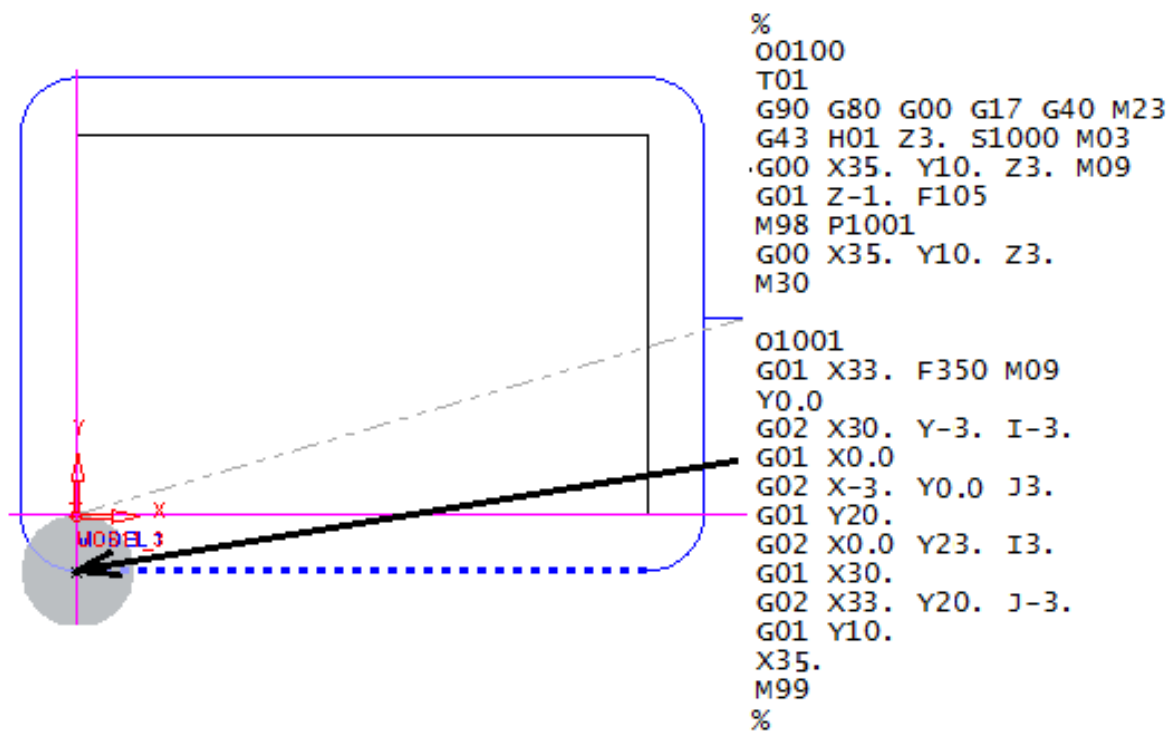


Рисунок 34 – Кадр №014

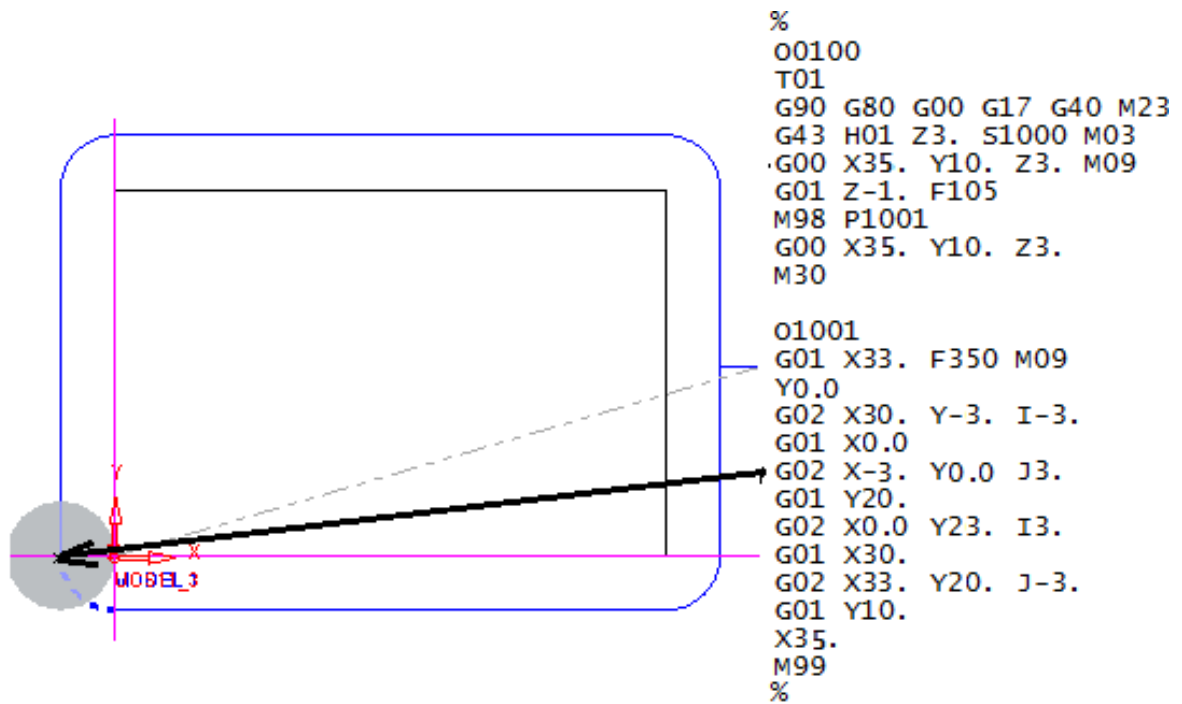


Рисунок 35 – Кадр №015

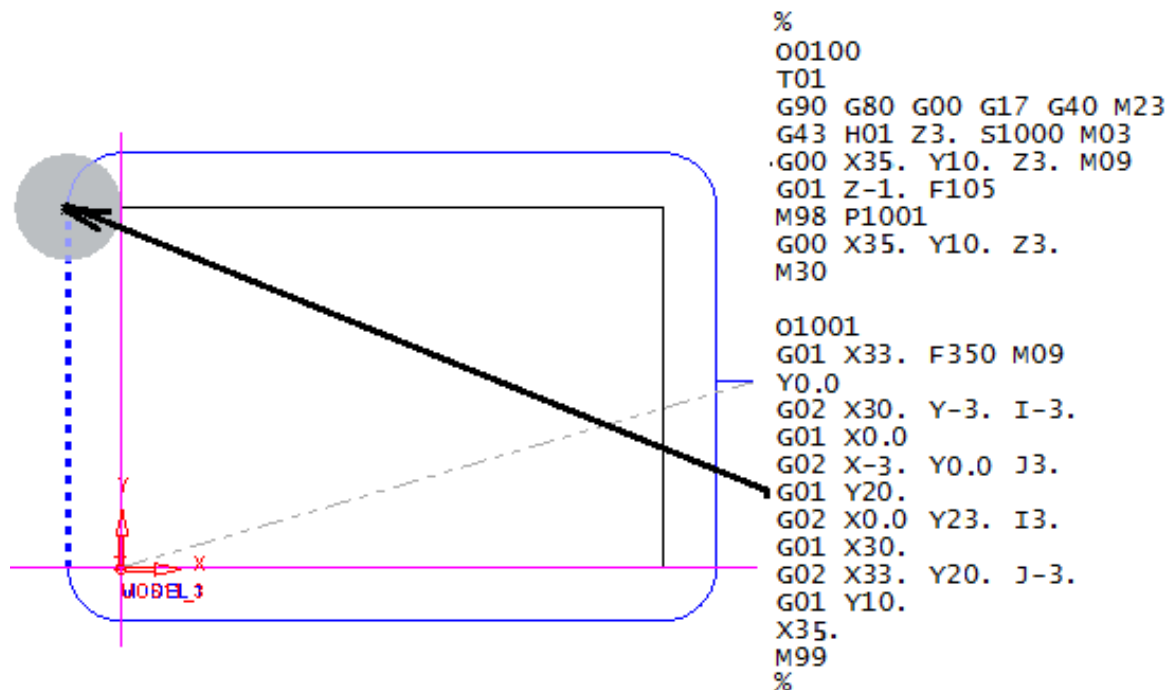
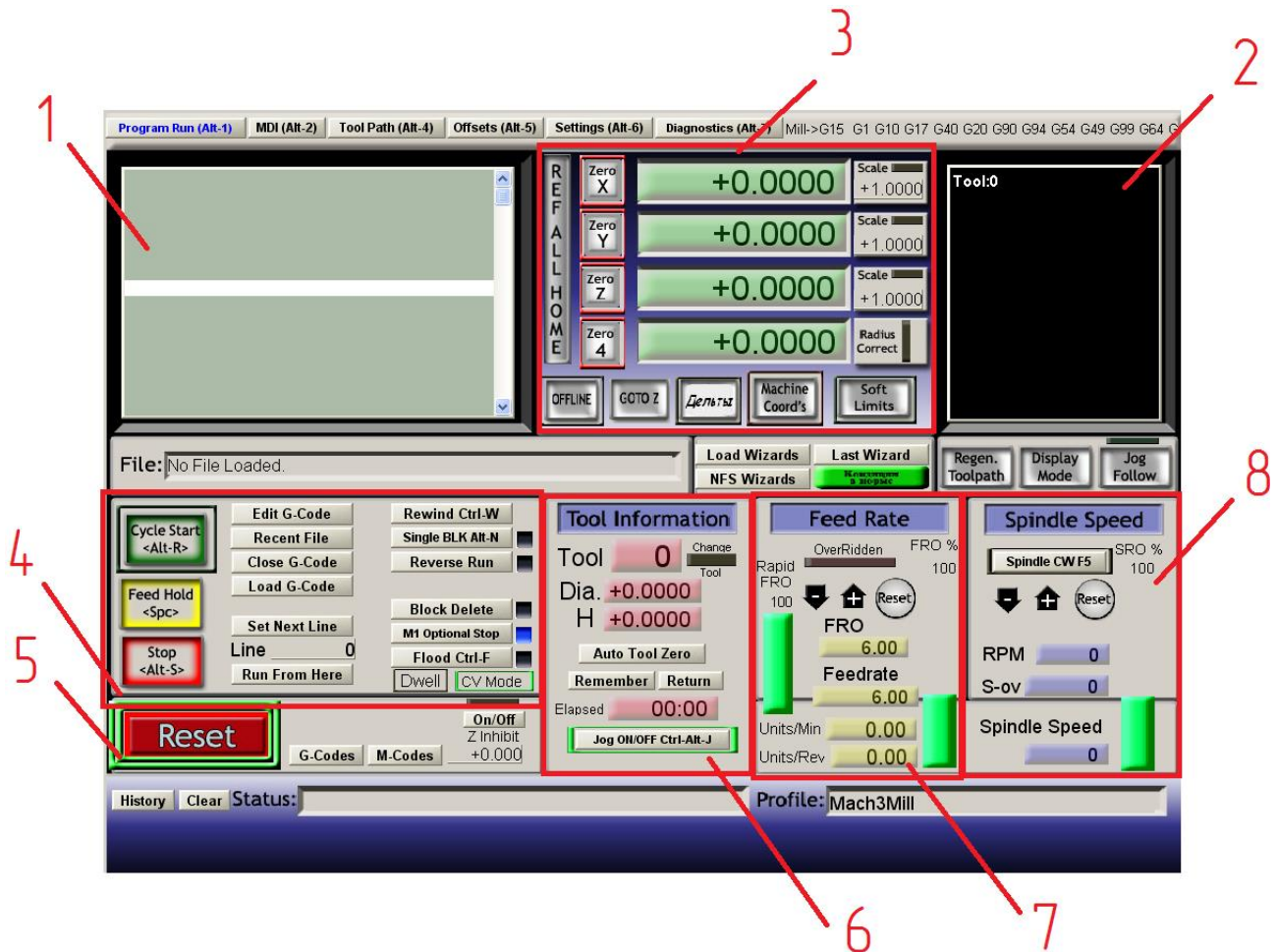


Рисунок 36 – Кадр №016

4 КРАТКИЙ ОБЗОР СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКОМ С ЧПУ ARTSOFT MACH3

Mach3 – программа, созданная для управления такими устройствами с ЧПУ, как фрезерные станки, токарные станки, плазменные резак и трассировщики. Интерфейс данной программы, который нам понадобится для наладки и запуска УП обработки заготовки, показан на рисунке 37.

