

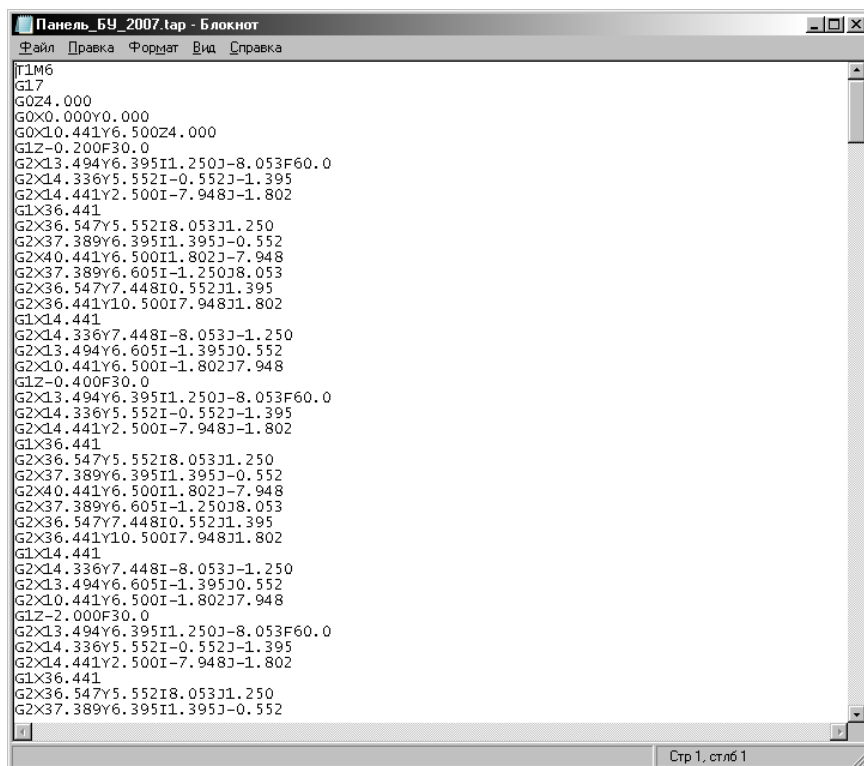
Глава 3

Описание программы управления и приёмы работы.

Внимание!!! После первого запуска программы **Mach3** необходимо установить рабочие экраны (скринсеты). Для этого следует зайти в меню **Вид - Загрузить скринсет** и в открывшемся окне выбрать нужный файл рабочего экрана. Для лицензионной версии это файлы **Mechanic MILL.set** (фрезерный) и **Mechanic TURN.set** (токарный). Для демонстрационной версии это файлы **1024Classic.set** (фрезерный) и **1024Classic.set** (токарный). Также необходимо отключить опцию **Автозаполнение экрана** в меню **Конфигурации - Общие конфигурации**.

Работа и настройка программы **Mach3** подробно описана в техническом описании (на английском языке), находящимся на CD, который прилагается к оборудованию. Ниже приведены практические рекомендации по использованию оборудования.

В данной главе описывается управление станком **МШ-2.2** с ЧПУ при помощи программы управления **Mach3**. Программа **Mach3** служит для отработки станком **Управляющей Программы**, т. е. текстового файла с машинными кодами (**Рис. 1**), а также для ручного управления станком.



- а) вручную;
- б) с помощью специальных программ (CAD и САМ-систем);
- в) комбинированно.

Типовая схема составления **УП** при помощи CAD-системы и САМ-системы показана на **Рис. 2 а-в**. В CAD-системе создаётся 3D модель или 2D чертёж детали, передаётся через формат обмена (как правило **.IGES**) в САМ-систему. По модели или чертежу САМ-система рассчитывает траекторию инструмента с учётом его диаметра и конфигурации. Далее по траектории составляется **УП** и сохраняется в текстовом файле. **УП** загружается в **Mach3** и запускается на выполнение.

Для составления **УП** может быть использована любая CAD-система и любая САМ-система. Главное условие - совместимость формата **УП** с **Mach3**. Для этого в САМ-системе должен содержаться постпроцессор (драйвер вывода **УП**), выводящий **УП** по правилам, о которых было сказано выше. О наличии такого постпроцессора следует узнавать до приобретения программы.

Внимание!!! В данном описании рассматривается выполнение **УП** при помощи программы **Mach3** и работа с самой программой **Mach3**, т. к. она обязательно поставляется вместе со станком и обеспечивает его функционирование. По вопросам работы с CAD/САМ-системами следует обращаться к производителям соответствующих программ.

Настройка программы **Mach3** на конкретный станок и подключение оборудования подробно описаны в **Главе 2**.

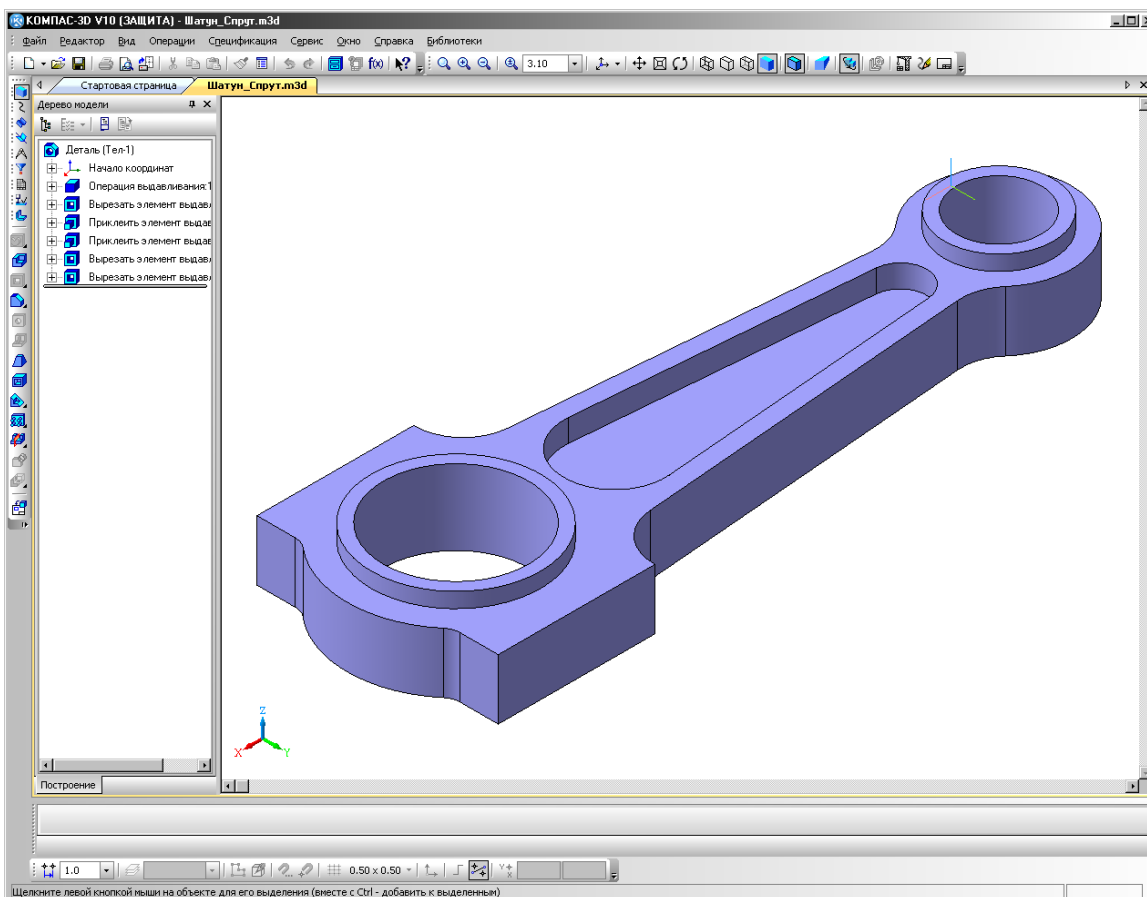


Рис. 2 а.

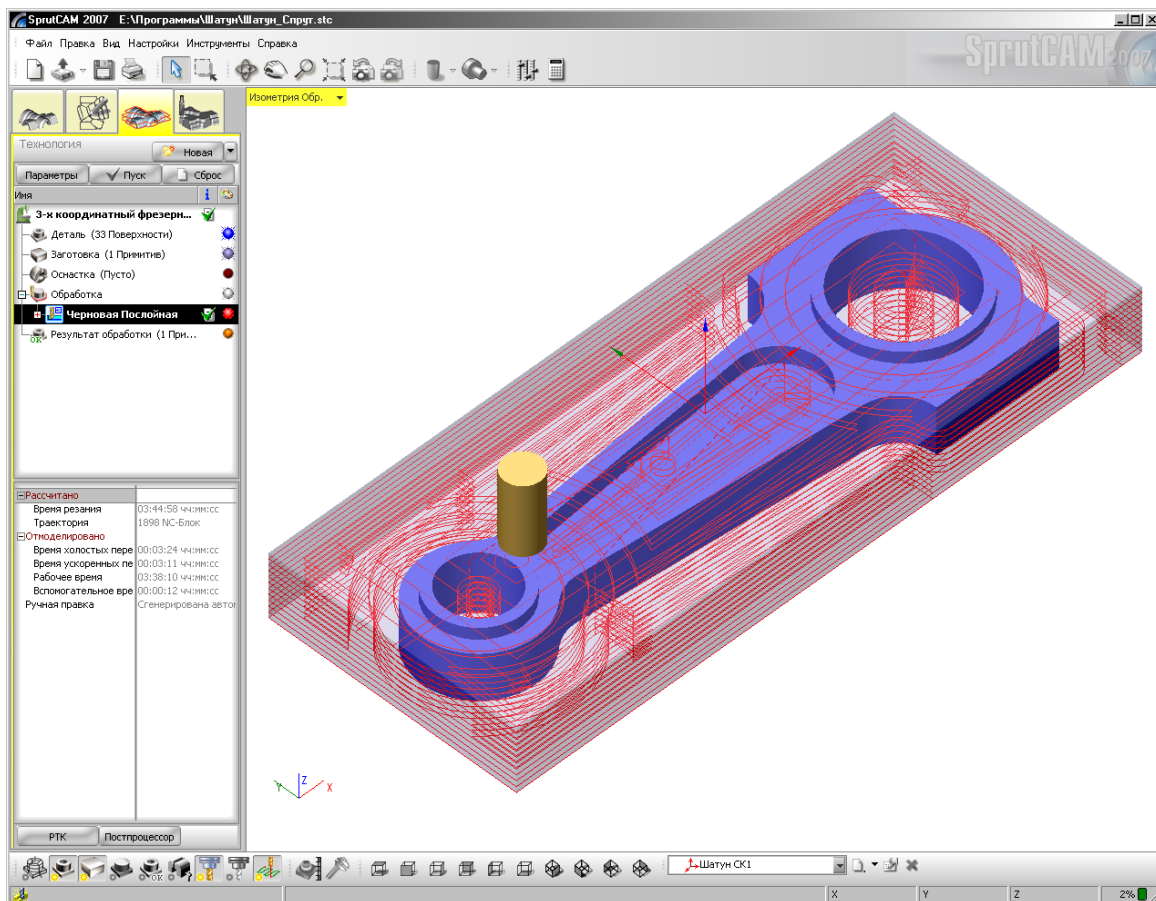


Рис. 2 б.

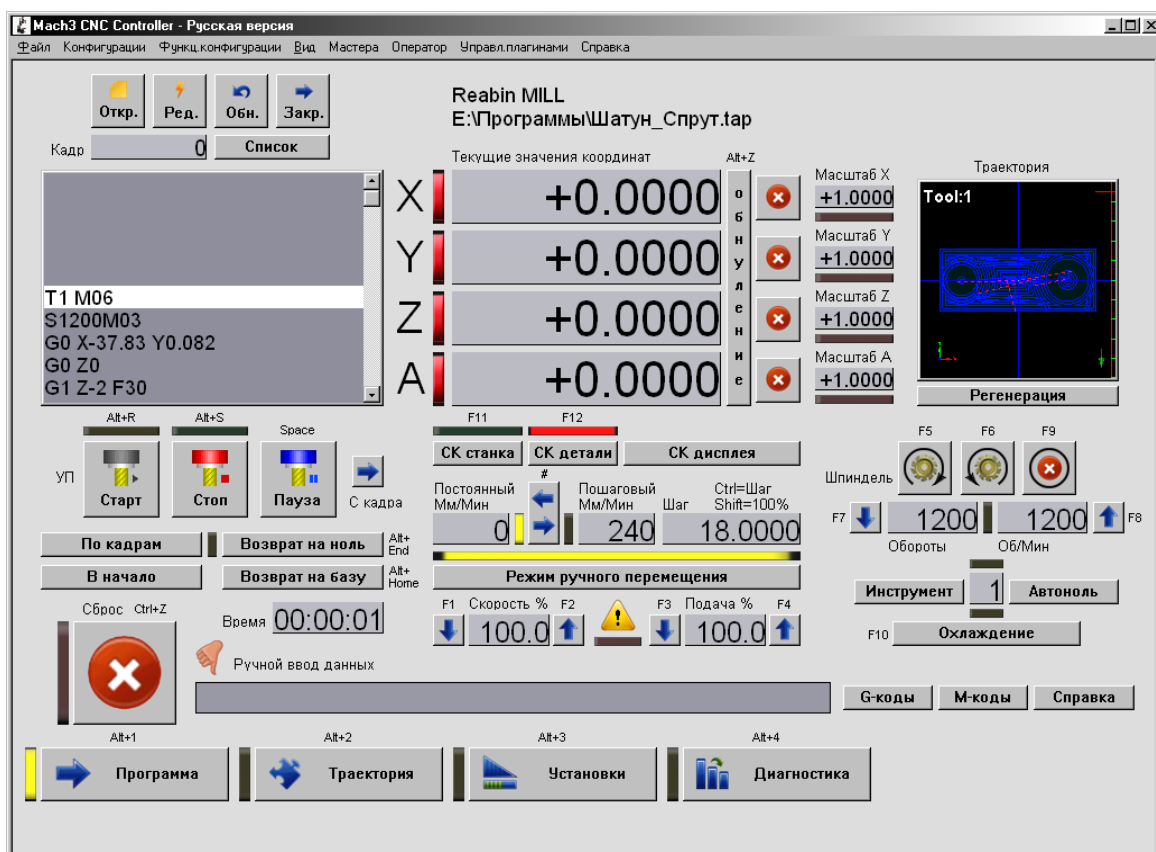


Рис. 2 в.

Рис. 2 а-в. Типовая схема составления УП при помощи CAD-системы и CAM-системы.

1. Описание программы управления.

Программа управления станком с ЧПУ (CNC Controller) **Mach3** разработана канадской фирмой **ArtSoft Software Incorporated**. Программа может управлять фрезерными и токарными станками с различными типами приводов. Запуск и настройка программы для управления фрезерным и токарным станком описаны в **Главе 2**. На **Рис. 3** и **Рис. 4** показаны основные рабочие окна **Mach3** для управления соответственно фрезерным и токарным станком.

Приёмы работы с программой во фрезерном и токарном профилях практически одинаковы, поэтому в данном руководстве рассматривается только фрезерный профиль. Токарный профиль отличается от фрезерного, в основном, расположением кнопок и его можно использовать по аналогии. Особенности токарного профиля будут рассмотрены ниже. Большинство кнопок имеют соответствующие им клавиатурные комбинации, которые указаны рядом с кнопками.

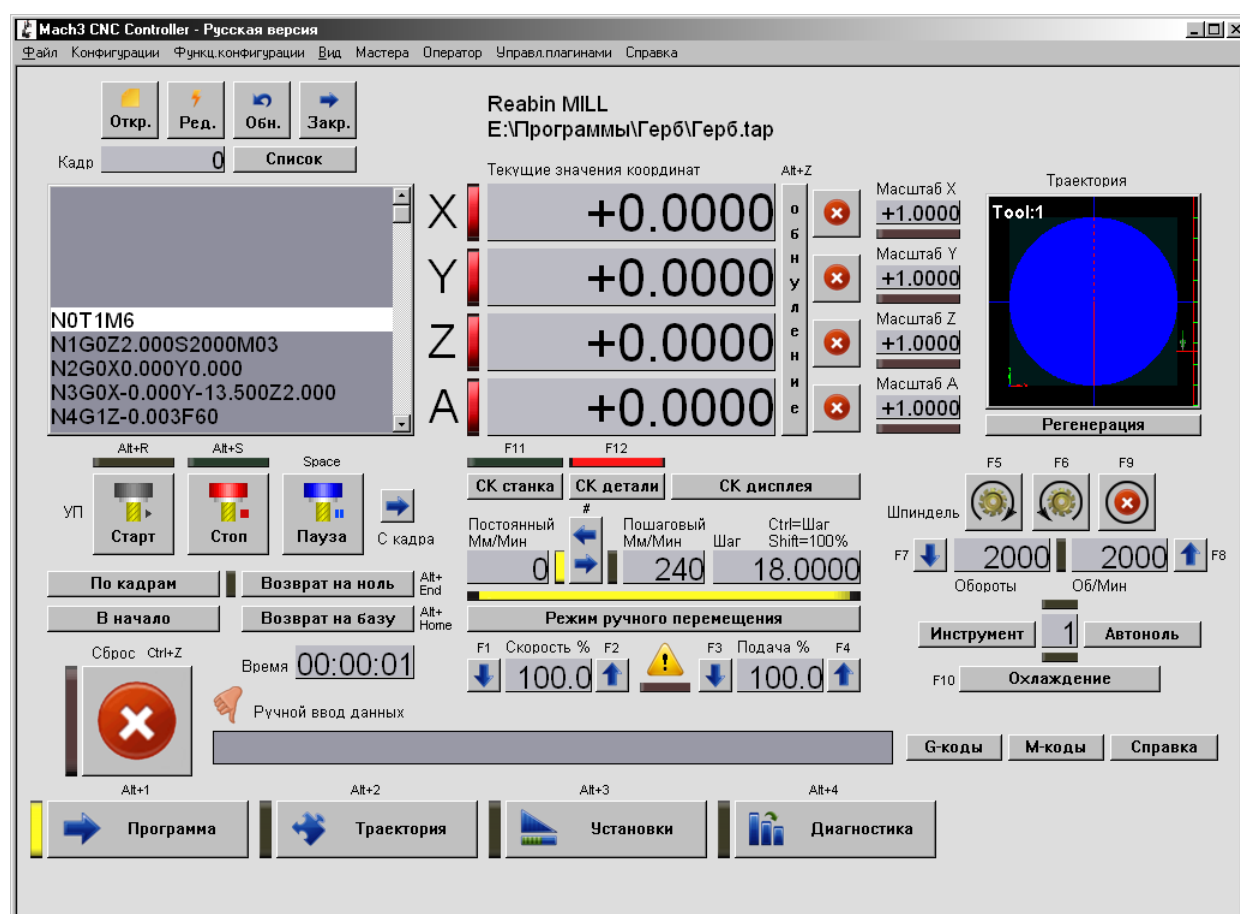


Рис. 3. Основное рабочее окно в конфигурации для 4-х координатного фрезерного станка.

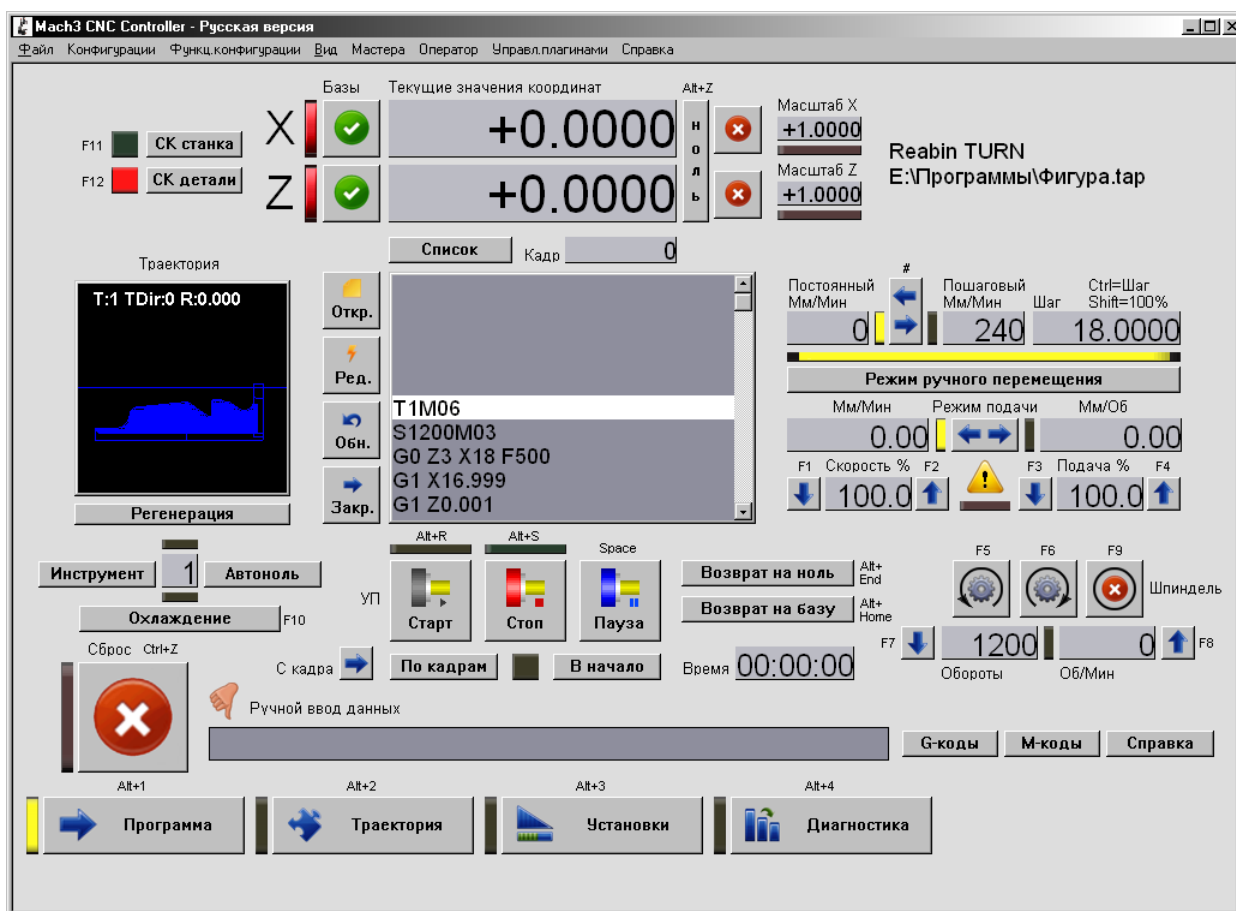


Рис. 4. Основное рабочее окно в конфигурации для 2-х координатного токарного станка.

3.1 Описание кнопок и органов управления в рабочем окне Mach3.

3.1.1 В левой верхней части рабочего окна расположена группа кнопок для работы с УП. Назначение кнопок (**Рис. 5**):

Откр. - открыть УП.