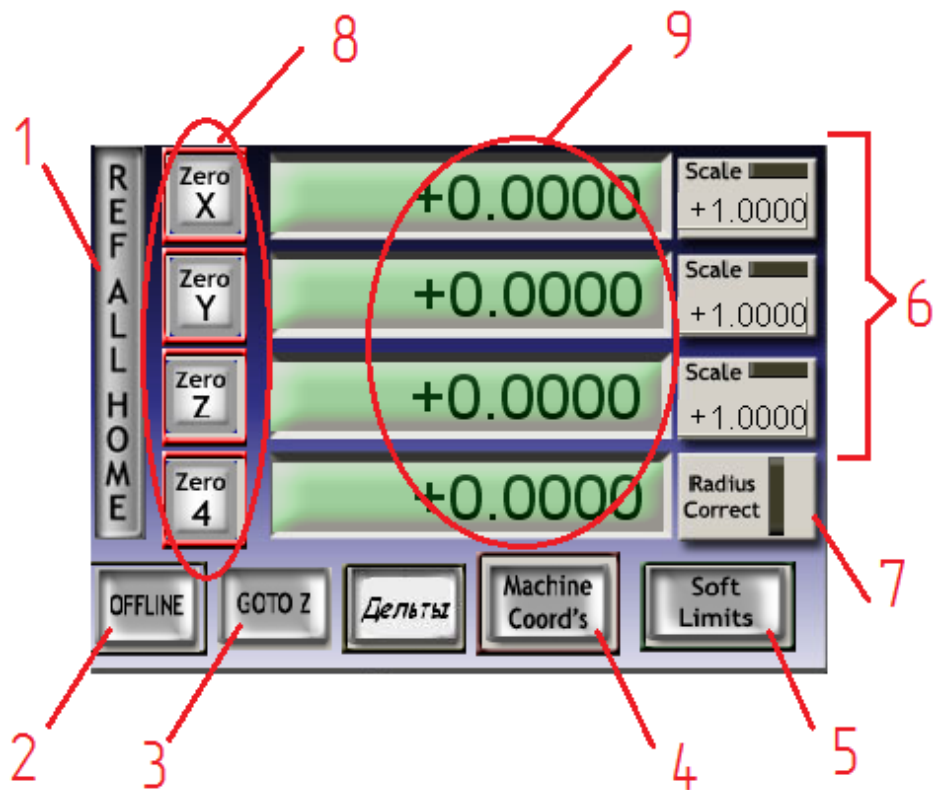


1 - экран, отображающий кадры УП; 2 - экран, показывающий траекторию обработки; 3 - элементы управления осями; 4 - панель управления УП; 5 - сброс; 6 - панель управления инструментом; 7 - панель управления подачей инструмента; 8 - панель управления скоростью шпинделя.

Рисунок 37 – Интерфейс программы Mach3

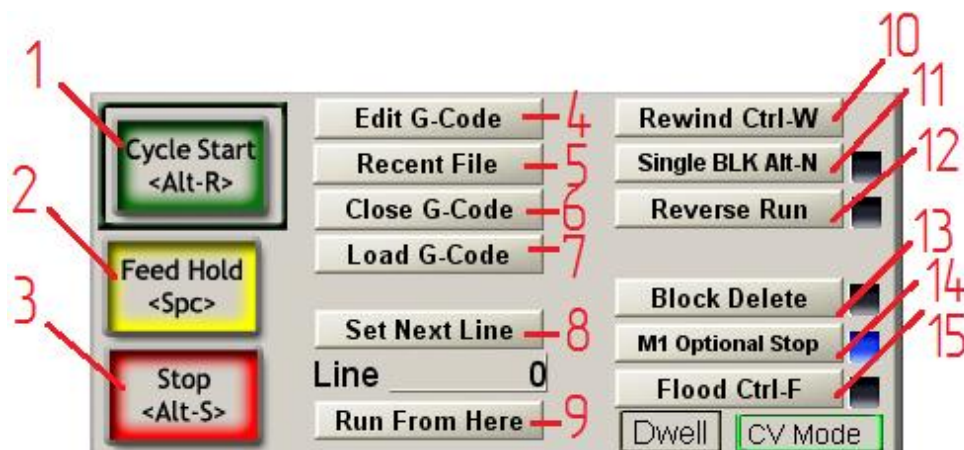
Более детально отдельные зоны интерфейса программы показаны на рисунках 38 – 43.

Рассмотрим режим ручного ввода данных (рисунок 40).



1–Referenced (принятие баз); 2–Offline (автономный) – автономная работа с программой без связи со станком; 3–Goto Z (перемещение в нулевую точку) – при нажатии этой кнопки, инструмент перемещается в ноль по всем осям; 4–Machine Coordinates (координаты станка) – отображает в цифровой индикации координаты станка, то есть абсолютные координаты; 5–Soft Limits (программные ограничения) – при нажатии данной клавиши активируются значения программных ограничений, которые указываются в меню Config> Homing / Limits; 6–Scale (масштаб) – коэффициент масштабирования для всех осей; 7–Radius Correction (коррекция радиуса) – данная клавиша используется когда осуществляется вычисление смешанной скорости подачи по всем осям, включая ротационные. Светодиод сообщает, что введено значение отличное от нуля; 8–Zero X, Zero Y, Zero Z, Zero 4 – зануление координат по осям X, Y, Z и 4-ой координате; 9– Отображение координат инструмента.

Рисунок 38 – Секция управления осями



1–Cycle Start (начало цикла) – при нажатии клавиши, начинается выполнение программы; 2–Feed Hold (приостановка подачи) – нажав клавишу, выполняется приостановка программы. Остановка УП выполнится так, чтобы можно было запустить клавишей Cycle Start с момента останова; 3–Stop (остановка программы) – быстрая остановка режущего инструмента. Это может привести к потере шагов и перезапуск может быть некорректным; 4–Edit G-Code (редактирование УП) – изменение загруженной УП в интерактивном режиме; 5–Recent File (последний файл) – при нажатии клавиши открывается последний загруженный файл; 6–Close G-Code (закрыть УП) – закрытие УП; 7–Load G-Code (загрузить УП) – при нажатии клавиши, открывается проводник, в котором прописываем путь, где сохранена УП; 8–Set Next Line (установить следующий кадр) – холостой запуск УП для установки состояния в месте, который установил пользователь, но без предварительного задания режима или движения; 9–Run From Here(запуск с того места) – холостой запуск УП для установки состояния в месте, который установил пользователь; 10–Rewind (перемотка) – перемотка загруженной в данный момент УП; 11–Single BLK (отдельный кадр) – в данном режиме, при нажатии Cycle Start, выполняется один следующий кадр УП, затем переходит в режим Feed Hold 12–Reverse Run (обратный запуск) – при нажатии Cycle Start, в данном режиме, заставит программу запускаться в обратном порядке; 13–Block Delete (отмена кадра) – в данном режиме кадры, начинающиеся со слэша "/" – не будут выполняться; 14–M1 Optional Stop (M1 опционная остановка) – при включенном режиме, при поступлении команд M01, M00 работа будет остановлена; 15–Flood (охлаждение) – включение охлаждения.

Рисунок 39 – Панель управления УП

Режим MDI (Manual Data Input) предназначен для ручного ввода данных (см. рисунок 40). В данном окне расположены органы управления осями и цифровая индикация координат, а также экран, на котором отображается траектории перемещения инструмента в трехмерном пространстве, экраны отображения информации и управления инструментом, подачей, шпинделем, и, наконец, поле *Input* ручного ввода данных.

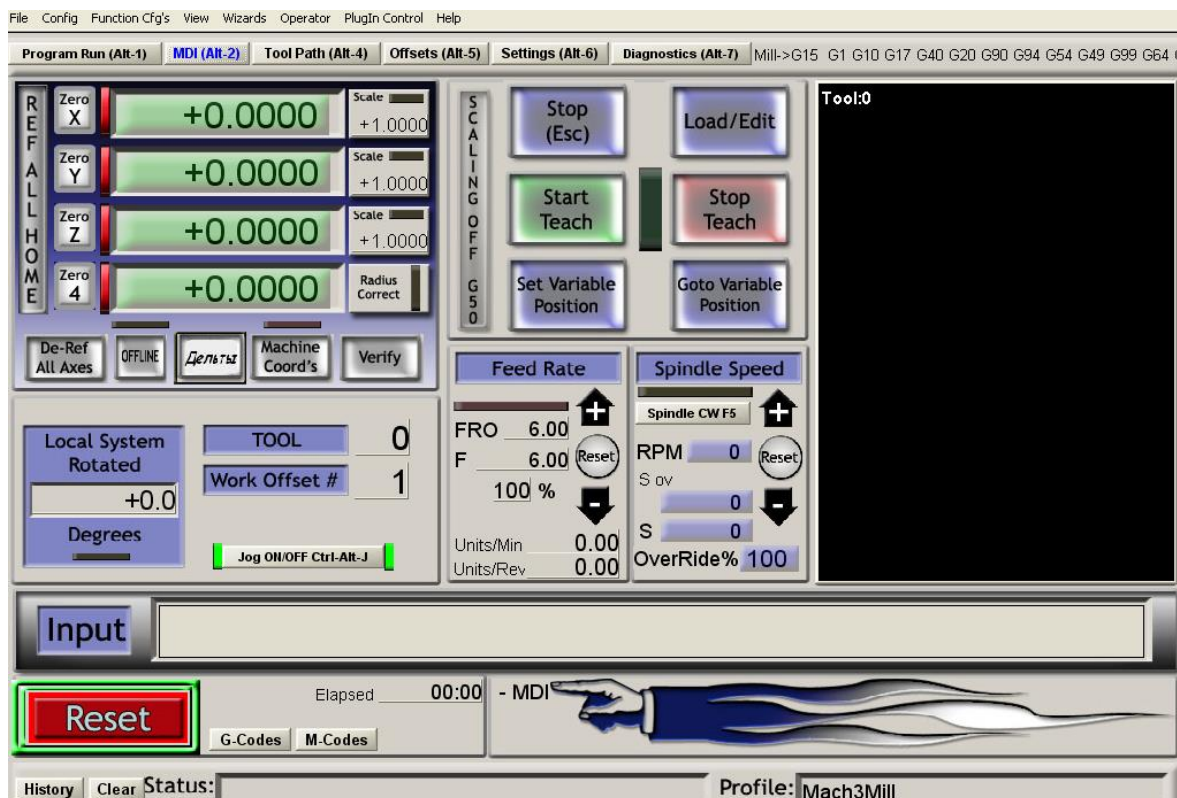


Рисунок 40 – Вкладка с окном Ручного ввода данных MDI

Панель TOOLPATH (рисунок 41) предназначена для наблюдения за перемещением инструментом и обработкой УП. Здесь расположен экран отображения УП, на котором отображается траектория перемещения инструмента в трехмерном пространстве, кнопки управления программой.

Программа Mach3 имеет вкладку OFFSETS (рисунок 42) (Привязка инструмента), где можно назначить инструмент и коррекцию на инструмент.