Ред. - редактировать УП (по умолчанию используется **Блокнот Windows**).

Обн. - перезагрузить УП.

Закр. - закрыть УП.

Список - выбрать из списка одну из последних УП.

Кадр - номер текущего кадра УП.

Кнопка **Ред.** используется для редактирования открытой УП. После редактирования УП необходимо сохранить изменения. Кнопку **Обн.** необходимо нажимать после каждого обнуления или изменения рабочих координат в соответствующих полях (см. далее).

Внимание!!! Ручной ввод значений возможен в любом цифровом поле, окрашенном в серый или в тёмно-серый цвет. Порядок ввода: **Щелчок левой кнопкой мыши - Ввод значения - Enter.**

3.1.2 Ниже расположено окно УП (**Рис. 6**). В нём отображаются кадры УП по мере их выполнения.

3.1.3 В левой части рабочего окна находится группа кнопок управления выполнением УП. Назначение кнопок (**Рис. 7**):

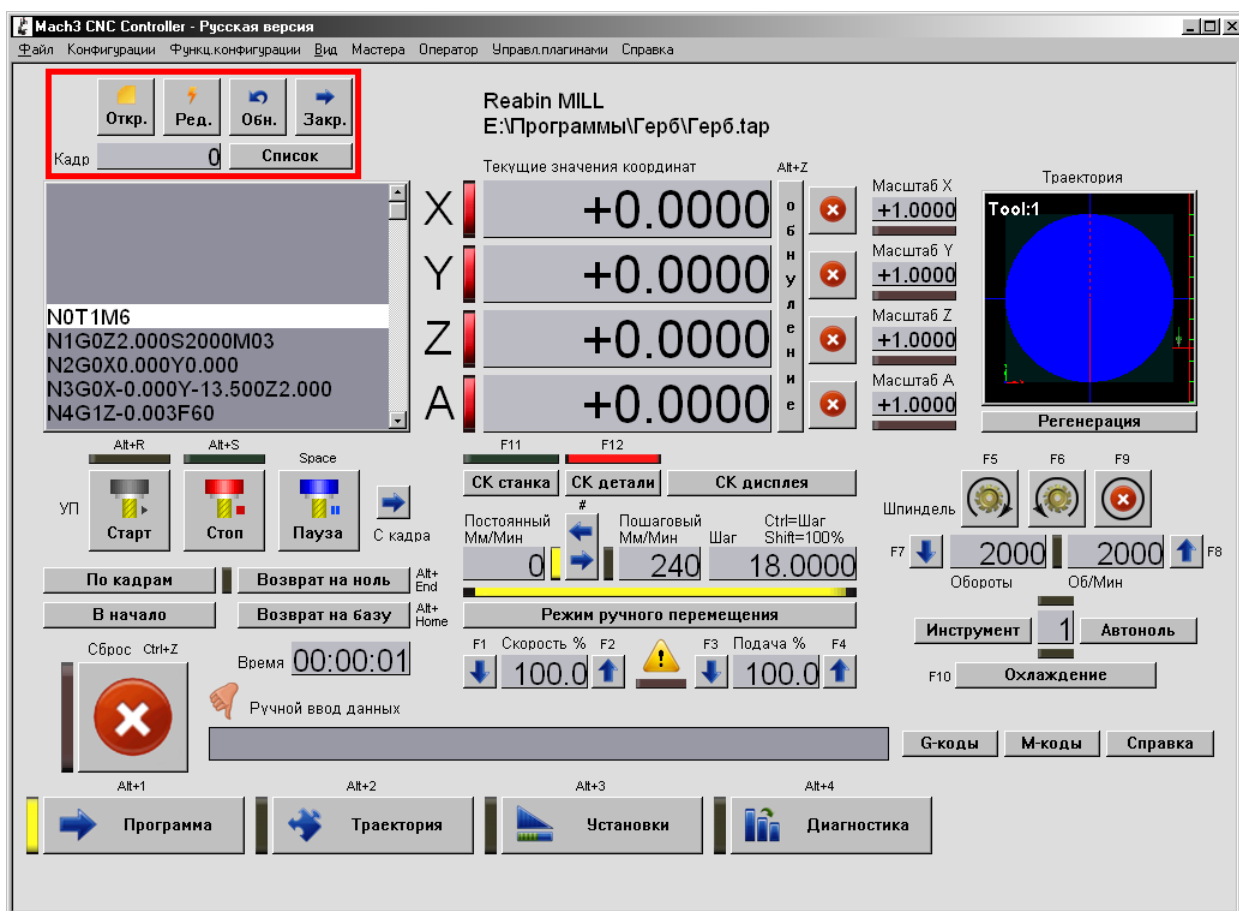


Рис. 5. Группа кнопок для работы с УП.

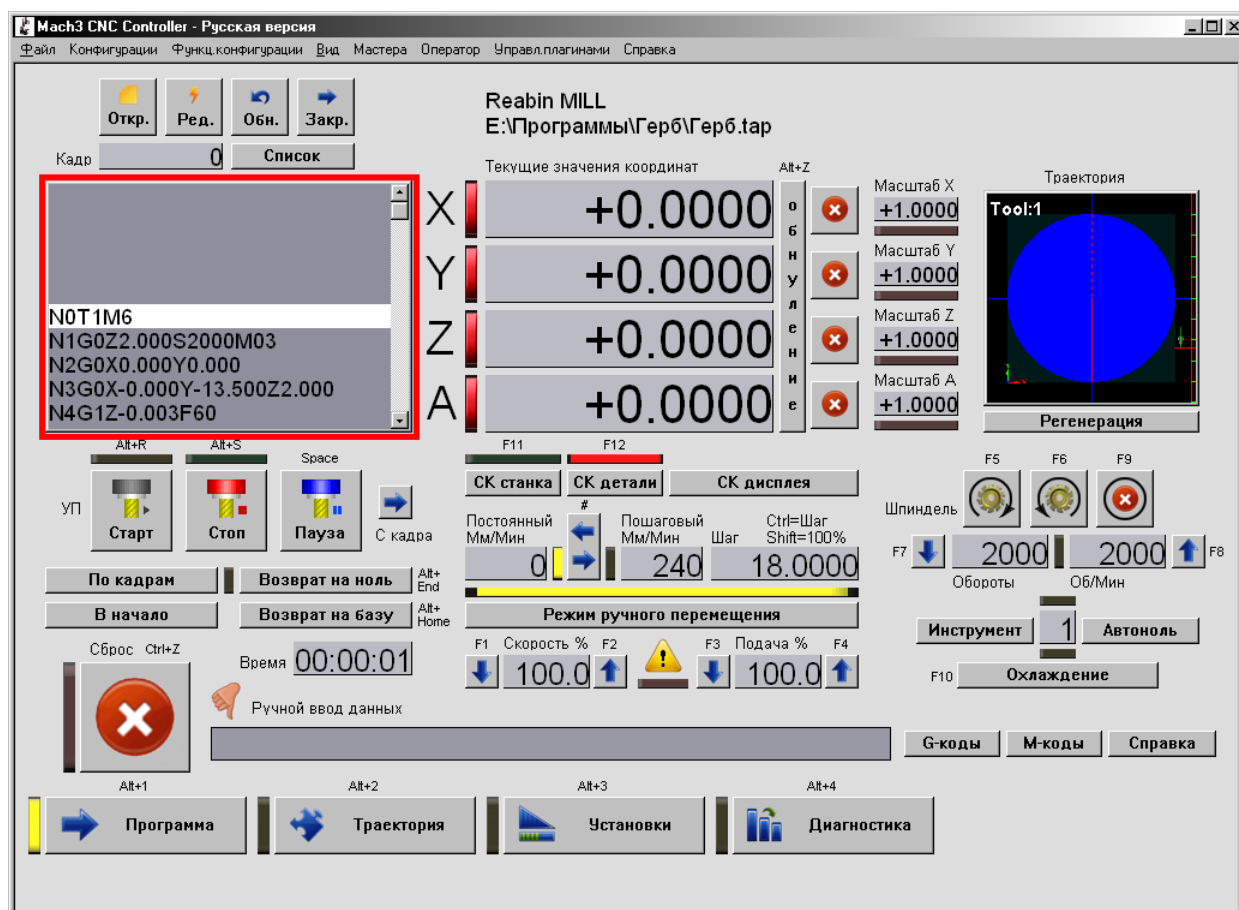


Рис. 6. Окно просмотра УП.

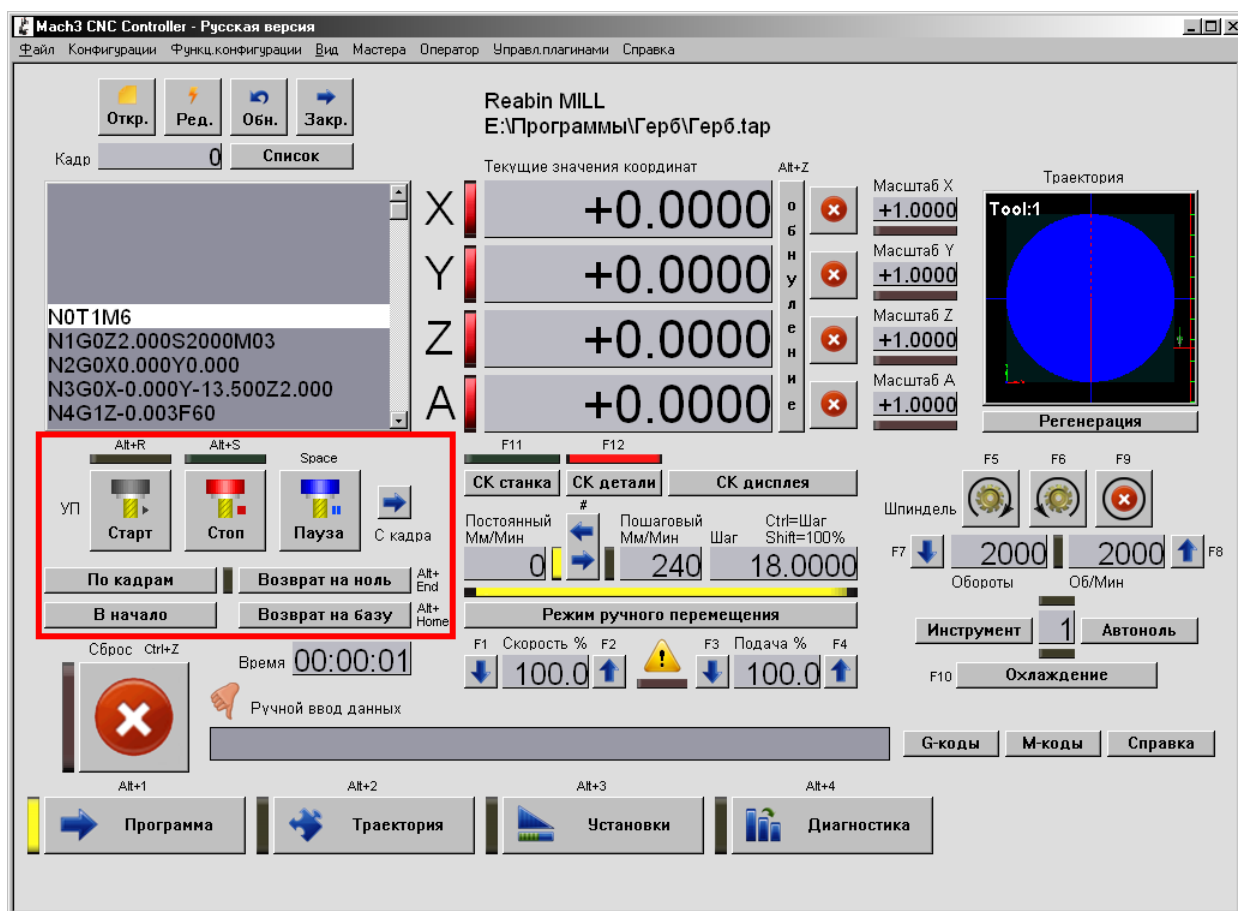


Рис. 7. Группа кнопок управления выполнением УП.