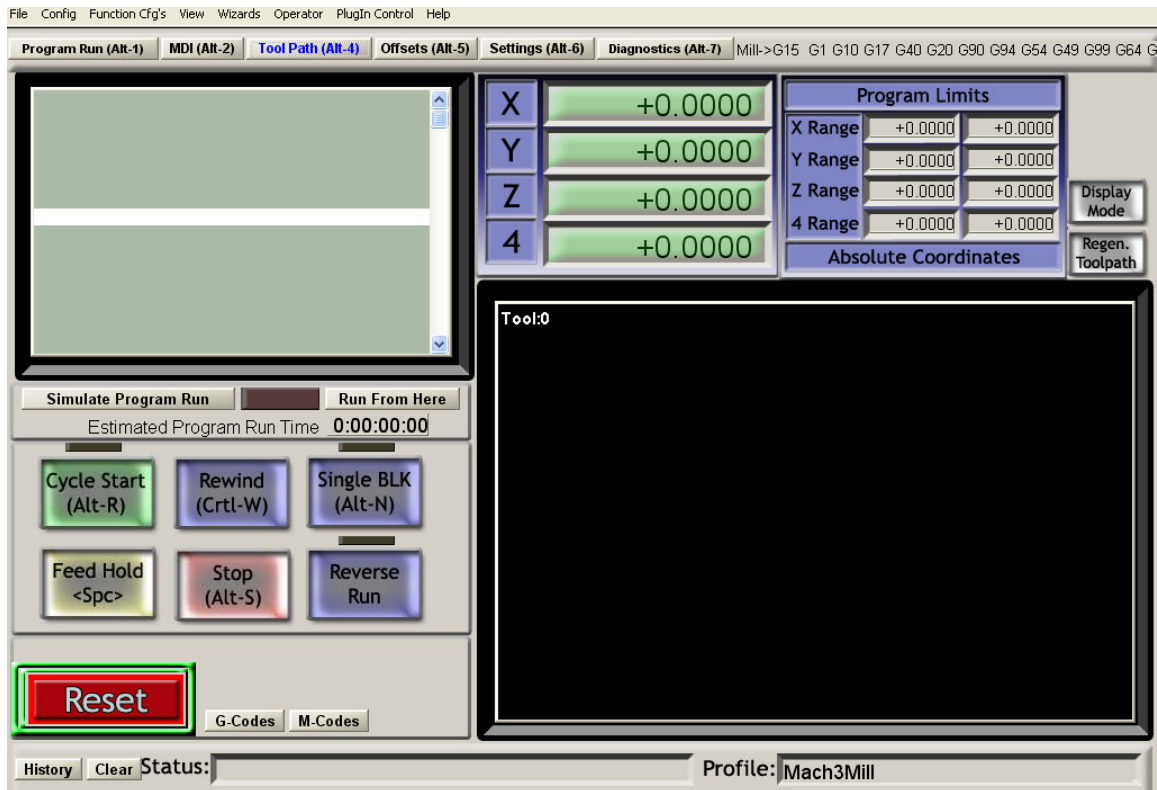


Рисунок 41 – Экран отображения перемещение инструмента *TOOLPATH*

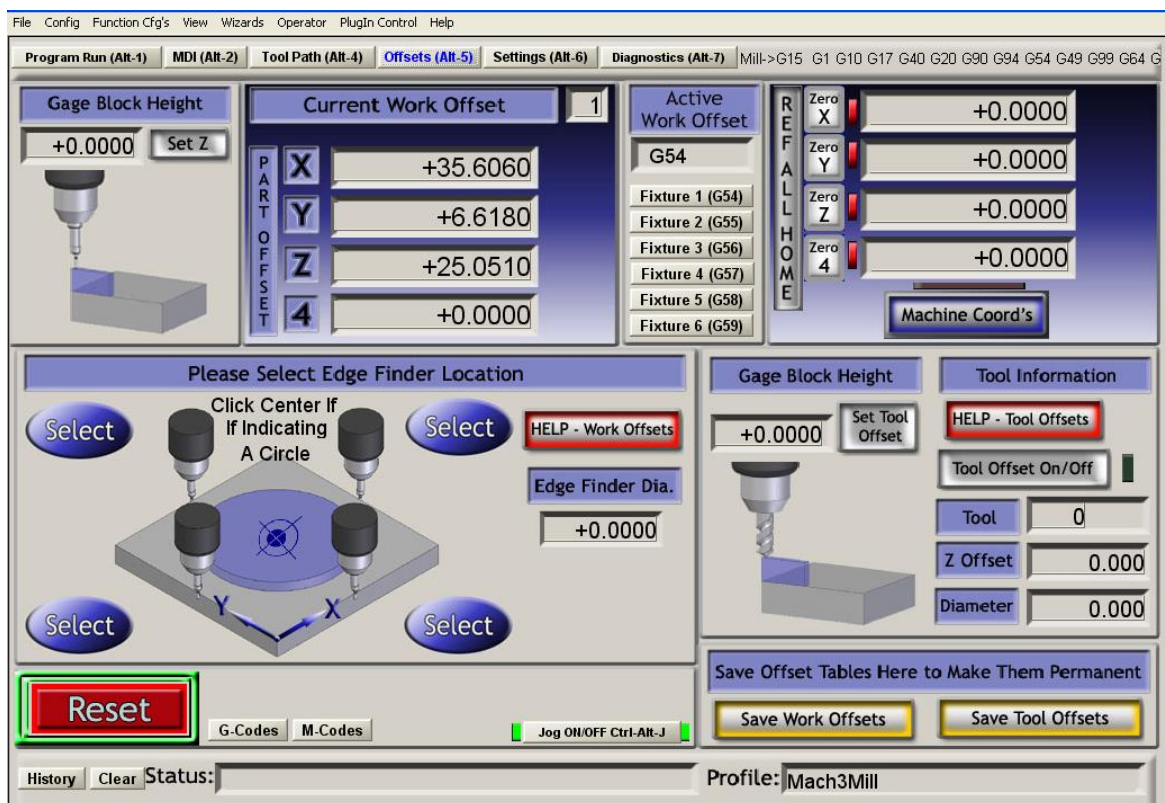


Рисунок 42 – Привязка инструмента *OFFSETS*

Управление перемещениями инструмента осуществляется при помощи специального всплывающего окна (рисунок 43). Оно вызывается и убирается с экрана посредством клавиши Tab клавиатуры.



1 – Режимы переходов; 2 – Режимы переездов; 3 – Управление перемещением по осям

Рисунок 43 – Пульт оператора

5 НАЛАДКА СТАНКА

Наладка включает комплекс действий по подготовке станка к обработке.

5.1 Сначала разместим заготовку на столе станка с учетом удобства ее закрепления и извлечения после обработки. Далее выберем нулевую точку, положение которой, с одной стороны, задано началом системы координат детали в CAD/CAM-системе, а с другой – определяется с учетом размещения заготовки. Рассмотрим подробнее выбор нулевой точки с учетом систем координат станка, заготовки и детали.

На рисунке 44 показано направление осей системы координат стола станка с ЧПУ.

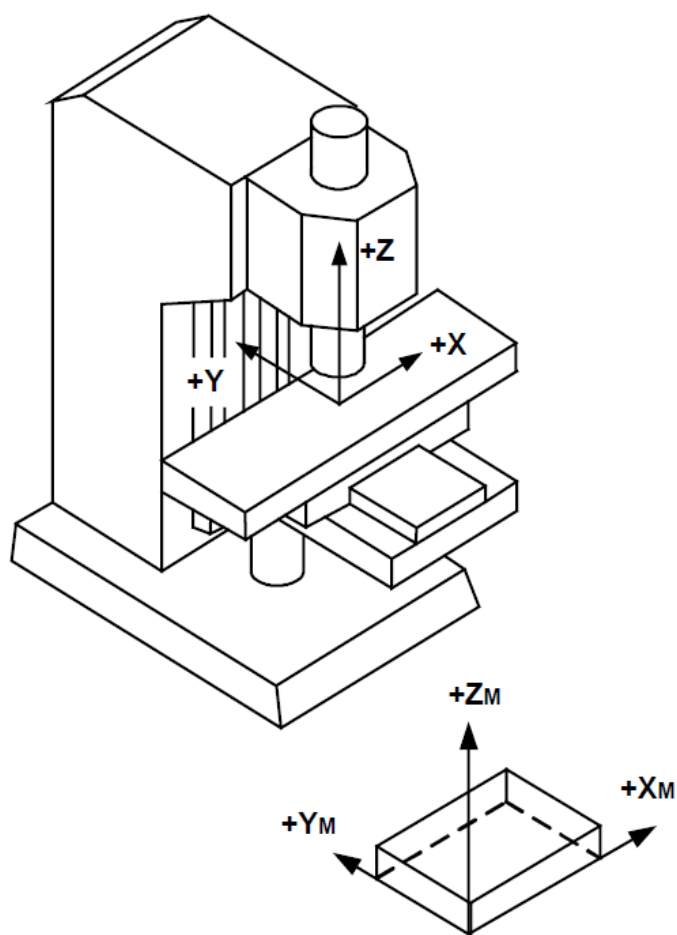


Рисунок 44 – Станок и направление осей стола

Все перемещения шпинделя станка отсчитываются от нуля станка, находящегося в ближнем левом углу стола.

При использовании подготовленной нами УП нуль станка придется переместить в точку, которая будет представлять начало системы координат CAD/CAM-системы, в которой

моделировалась обработка. При небольших габаритах заготовки, она может быть закреплена в любом месте стола. Соответственно положение плавающего нуля, от которого будет перемещаться инструмент по УП, может меняться.

При выполнении лабораторной работы разместим заготовку (деревянная пластина) на столе станка так, как показано на рисунке 45. Для экономии материала будем делать отступ от левой и нижней границ заготовки не более 15 мм. Будем считать это припуском на обработку.

Надежно закрепим заготовку прихватами, используя Т-образные пазы стола станка. Целесообразно нанести контур будущей детали на поверхность заготовки с целью контроля правильности обработки.

Выбор нулевой точки потребует многократного перемещения фрезы. Поэтому включаем оборудование.

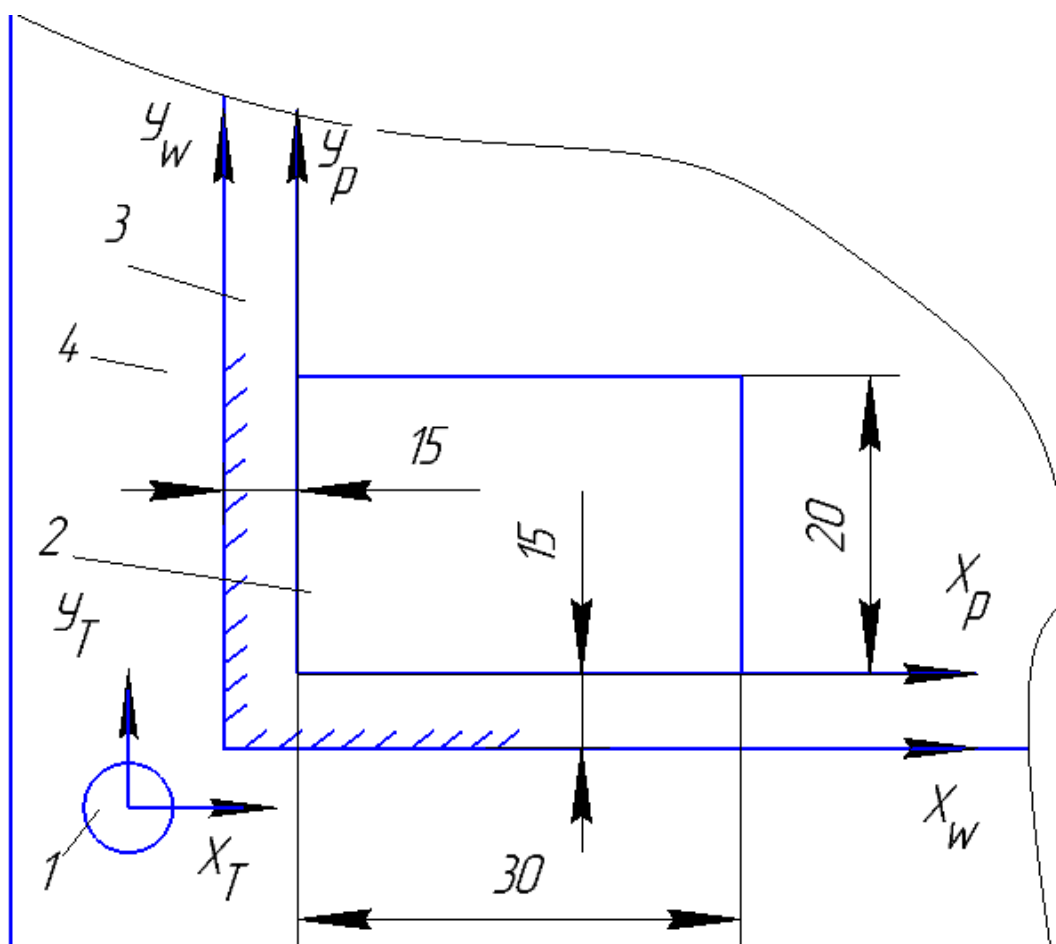


Рисунок 45 – Расположение заготовки детали на столе:

1 – Фреза; 2 – Контур детали; 3 – Заготовка; 4 – Стол станка

5.2 Включаем компьютер.