Старт - запуск выполнения УП.

Стоп - останов выполнения УП.

Пауза - пауза выполнения УП (шпиндель продолжает вращаться).

Индикатор над кнопкой **Старт** отображает режим выполнения УП.

Индикатор над кнопкой **Стоп** отображает режим программной паузы (команда G4).

С кадра - запуск УП с выбранного кадра.

При использовании этой функции следует вначале выбрать нужный кадр, затем нажать кнопку **С кадра** и ждать сообщения системы о готовности в строке сообщений. Далее выполнять указания системы.

По кадрам - покадровый прогон УП.

В начало - возврат к первому кадру УП.

Возврат на ноль - возврат на нулевую точку системы координат детали.

Возврат на базу – возврат/установка нулевой точки системы координат станка.

3.1.4 Рядом находится счётчик текущего времени выполнения УП (Рис. 8).

3.1.5 В левом нижнем углу рабочего окна расположена кнопка общего сброса - **Сброс** с индикатором (Рис. 9). Кнопку **Сброс** необходимо нажимать сразу после запуска программы **Mach3** или после срабатывания конечных выключателей. Нажимать кнопку без необходимости не рекомендуется, т.к. это может привести к сбросу текущих координат.

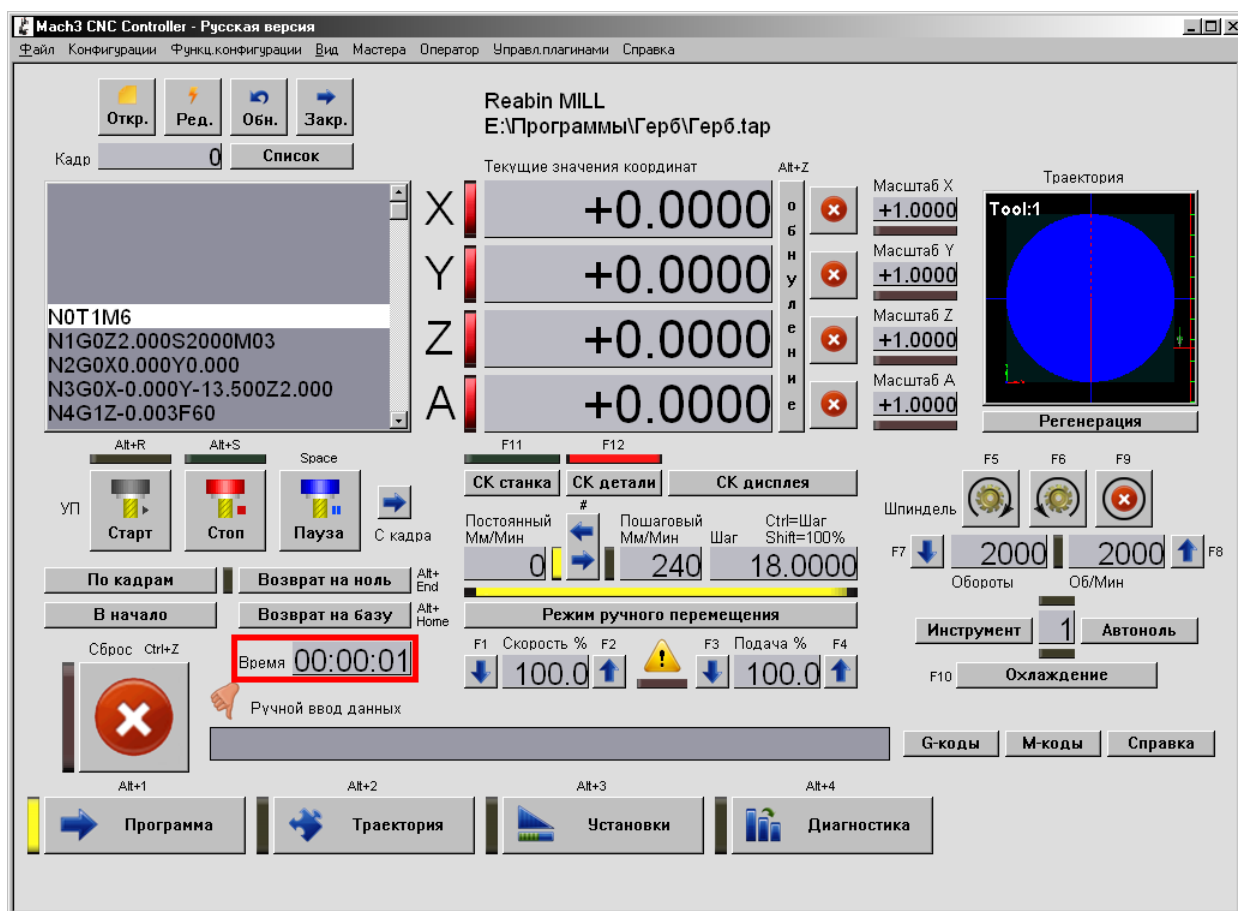


Рис. 8. Счётчик текущего времени обработки.

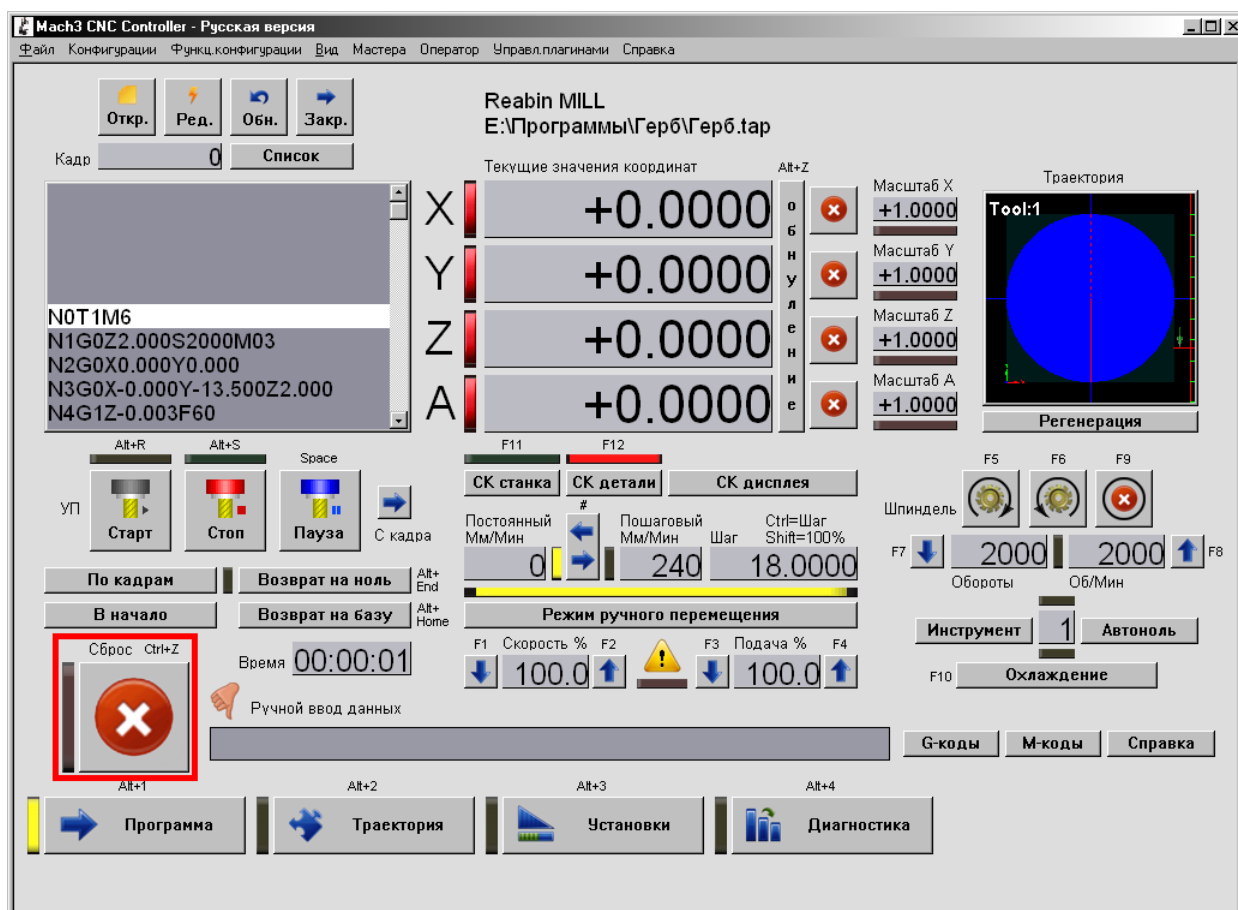


Рис. 9. Кнопка общего сброса.

3.1.6 В нижней части рабочего окна находится поле для ручного ввода данных, строка сообщений и кнопки справочных экранов (**Рис. 10**).

Поле ручного ввода данных используется для прямого ввода команд в G-кодах.

Строка сообщений расположена выше поля ручного ввода данных. В ней отображаются служебные сообщения системы.

Справа от поля расположены кнопки справочных экранов:

G-коды - список команд в G-кодах, поддерживаемых **Mach3** (**Рис. 11**).

M-коды - список команд в M-кодах, поддерживаемых **Mach3** (**Рис. 12**).

Справка - список клавиш оперативного управления **Mach3** и информация об оболочке (**Рис. 13**).