5.3 Включаем CNC controller (рисунок 46).



Рисунок 46 – CNC controller

5.4 Запускаем систему управления Airsoft Mach3 (рисунок 51) и нажимаем экранную кнопку *Reset* .

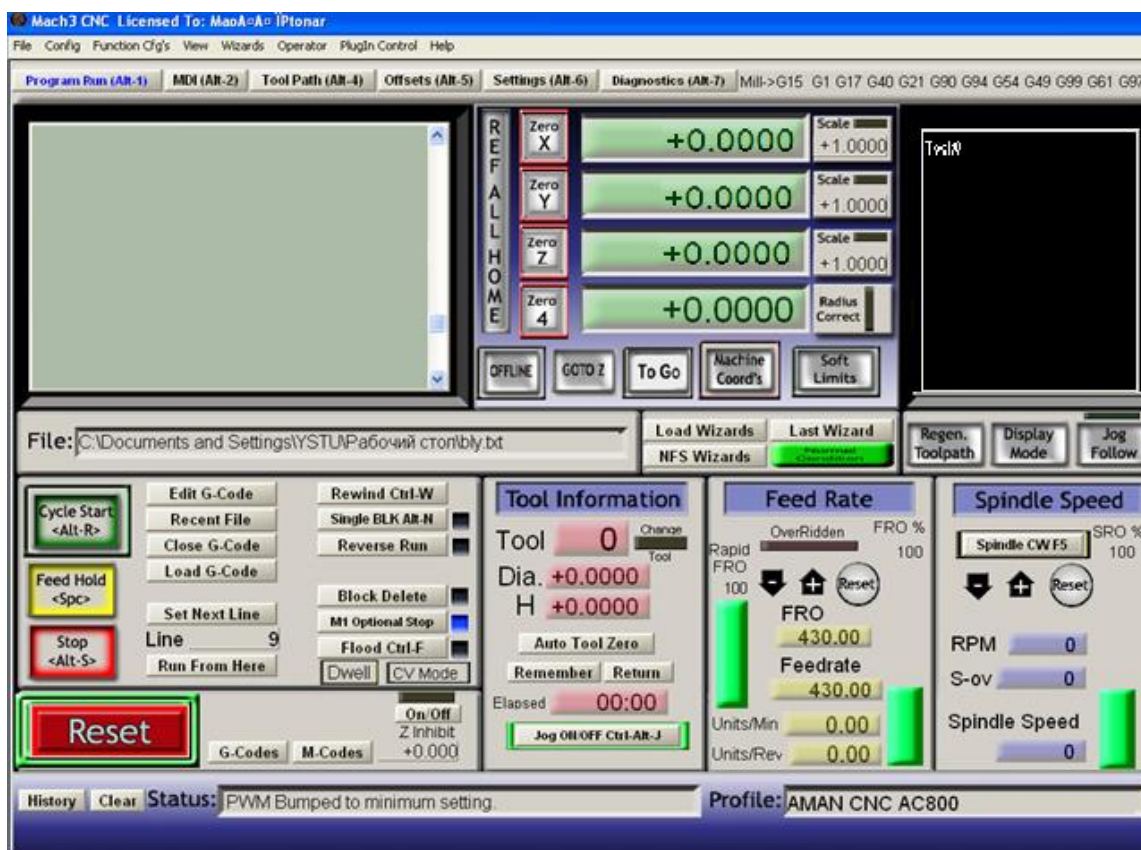


Рисунок 47 – Кнопка *Reset* на экране Mach3

5.5 Нажатием кнопки *Spindle SW F5* запускаем шпиндель и поворотом реостата устанавливаем ливаем на CNC контроллере максимальную частоту вращения. Координаты начального положения оси фрезы с рисунка 45 могут быть такими, например, как на рисунке 48.

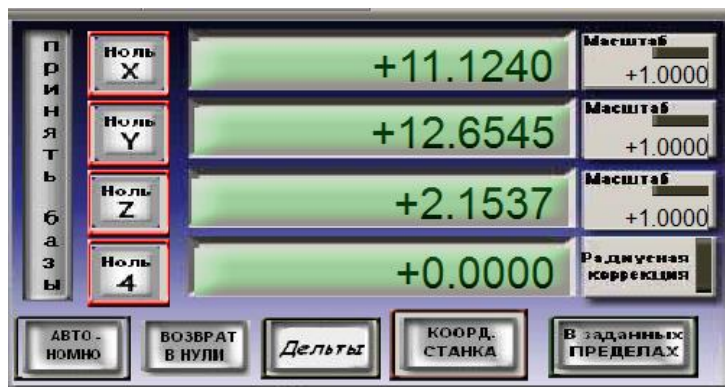


Рисунок 48 – Случайные координаты фрезы до наладки

5.6 Выполняем обнуление по оси X, привязываясь к заготовке. Напомним, что обработка контура выполняется на заготовке (см. рисунок 45) заведомо больших размеров для обеспечения безопасности и целостности станка. Медленно подводим шпиндель станка с помощью пульта оператора (см. рисунок 43) до касания фрезы со стенкой заготовки (рисунок 49). Нажатием кнопки *Ноль X* обнуляем поле координаты X (рисунок 50). Будем считать это положение по оси X *нулевым* в координатной системе R.

5.7 Таким же образом обнуляем положение фрезы по оси Y (рисунки 51, 52).

5.8 Далее обнуляем положение фрезы по оси Z относительно поверхности заготовки (рисунки 53, 54).

5.9 Текущие координаты центра сдвинутой фрезы показаны на рисунке 55. Возвращаем фрезу в нулевую точку (рисунок 56) системы координат R нажатием кнопки *Возврат в нули* (рисунки 56, 57).

5.10 Теперь переместим ось фрезы в центр координатной системы R (Part), в которой разработана наша УП. Для сдвига фрезы по осям X и Y на расстояние равное 18 мм (припуск + радиус фрезы) вводим G-код (рисунок 58) и нажимаем Enter. После повторного обнуления координат X и Y (рисунок 59), ось фрезы окажется в нулевой точке системы координат R (рисунки 60). Можно начинать обработку по УП.

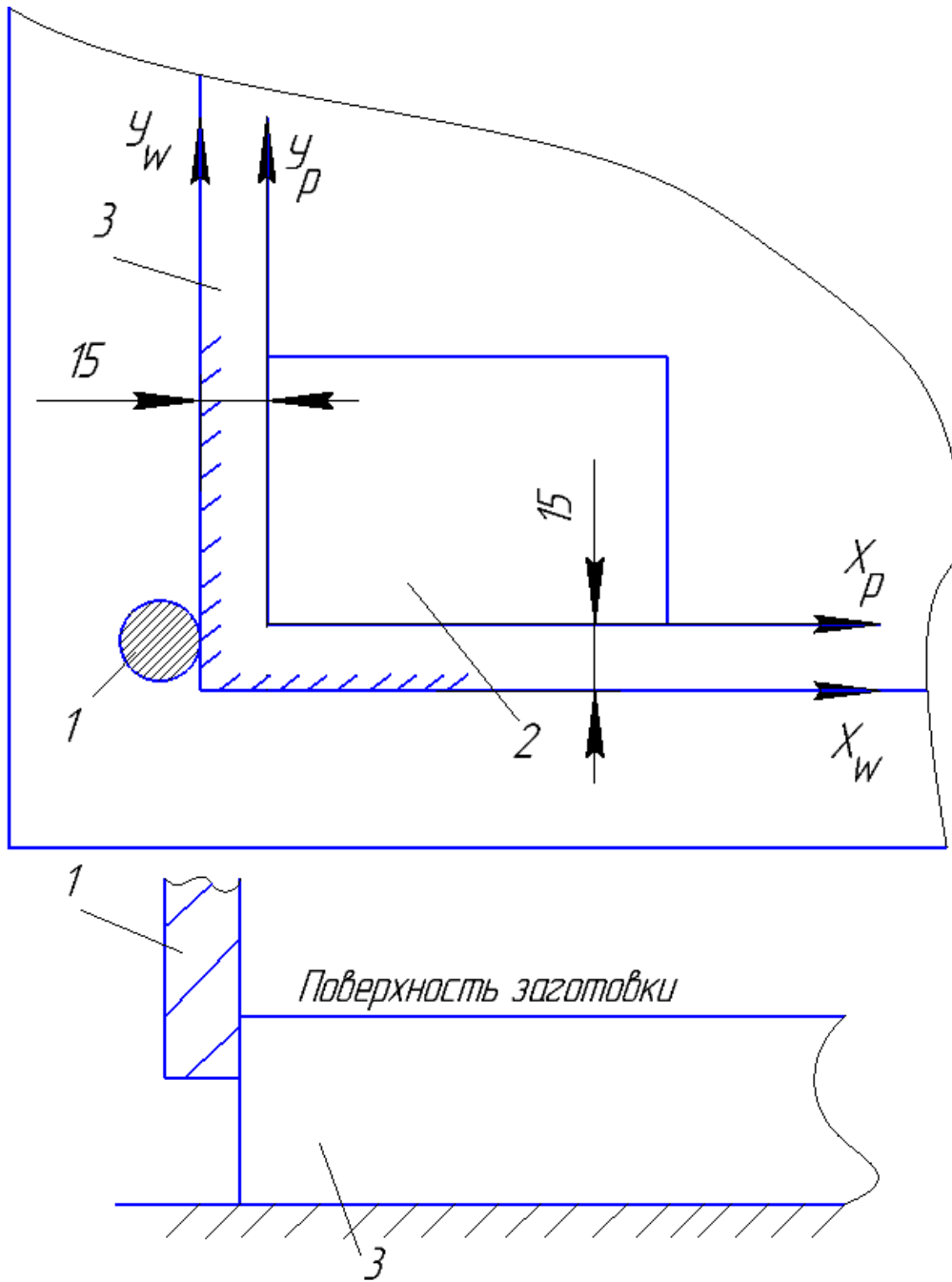


Рисунок 49 – Зануление по оси X (вид сверху и сбоку)



Рисунок 50 – Зануление по оси X

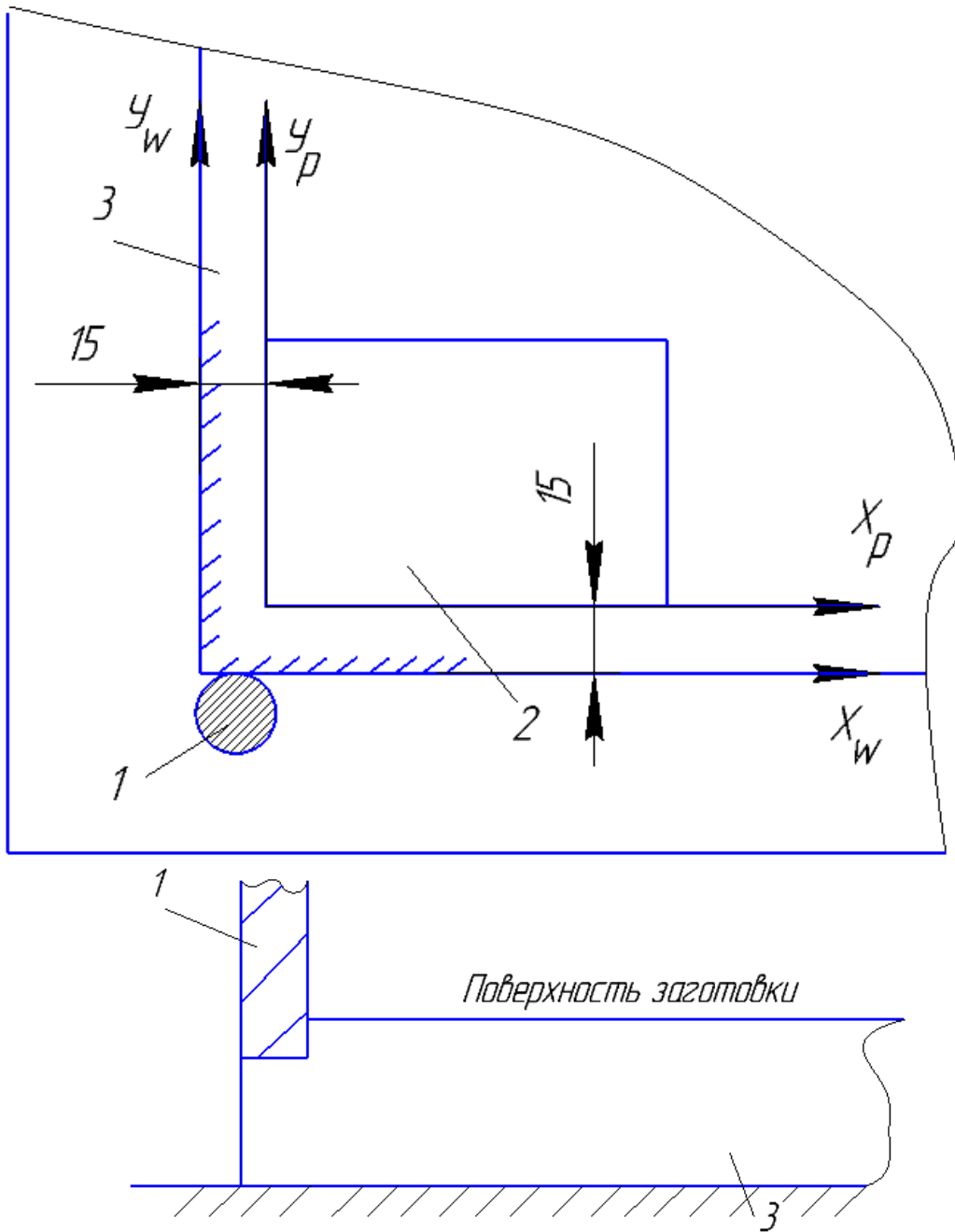


Рисунок 51 – Зануление оси Y (вид сверху и сбоку)

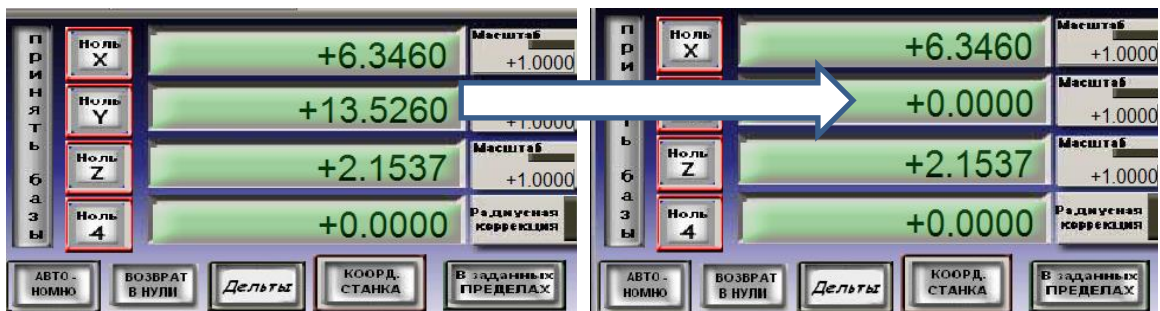


Рисунок 52 – Зануление в программе по оси Y

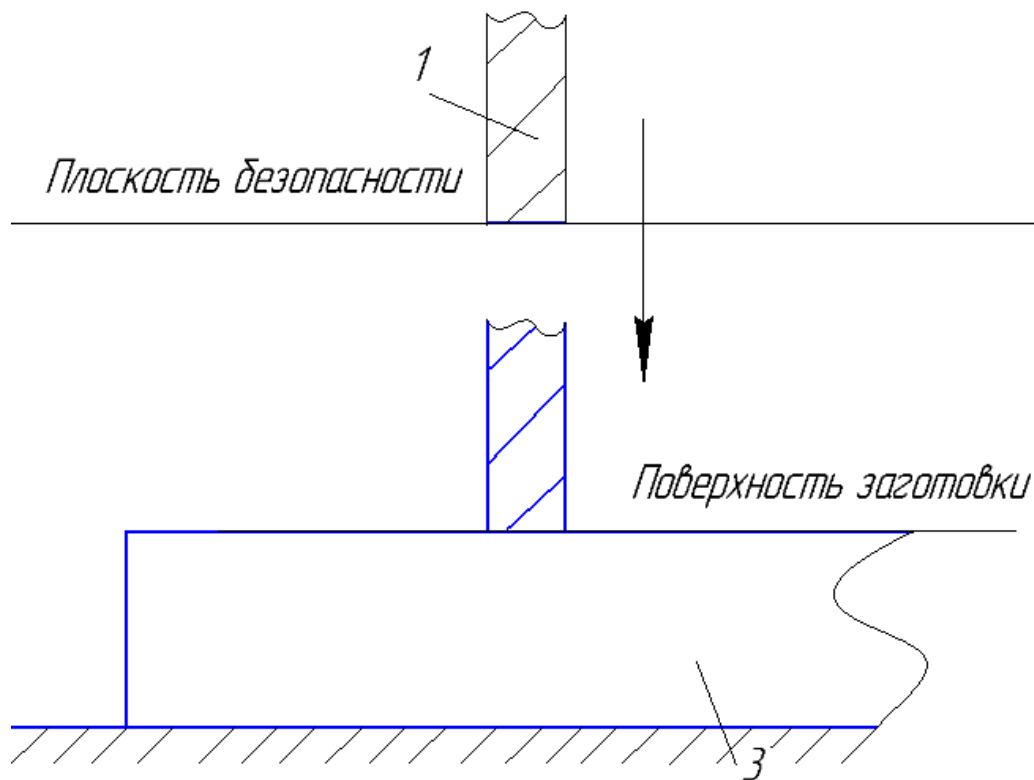


Рисунок 53 – Зануление по оси Z

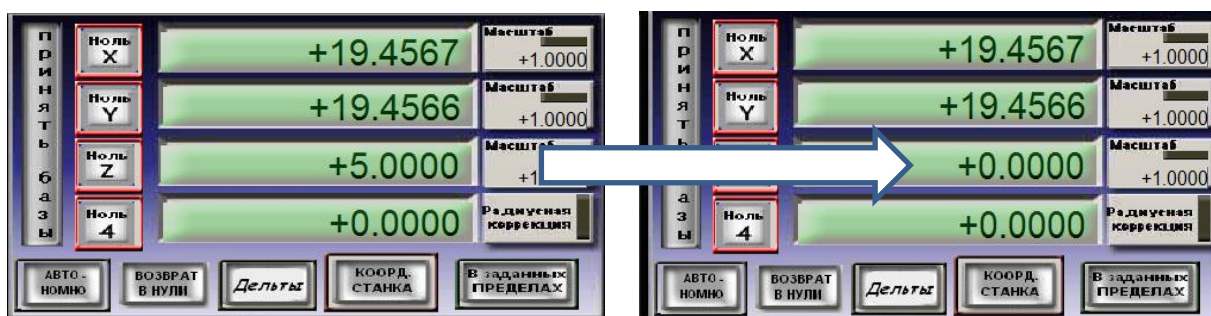


Рисунок 54 – Зануление по оси Z

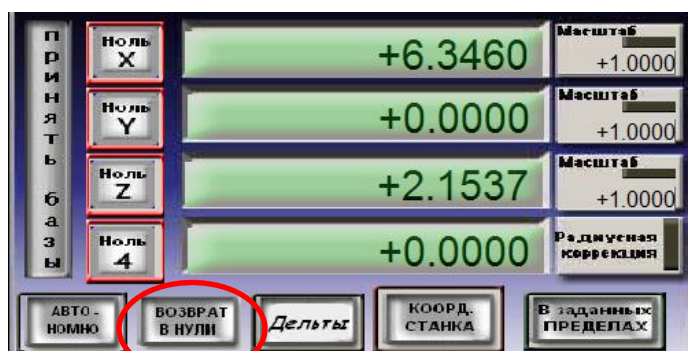


Рисунок 55 – Перед нажатием кнопки *Возврат в нули*

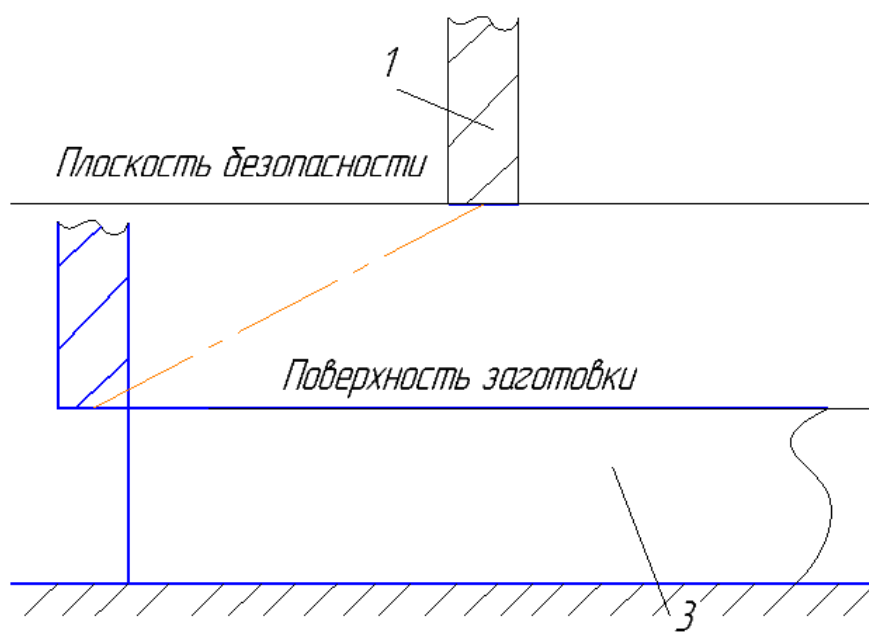
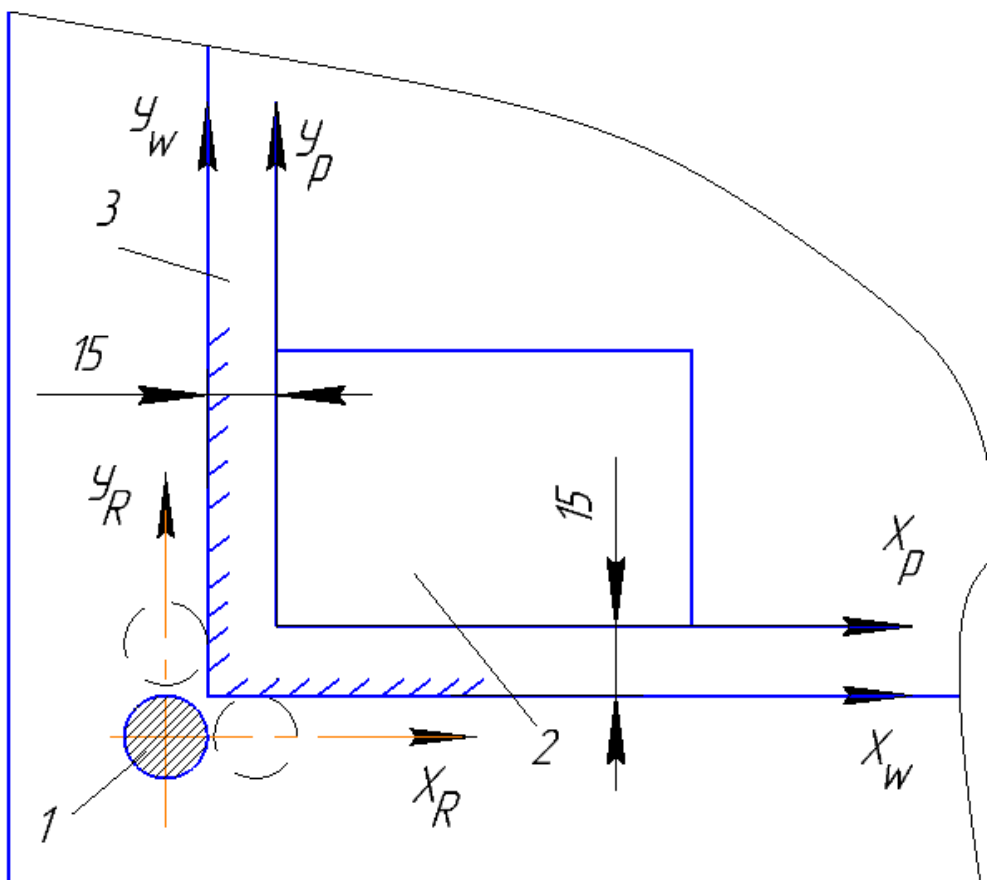