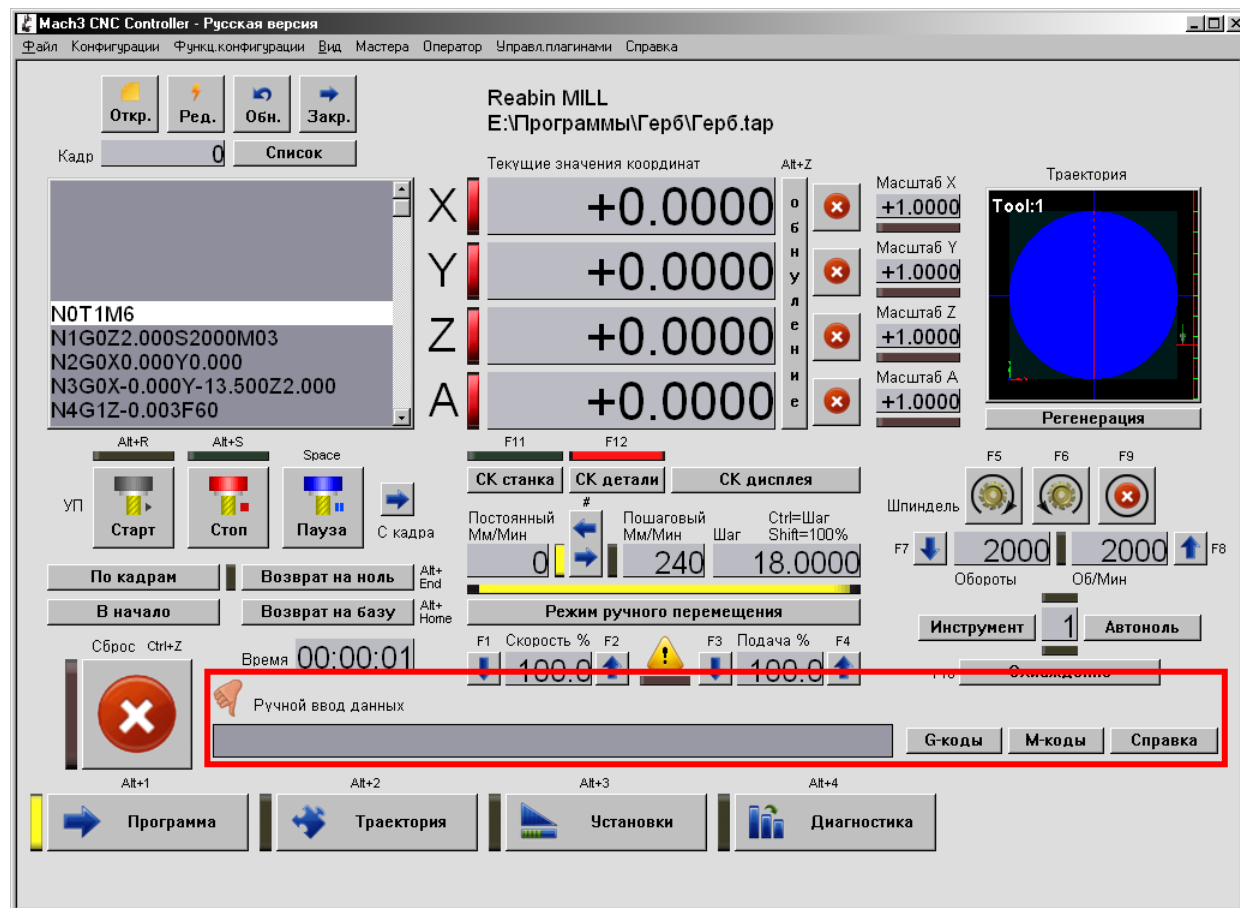


Рис. 10. Поле ручного ввода данных, строка сообщений и кнопки справочных экранов.

3.1.7 В самой нижней части рабочего окна расположены кнопки переключения рабочих экранов **Mach3** (**Рис. 14**). При включении экранов горят соответствующие индикаторы. Назначение экранов:

Программа - экран выполнения программы, основной рабочий экран **Mach3** (**Рис. 3** и **4**).

Траектория - экран отображения траектории инструмента на крупном окне, габаритные размеры траектории (**Рис. 15**).

Установки - экран установок параметров системы (**Рис. 16**).

Диагностика - экран диагностики (**Рис. 17**).

Справа от кнопок переключения экранов находится информационная полоса текущего состояния системы. При штатном рабочем состоянии информация на полосе не отображается.

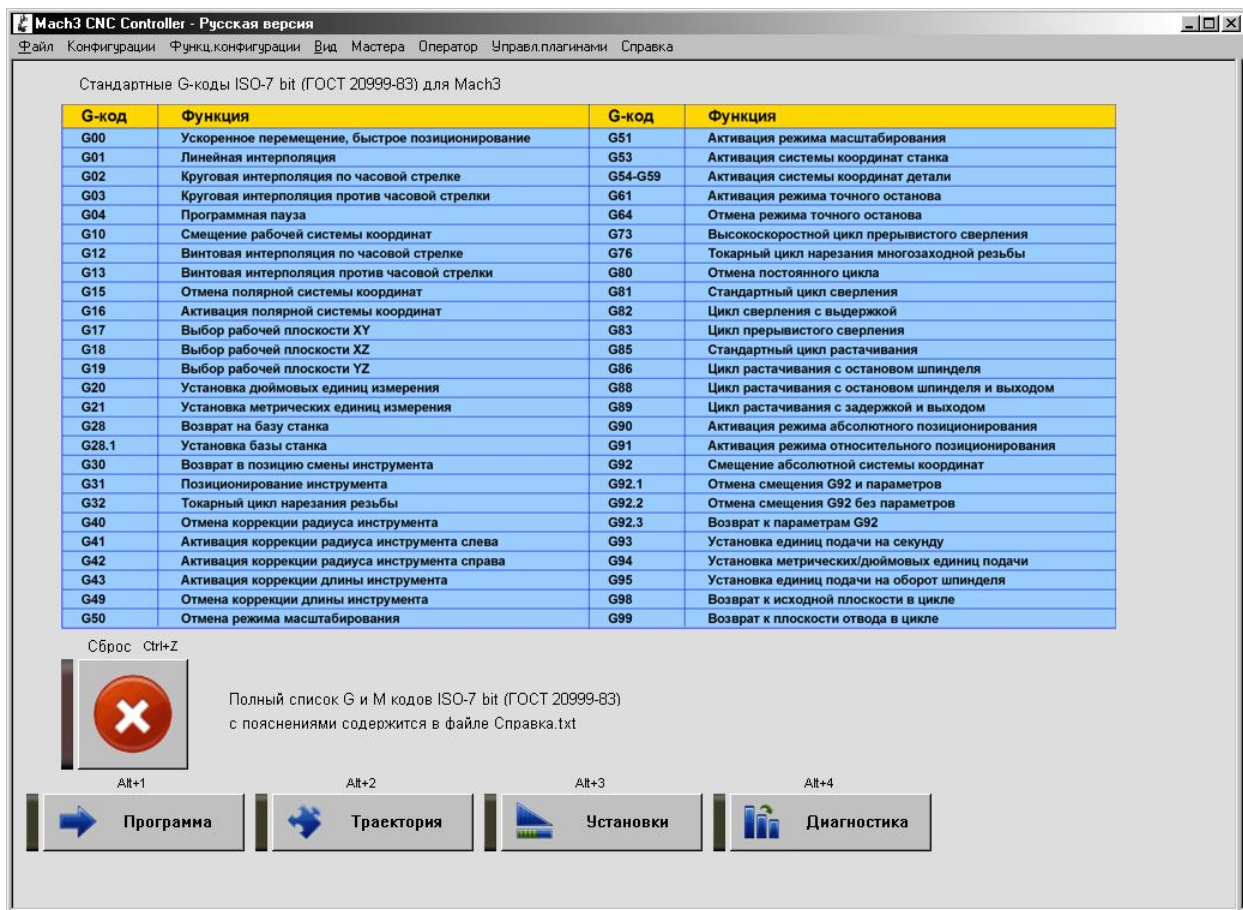


Рис. 11. Список команд в G-кодах, поддерживаемых Mach3.

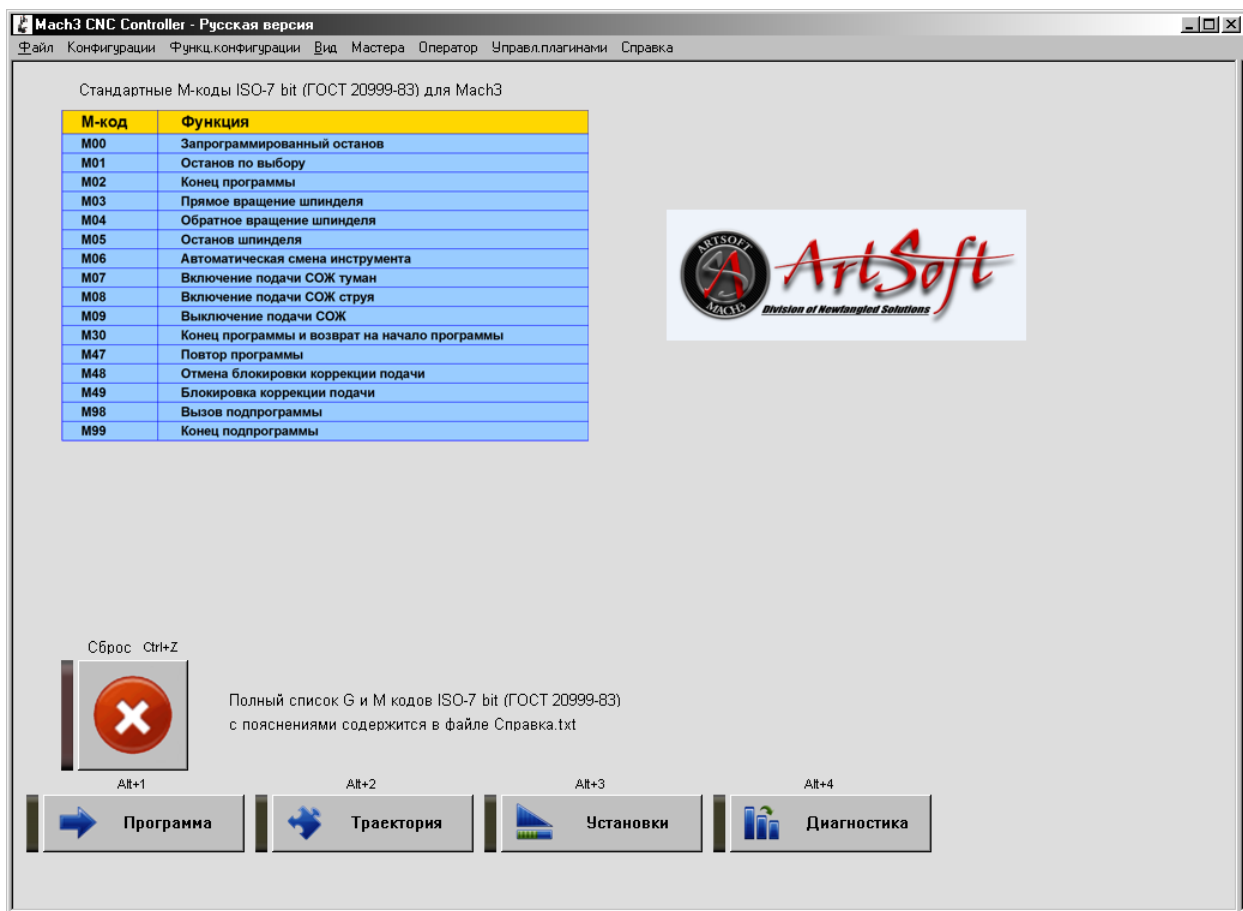


Рис. 12. Список команд в M-кодах, поддерживаемых Mach3.