Рисунок 56 – Результат обнуления по X, Y и Z

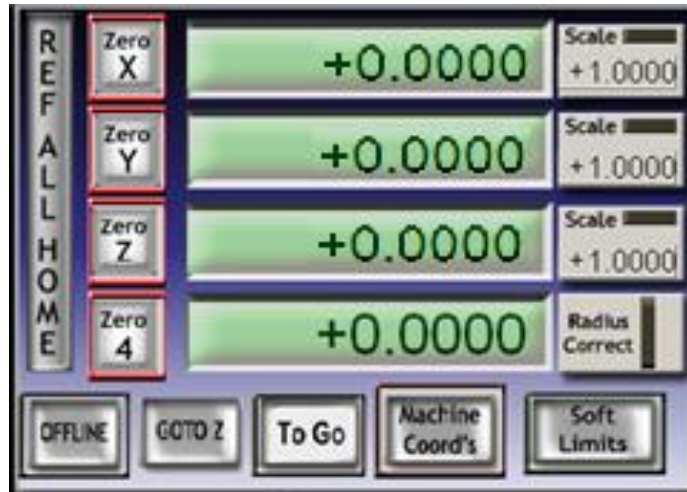


Рисунок 57 – Результат после обнуления – ось фрезы в начале R

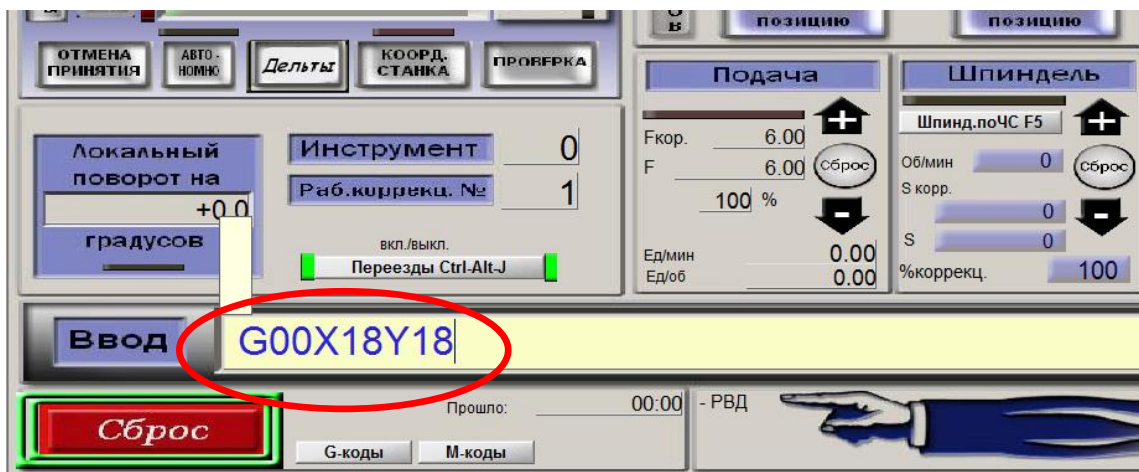


Рисунок 58 – Ручной ввод перехода в координаты R детали



Рисунок 59 – Координаты фрезы перед началом обработки

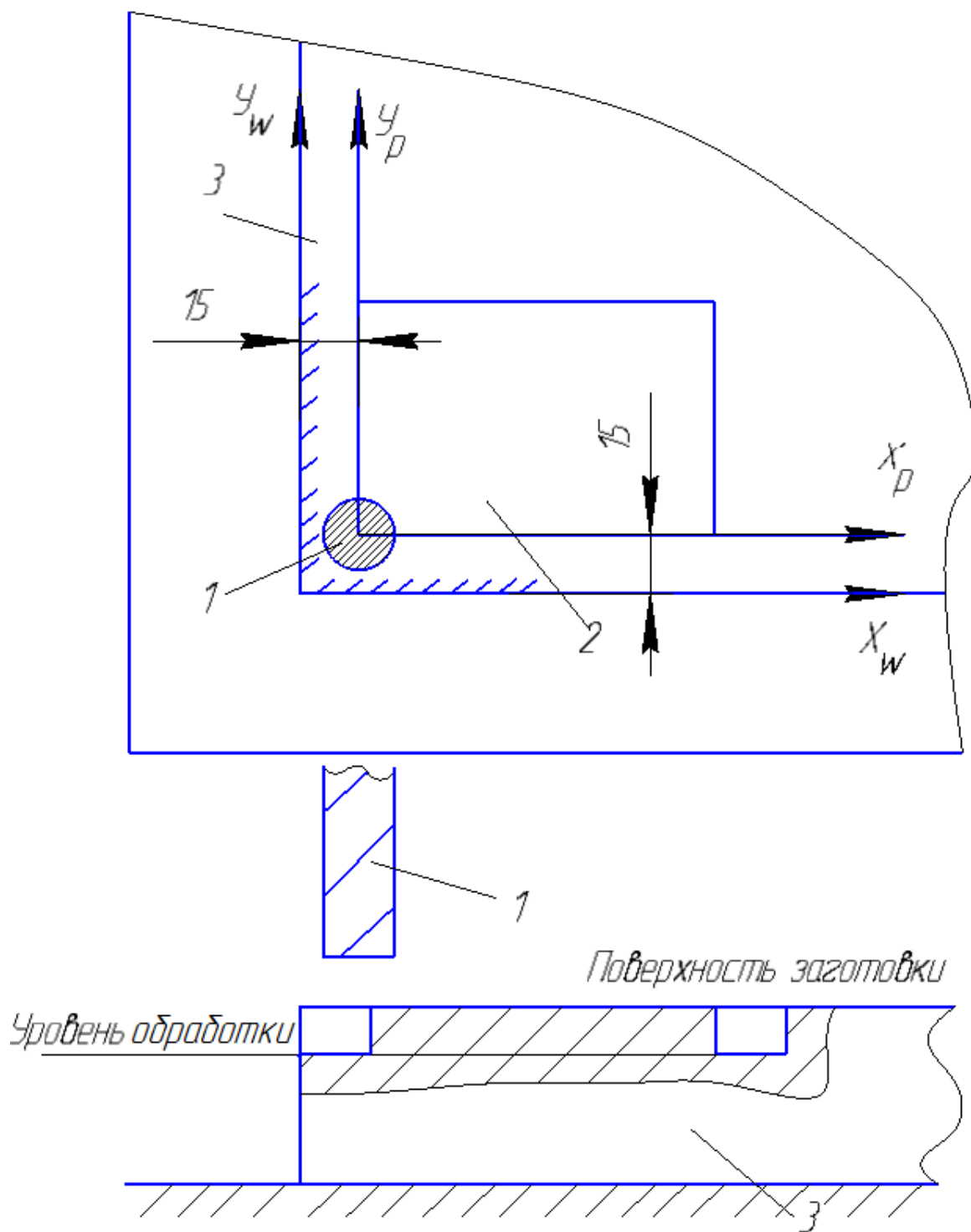
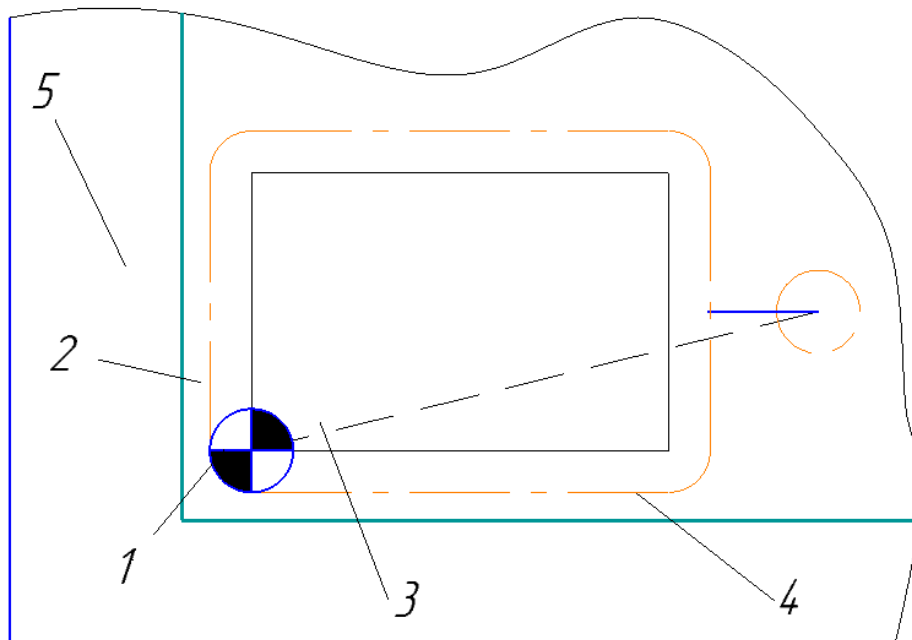


Рисунок 60 – Расположение фрезы перед запуском УП (после перемещения на 18 мм и обнуления)

6 ОБРАБОТКА ЗАГОТОВКИ ПО УП

6.1 Текущее положение фрезы после наладки показано на рисунке 61. Нажатием кнопки *Load G-Code* загружаем файл УП и нажимаем кнопку старта – *Cycle Start* (рисунок 62).