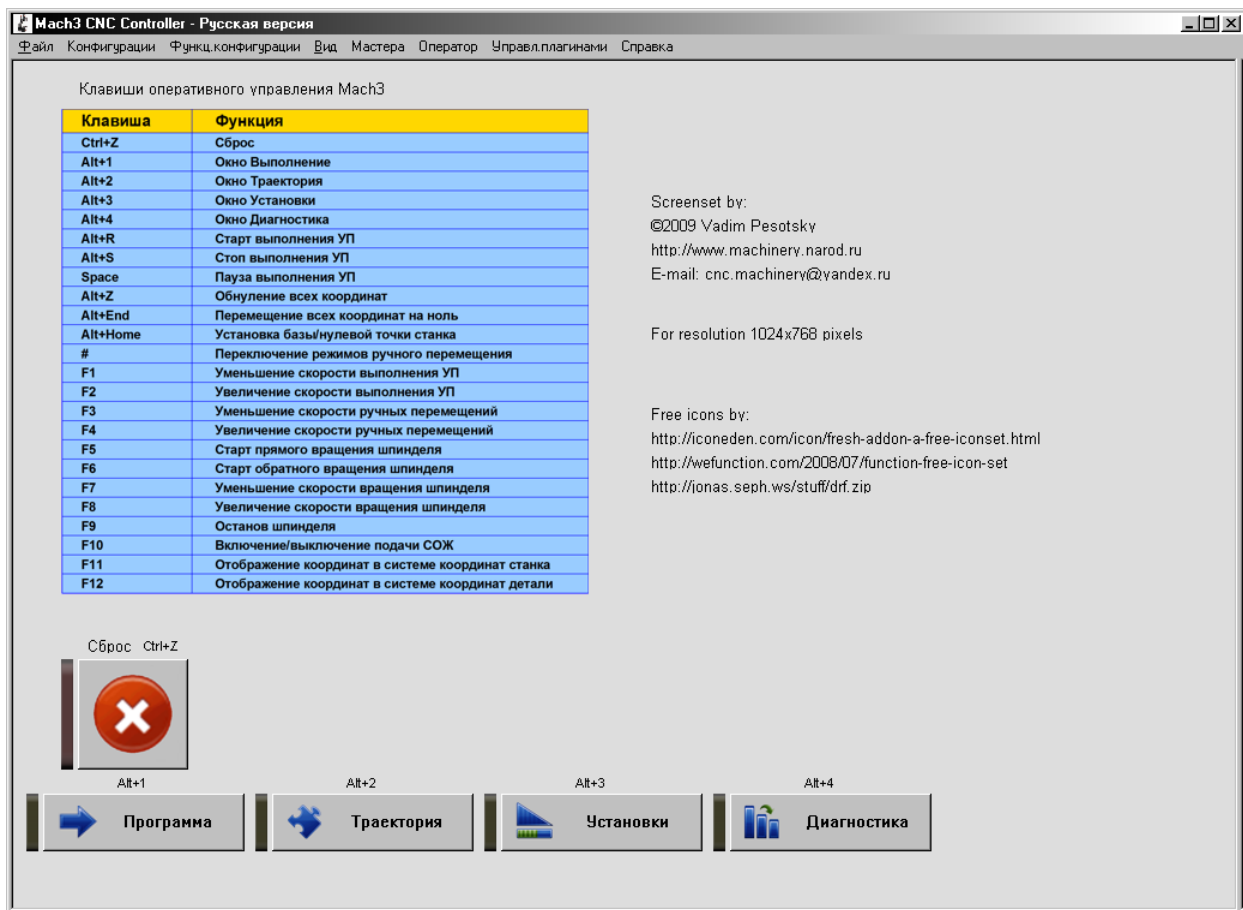


Рис. 13. Список клавиш оперативного управления **Mach3** и информация об оболочке.

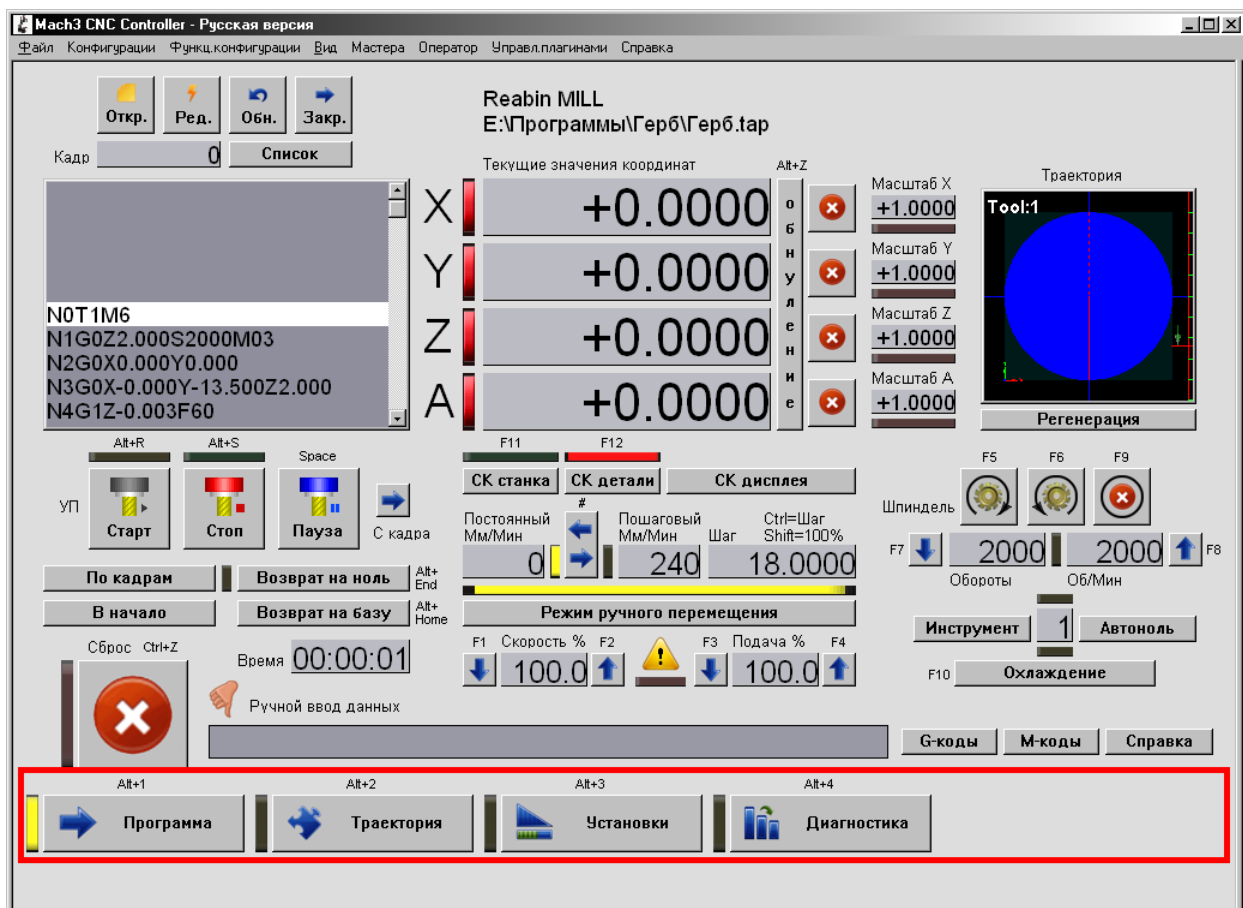


Рис. 14. Кнопки переключения рабочих экранов и строка состояния системы.

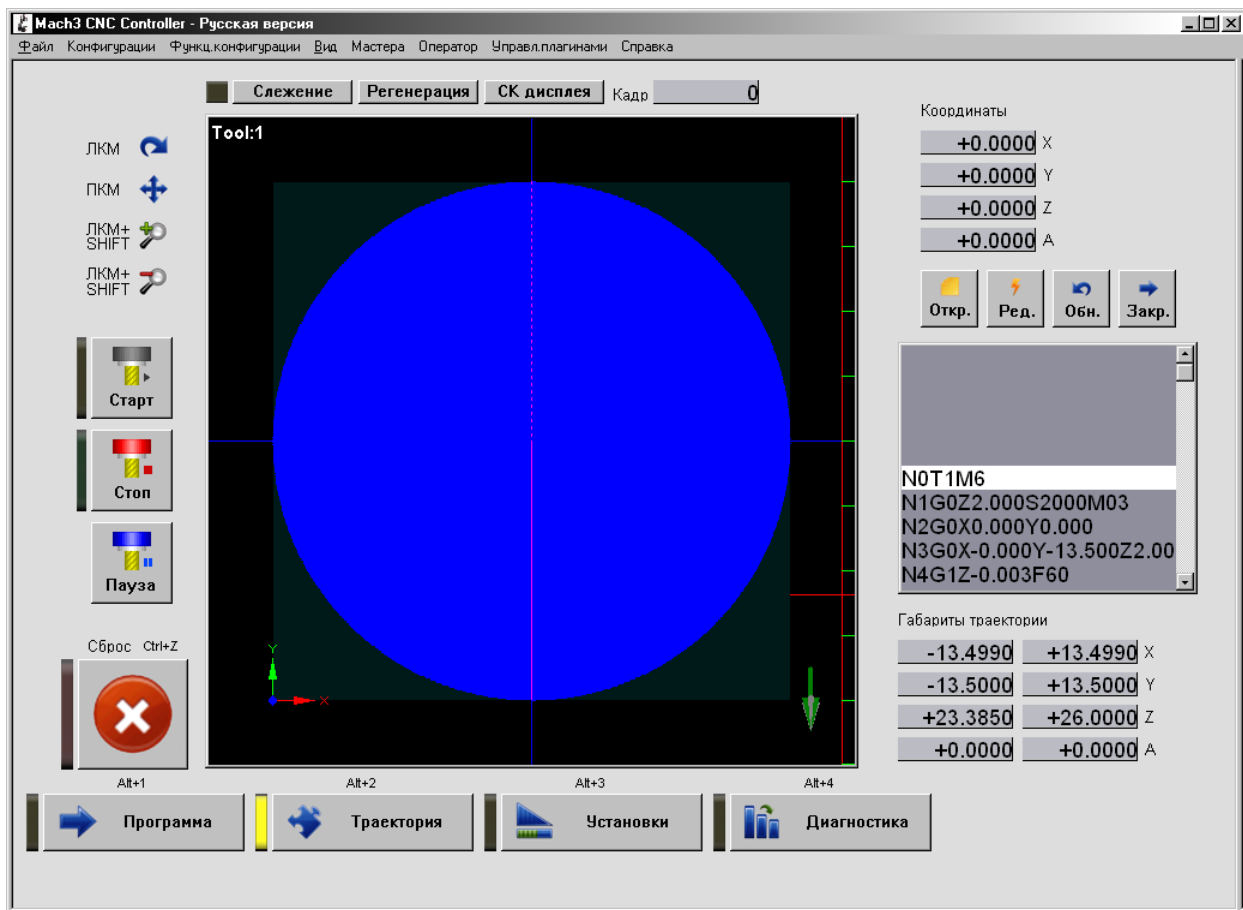


Рис. 15. Экран отображения траектории инструмента.

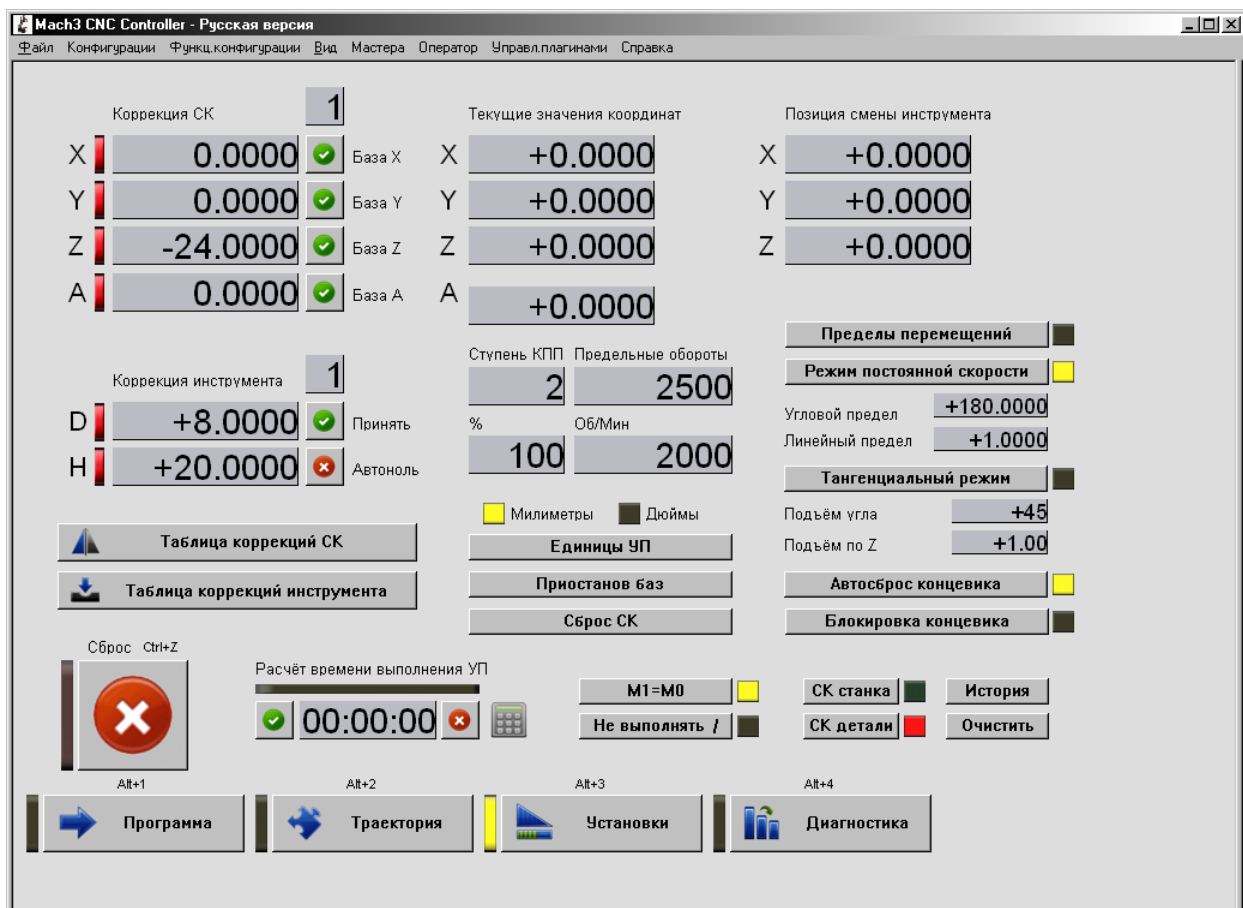


Рис. 16. Экран установок параметров системы.