1 - фреза; 2 - заготовка; 3 - деталь; 4 - траектория

Рисунок 61 – Расположение фрезы в начале обработки

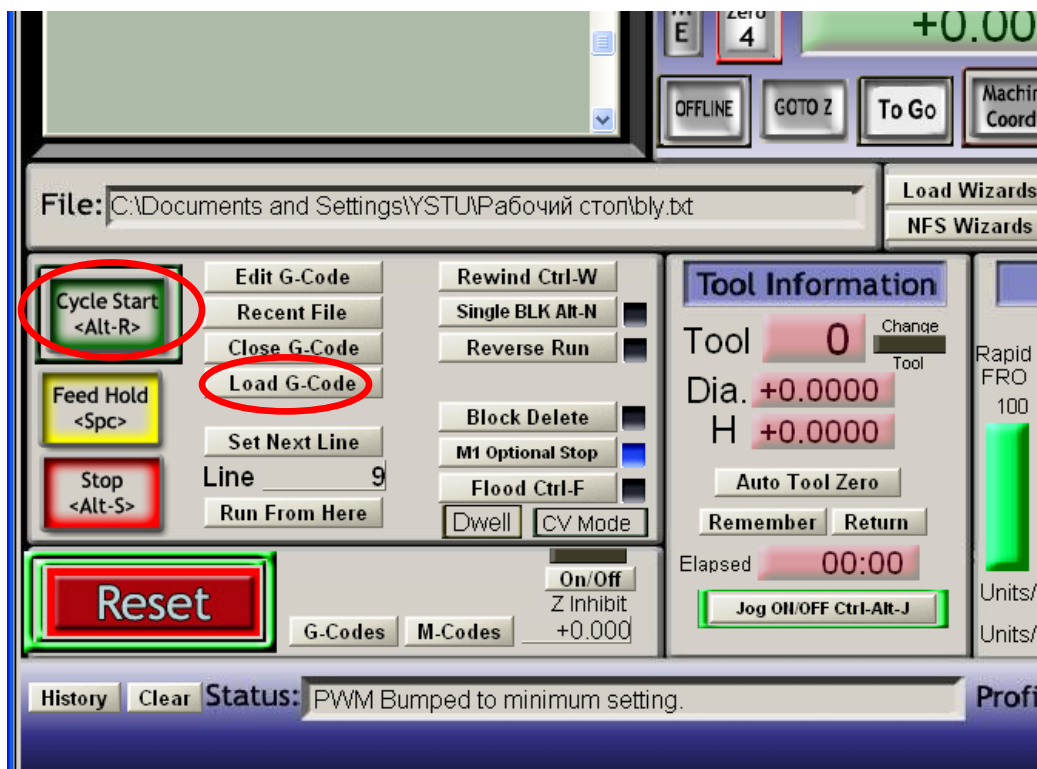
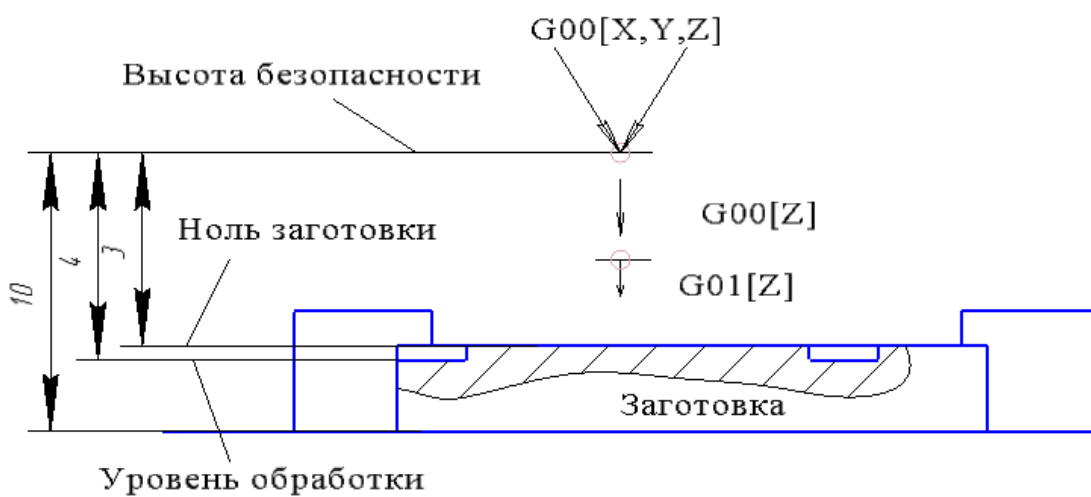
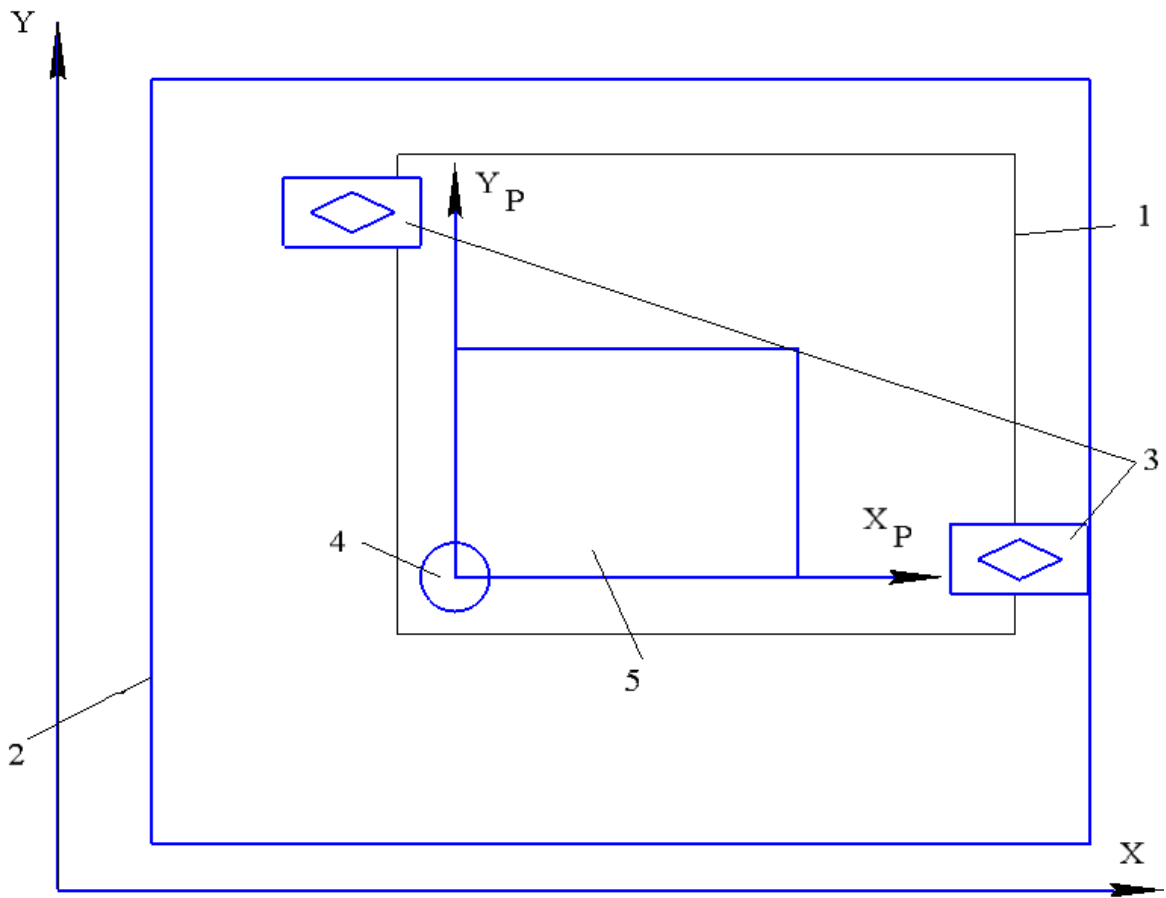


Рисунок 62 – *Load G-Code* и *Cycle Start*

Перемещение инструмента по оси Z показано на рисунке 63:
 G00 – ускоренное перемещение по осям X, Y, Z;
 G01 – линейная интерполяция по оси Z.



1 – заготовка; 2 – стол станка; 3 – прихваты; 4 – фреза; 5 – деталь

Рисунок 63 – Наладка и перемещения фрезы по оси Z

Покажем на рисунке 64 промежуточную точку в ходе обработки контура. Сверху отображается процесс движения фрезы, в левом нижнем окне – текущий кадр УП, а в правом – текущие координаты оси фрезы (см. рисунок 64).

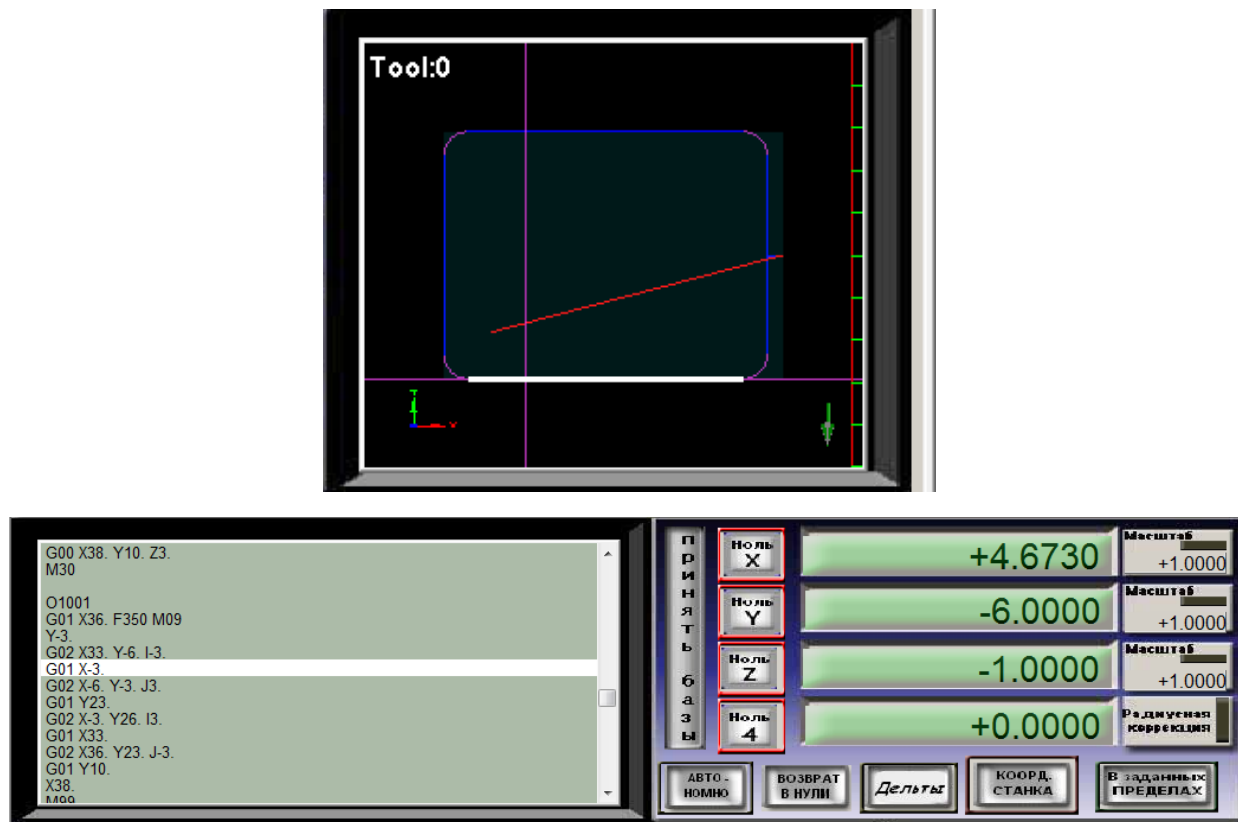


Рисунок 64 – Промежуточное положение оси фрезы

7 ВЫКЛЮЧЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

После выполнения лабораторной работы надо выключить оборудование: нажать кнопку остановки вращения шпинделя (рисунок 65), повернуть реостат в крайнее левое положение, выключить CNC controller, после этого выключить компьютер и стабилизатор электропитания (внизу, за дверкой шкафа).

На заключительном этапе – убрать крупную стружку щеткой в савок, использовать пылесос для удаления оставшейся мелкой пылеобразной стружки.