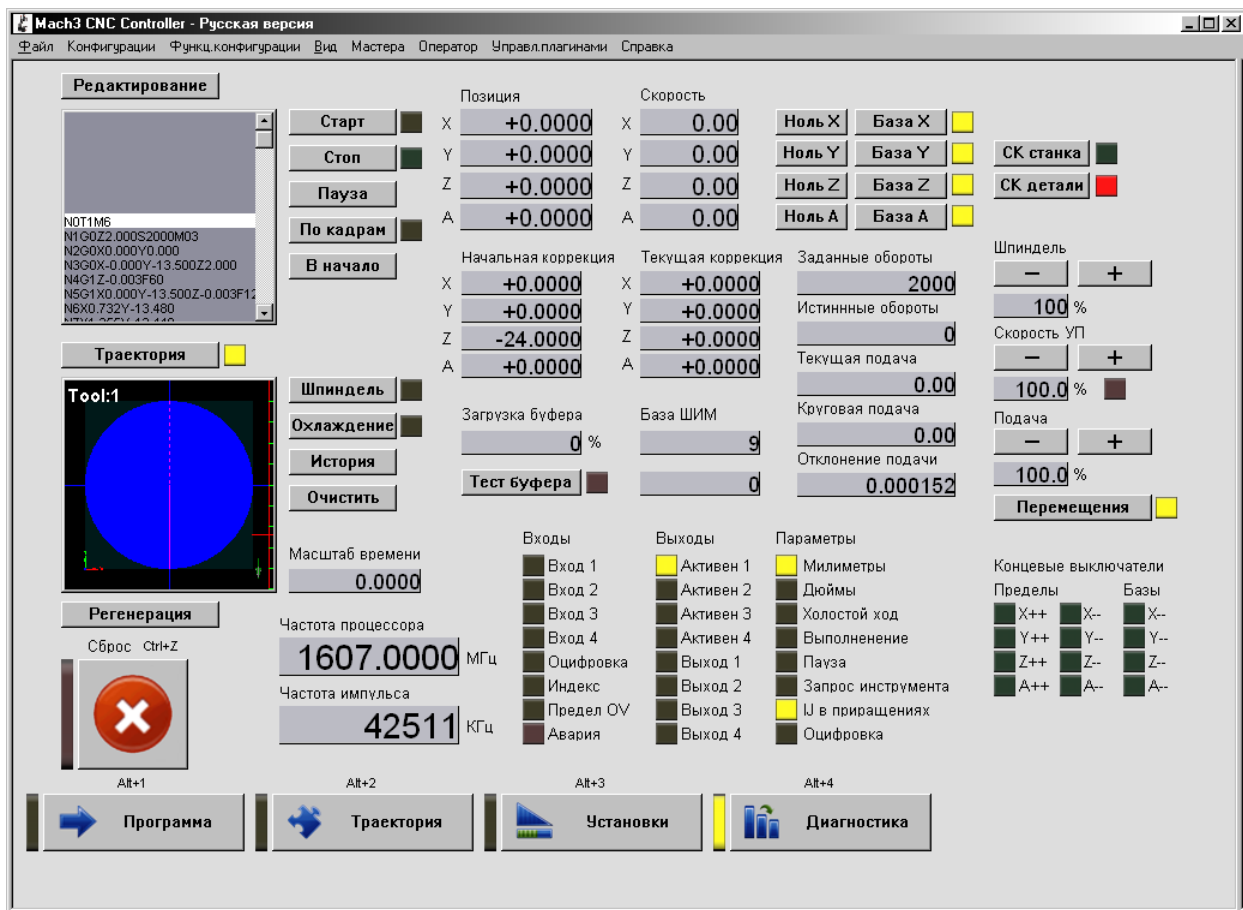


Рис. 17. Экран диагностики.

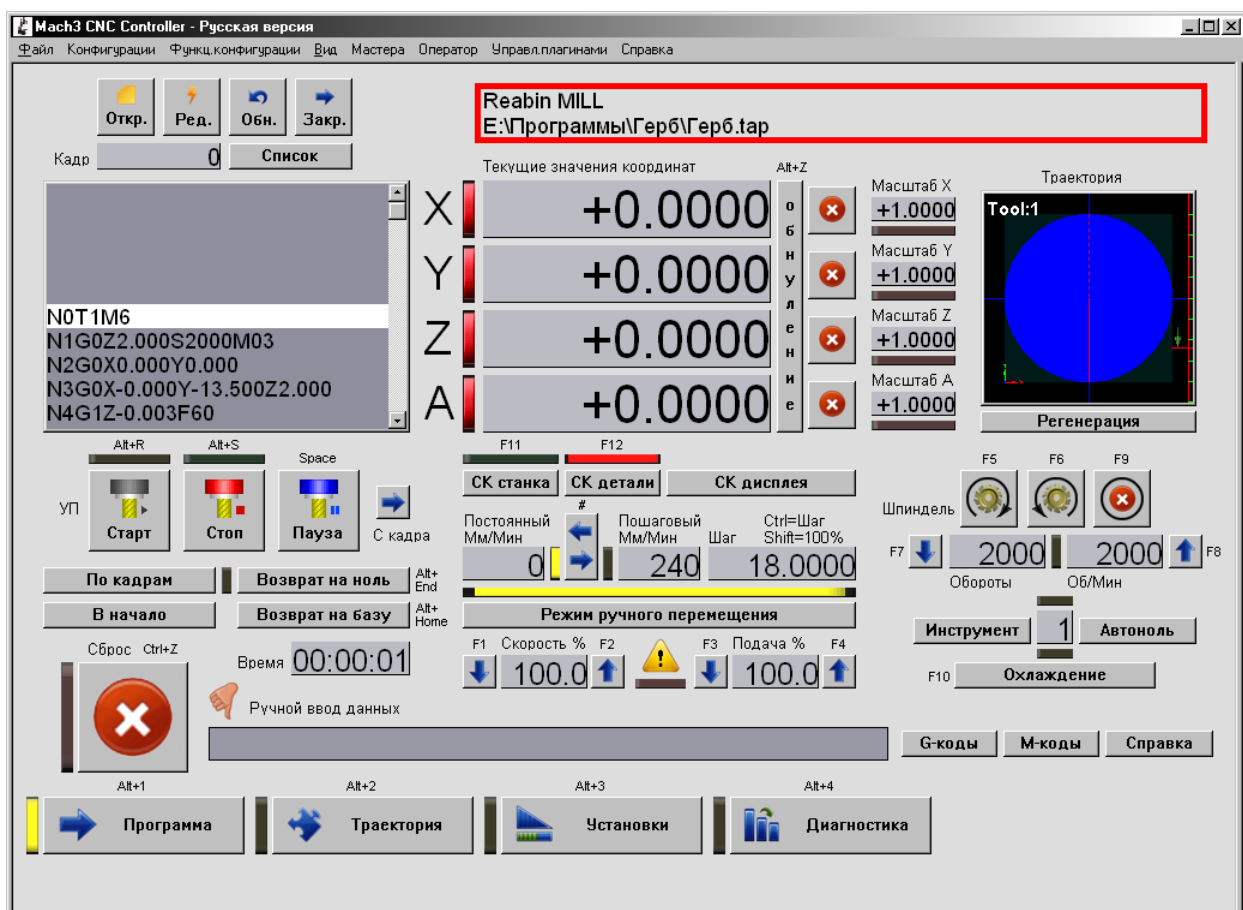


Рис. 18. Информационные полосы текущего профиля и открытого файла УП.

3.1.8 В верхней части рабочего окна находятся две информационные полосы (**Рис. 18**). Верхняя полоса отображает название текущего профиля **Mach3**. На нижней полосе отображается название загруженного файла **УП** и путь к нему.

3.1.9 В верхней средней части рабочего окна расположена область отображения текущих координат инструмента (**Рис. 19**). Назначение элементов:

X, Y, Z, A - цифровые поля значений текущих координат инструмента.

Каждому полю соответствует свой индикатор состояния (слева от полей). Индикаторы имеют красный цвет, если не принята нулевая точка станка (не нажималась кнопка **Возврат на базу**). После установки нулевой точки станка индикаторы меняют цвет на зелёный.

Обнуление - обнуление координат по всем осям.

Справа от кнопки **Обнуление** находятся кнопки обнуления координат по каждой оси индивидуально.

Масштаб X, Y, Z, A – поля ввода масштаба обработки по каждой оси индивидуально.

При масштабе, отличном от единицы, мигают соответствующие индикаторы.

СК станка - отображение значений в системе координат станка.

СК детали - отображение значений в системе координат детали.

СК дисплея - переключение режима отображения траектории инструмента в окне просмотра.