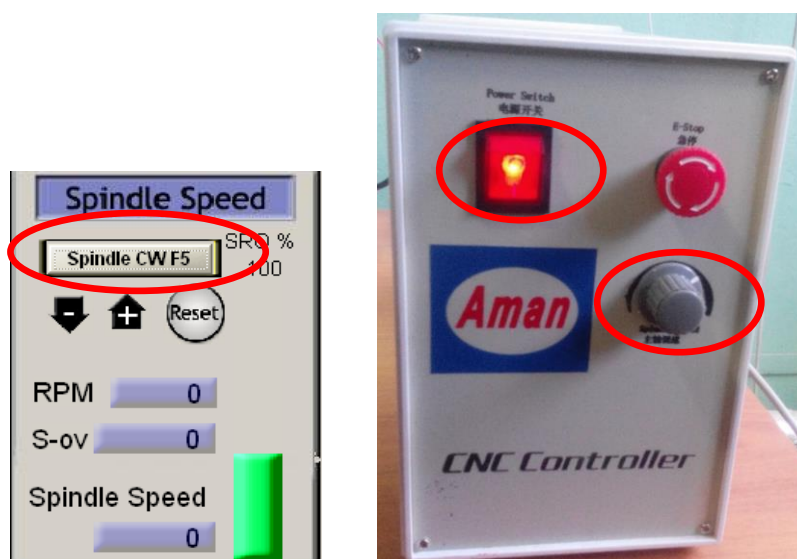


Рисунок 65 – Кнопка *Spindle SW F5* и регулятор скорости вращения на контроллере

Список использованных источников

1. Цифровое прототипирование. Моделирование в CAD/CAM Cimatron механообработки на фрезерном станке с ЧПУ: метод. указания / Сост.: О.Н.Калачев. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2016. – 38 с.
2. Должиков, В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: учебное пособие / В.П. Должиков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 143 с.
3. Материалы WEB-страницы кафедры «Компьютерно-интегрированная технология машиностроения» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://tms.ystu.ru>
4. Цифровое прототипирование. Создание в CAD/CAM Cimatron 3D-моделей путем выдавливания и вращения: метод. указания / Сост.: О.Н.Калачев. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2016. - 29 с.
5. Раздел сайта компании Би Питрон [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://beepitron.com/soft-products/cimatron/student_version/
6. Калачев, О.Н. Моделирование в CAD/CAM Cimatron *it* механообработки на станке с ЧПУ: Учебное пособие. - Ярослав. гос. техн. ун-т. Ярославль, 2003. - 28 с.
7. Калачев, О.Н. Компьютерно-интегрированное машиностроение и CAD/CAM Cimatron // Информационные технологии. 1998. № 10. С. 43-47, 49.
8. Материалы WEB-страницы компании «Mach 3» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.machsupport.com>
9. Материалы WEB-страницы компании «Cimatron Group» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://cimatron.com/>

Приложения А – Справочник по кодам УП

Таблица А.1 – Главные команды

G00	Ускоренное перемещение инструмента (холостой ход). Функция G00 применяется для проведения ускоренного передвижения режущего инструмента в позицию обработки или в безопасную позицию. Ускоренное перемещение не применяется ни при каких условиях для проведения обработки
G01	Линейная интерполяция. Функция G01 применяется при выполнении прямолинейных передвижений с определенной скоростью (F). В процессе программирования задают координаты конечной точки, используя абсолютные значения (G90) либо приращения (G91), а также соответственные адреса перемещений (к примеру, X, Y, Z)
G02	Круговая интерполяция по часовой стрелке. G02 – функция, применяемая при выполнении передвижения инструмента по окружности (дуге) по часовой стрелке с определенной скоростью (F). В процессе программирования задают координаты конечной точки, используя абсолютные значения (G90) либо приращения (G91) с соответствующими адресами передвижений (к примеру, X, Y, Z)
G03	Круговая интерполяция против часовой стрелки. G03 – функция, предназначенная для проведения перемещения инструментов по окружности (дуге) против часовой стрелки с определенной скоростью (F). В ходе программирования задают координаты конечной точки, применяя абсолютные значения (G90) либо приращения (G91) с соответствующими адресами перемещений (к примеру, X, Y, Z)
G04	Код паузы. Функция G04 представляет собой команду на выдержку с указанным временем. Программирование данного кода выполняется совместно с X либо P адресом, указывающим на длительность времени выдержки. Как правило, данное время лежит в промежутке 0.001-99999.999 секунд
G09	Точная остановка
G10	Задание новых координат для начала координат
G15	Отмена полярной системы координат
G16	Полярная система координат (X радиус Y угол)
G17	Выбор рабочей плоскости X-Y.
G18	Выбор рабочей плоскости Z-X.
G19	Выбор рабочей плоскости Y-Z
G20	Режим работы в дюймовой системе
G21	Режим работы в метрической системе
G22	Активировать установленный предел перемещений (Станок не выйдет за их предел)
G28	Вернуться на референтную точку
G30	Поднятие по оси Z на точку смены инструмента
G40	Отмена компенсации радиуса инструмента

G41	Компенсировать радиус инструмента слева от траектории. Команда G41 назначает коррекцию на инструмент влево, то есть сдвигает режущий инструмент влево от траектории движения инструмента для коррекции на размер используемого режущего инструмента
G42	Компенсировать радиус инструмента справа от траектории. Команда G42 назначает коррекцию на инструмент вправо, то есть сдвигает режущий инструмент вправо от траектории движения инструмента для коррекции на размер используемого режущего инструмента
G43	Компенсировать длину инструмента положительно. Команда назначает положительную коррекцию на длину инструмента, длина РИ прибавляется к величине заданного положения оси
G44	Компенсировать длину инструмента отрицательно. Команда G44 назначает отрицательную коррекцию на длину инструмента, длина режущего инструмента отнимается от величины заданного положения оси
G49	Отмена компенсации длины инструмента. Команда G49 отменяет положительную коррекцию и отрицательную коррекцию на длину инструмента, т.е. команды G43 и G44
G52	<i>Локальная система координат.</i> СЧПУ дает возможность установки не только стандартных рабочих координатных систем (G54-G59), но и локальных. Когда станочной системой ЧПУ выполняется G52, то происходит смещение начала действующей рабочей координатной системы на значение, которое указано посредством слов данных X,Y,Z. Кодом G52 выполняется автоотмена – команда G52 XO YO Z0.
G53	Отключить смещение начала системы координат станка
G54 - G59	Переключиться на заданную оператором систему координат. Смещение функционирующей координатной системы детали относительно координатной системы станка.
G61- G64	Переключение режимов Точный Стоп/Постоянная скорость
G68	Поворот координат на нужный угол. Функция G68 дает возможность выполнения поворота системы координат на заданный угол. Для того, чтобы выполнить поворот, необходимо задать плоскость вращения, а также указать центр вращения, угол поворота. Установка плоскости вращения выполняется посредством кодов G17, G18, G19. Установка центра вращения выполняется относительно нулевой точки рабочей активной координатной системы (G54-G59). Указание угла вращения выполняется с помощью R.
G69	Отмена вращения координат. Функцией G69 отменяется режим G68 вращения координат.
G70	Цикл продольного чистового точения
G71	Цикл многопроходного продольного чернового точения

G73	Работа высокоскоростного цикла прерывистого сверления. Цикл G73 служит для описания высверливания отверстий. Движение в ходе работ выполняется на рабочей подаче, вывод инструмента периодический. Перемещение в начальное положение после обработки происходит на ускоренной подаче
G74	Цикл нарезки левой резьбы. Циклом G74 описывается процедура нарезки левой резьбы помощью метчика. Перемещение в ходе обработки выполняется на рабочей подаче, вращение шпинделя выполняется в определенном направлении. Перемещение после обработки в начальное положение выполняется на рабочей подаче, вращение шпинделя обратное
G80	Отмена циклов сверления, растачивания, нарезания резьбы метчиком и т. д.
G81	Цикл сверления
G82	Цикл сверления с задержкой. Перемещение в ходе обработки выполняется на рабочей подаче, в конце – пауза. Перемещение в исходную позицию после обработки выполняется на ускоренной подаче
G83	Цикл прерывистого сверления (с полным выводом сверла). Циклом G83 описывается процесс глубокого сверления отверстий. Перемещение в ходе обработки выполняется на рабочей подаче, при этом происходит периодический вывод в плоскость отвода инструмента. Перемещение в начальную позицию после обработки выполняется на ускоренной подаче
G84	Цикл нарезания резьбы. G84 – цикл, предназначенный для нарезания резьбы посредством метчика. Перемещение в ходе обработки выполняется на рабочей подаче, вращение шпинделя выполняется в определенном направлении. Возвращение в начальное положение после обработки выполняется на рабочей подаче, вращение шпинделя обратное
G85	Цикл растачивания. Цикл G85 служит в целях развертывания и растачивания различных отверстий. Перемещение в ходе обработки выполняется на рабочей подаче. Возврат в начальное состояние по окончании обработки выполняется на рабочей подаче.
G86	Цикл растачивания, включающий остановку вращения шпинделя. Назначение цикла G86 – описание растачивания отверстий. Перемещение в ходе обработки выполняется на рабочей подаче. По окончании обработки шпиндель останавливается. Перемещение в начальное положение в конце обработки выполняется на ускоренной подаче.
G87	<i>Цикл растачивания, отвод производится вручную.</i> Циклом G87 описывается растачивание отверстий. Перемещение в ходе обработки выполняется на рабочей подаче. По окончании обработки шпиндель останавливается. Перемещение в начальное состояние по завершении обработки выполняется вручную.

G90	Задание абсолютных координат опорных точек траектории. В данном режиме G90 движение исполнительного органа происходит относительно нуля рабочей координатной системы G54-G59 (программой определяется направление движения инструмента). Отмена кода G90 выполняется посредством кода G91, отвечающего за относительное позиционирование.
G91	Задание координат инкрементально последней введённой опорной точки. В данном режиме – режиме инкрементального позиционирования G91, «нуль»-положением всякий раз выбирается положение исполнительного органа, в котором он был перед началом движения к последующей опорной точке (определяется программой, на сколько необходимо переместиться инструменту). Отмена кода G91 выполняется посредством кода G90, отвечающего за абсолютное позиционирование.
G94	F (подача) – в формате дюймы/мм в мин.. С помощью функции G94 установка скорости подачи выполняется в дюймах в 1 минуту в случае действия функции G20 либо в миллиметрах в 1 минуту при действии функции G21. Определяется программой совместно с функцией подачи – F. Отмена кода G94 выполняется посредством кода G95.
G95	F (подача) – в формате мм/дюймы на оборот. С помощью функции G95 заданная скорость подачи определяется в дюймах на один шпиндельный оборот в случае действия функции G20 либо в миллиметрах на оборот в случае действия функции G21. Таким образом, происходит синхронизация скорости подачи F и скорости вращения шпинделя S. Отмена G95 выполняется посредством кода G94.
G97	S (скорость) – задание частоты вращения шпинделя с помощью S-слова
G98	<i>Возврат к начальной плоскости в цикле.</i> В случае, когда функционирование постоянного цикла идет вместе с функцией G98, возврат инструмента к начальной плоскости выполняется по окончании каждого из циклов и между обрабатываемыми отверстиями. Отмена функции G98 выполняется посредством кода G99.
G99	<i>Возврат в плоскость отвода.</i> В случае, когда постоянный станочный цикл функционирует совместно с G99, возврат инструмента к плоскости отвода выполняется между всеми отверстиями, подвергаемыми обработки. Отмена функции G99 выполняется посредством G98.

Таблица А.25 – Вспомогательные команды

M00	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт» на пульте управления, так называемая «безусловная технологическая остановка». Производится останов по окончании отработки соответствующего кадра при выполнении
-----	---

	которого не происходит потери информации. По окончании выполнения команд система числового программного управления производит останов шпинделя, подачи и охлаждения. Работа управляющей программы возобновляется после нажатия оператором соответствующей кнопки панели управления.
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включён режим подтверждения останова. Команда полностью аналогична M00, но для ее выполнения требуется подтверждение со стороны оператора системы числового программного управления посредством пульта управления.
M02	Конец программы, без сброса модальных функций. Посредством этой команды происходит завершение обработки управляющей программой, происходит процесс останова шпинделя, подачи и отключается охлаждение по окончании выполнения всех команд, указанных в кадре. Данной командой осуществляется приведение в исходное состояние системы числового программного управления и в исходное положение исполнительных органов станочной системы.
M03	Начать вращение шпинделя по часовой стрелке
M04	Начать вращение шпинделя по часовой стрелке
M05	Остановить вращение шпинделя
M06	Сменить инструмент
M07	Включить дополнительное охлаждение
M08	Включить основное охлаждение. Иногда использование более одного M-кода в одной строке (как в примере) недопустимо, для этого используются M13 и M14
M09	Выключить охлаждение
M13	Включить охлаждение и вращение шпинделя по часовой стрелке
M14	Включить охлаждение и вращение шпинделя против часовой стрелки
M17	Конец подпрограммы
M25	Замена инструмента вручную
M30	Конец программы, со сбросом модальных функций. Осуществляется останов шпинделя, подачи и отключение системы охлаждения. Система числового программного управления переходит в исходное состояние и (или) исполнительные органы устанавливаются в исходное положение. Исходное состояние системы числового программного управления предусматривает возврат к символу "Начало программы".
M97	Запуск подпрограммы, находящейся в той же программе (где P – номер кадра, в случае примера переход осуществится к строке N25), действует не везде, предположительно – только на станках HAAS
M98	Запуск подпрограммы, находящейся отдельно от основной программы (где P – номер подпрограммы, в случае примера переход осуществится к программе O1015)
M99	Конец подпрограммы



Материалы по проектированию в CAD/CAM