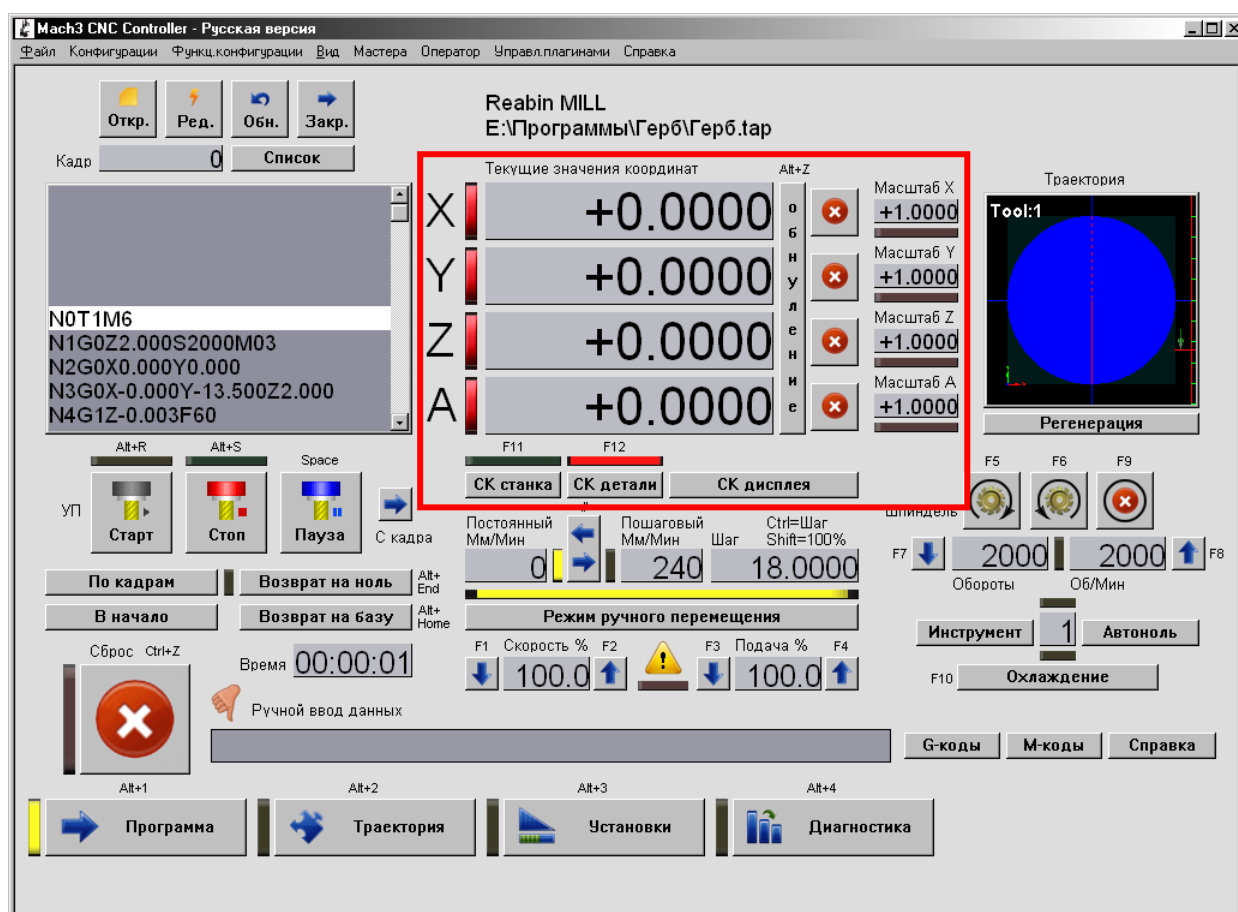


Рис. 19. Область отображения текущих координат.

3.1.10 В правой верхней части рабочего окна находится окно просмотра траектории инструмента (**Рис. 20**). Такое же окно, но увеличенного размера, имеется на экране **Траектория** (**Рис. 15**).

Управление изображением осуществляется следующим образом:

Вращение изображения - перемещение мыши при нажатой левой кнопке.

Увеличение-уменьшение изображения - перемещение мыши при нажатой левой кнопке и нажатой клавише **Shift**.

Перемещение изображения - перемещение мыши при нажатой правой кнопке.
Обновление изображения - двойной щелчок левой кнопкой мыши на изображении.
Регенерация - обновление изображения.

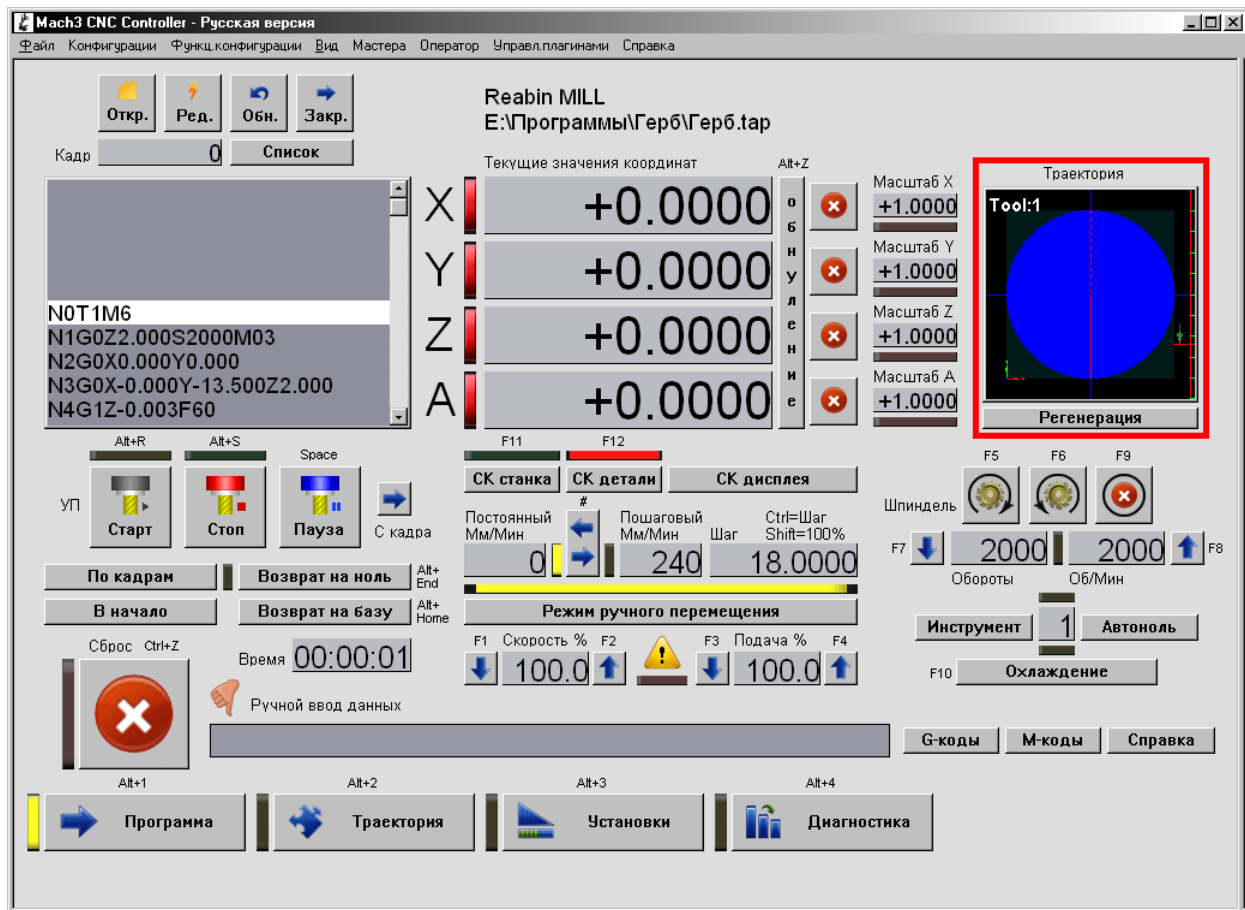


Рис. 20. Окно просмотра траектории инструмента.

3.1.11 В средней части рабочего окна расположены органы управления скоростью ручных и программных (отработка **УП**) перемещений (**Рис. 21**). Назначение элементов:

Постоянный - цифровое поле отображения скорости перемещения рабочих органов станка (подачи) в режиме непрерывного перемещения.

Пошаговый - цифровое поле отображения скорости перемещения рабочих органов станка (подачи) в режиме пошагового перемещения.

Между полями находится кнопка переключения режимов с соответствующими индикаторами.

Шаг - цифровое поле отображения величины перемещения рабочих органов станка при режиме пошагового перемещения.

Внимание!!! При постоянно нажатой клавише **Ctrl** действует режим пошагового перемещения.

Внимание!!! При постоянно нажатой клавише **Shift** действует режим максимальной скорости.

Режим ручного перемещения - кнопка включения/выключения режима ручного перемещения.

Скорость % - поле коррекции скорости выполнения **УП**. Диапазон коррекции 1-300 %.

Подача % - поле коррекции скорости ручных перемещений (подачи). Диапазон коррекции 0.1-100 %.

При скорости выполнения **УП**, отличной от 100%, мигает индикатор “!”.

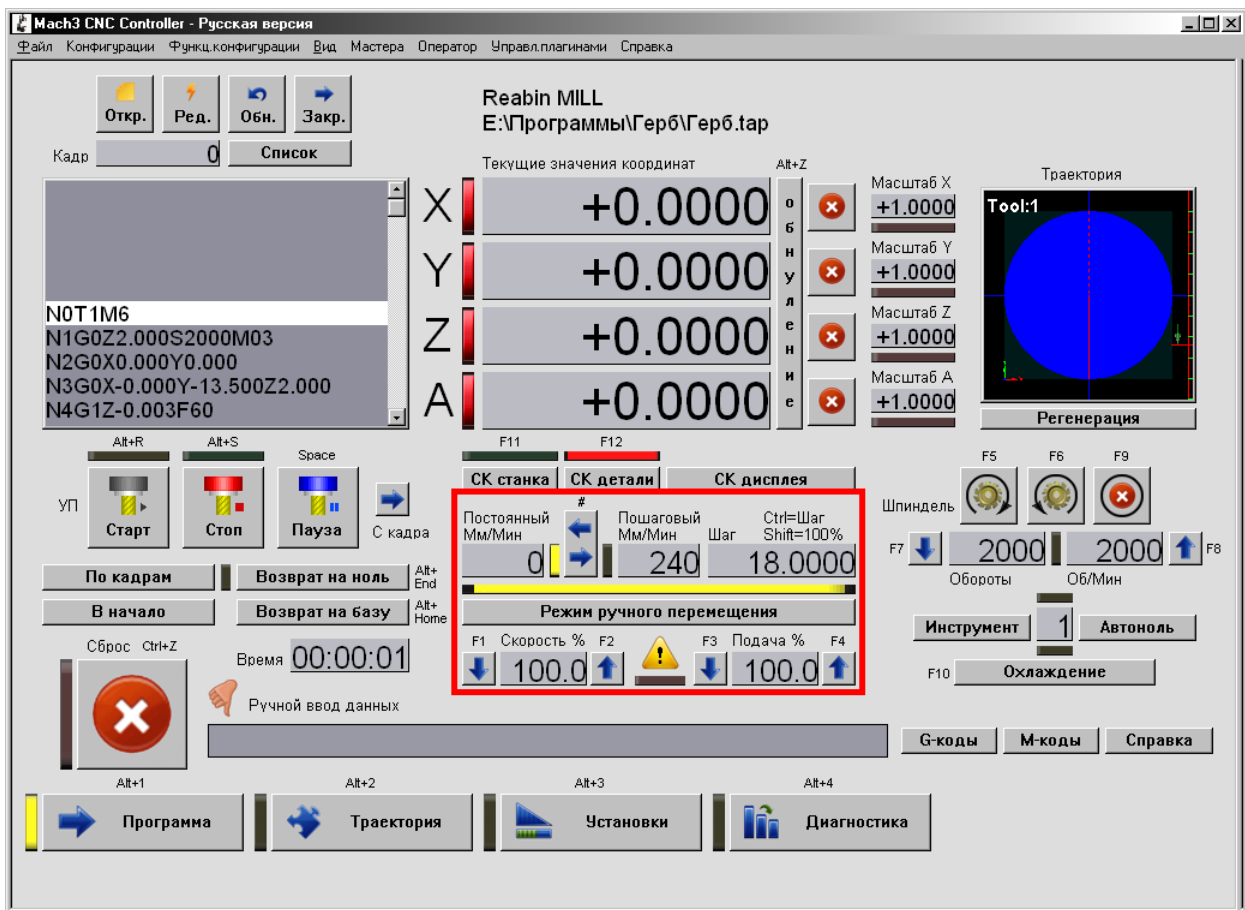


Рис. 21. Органы управления скоростью ручных и программных перемещений.

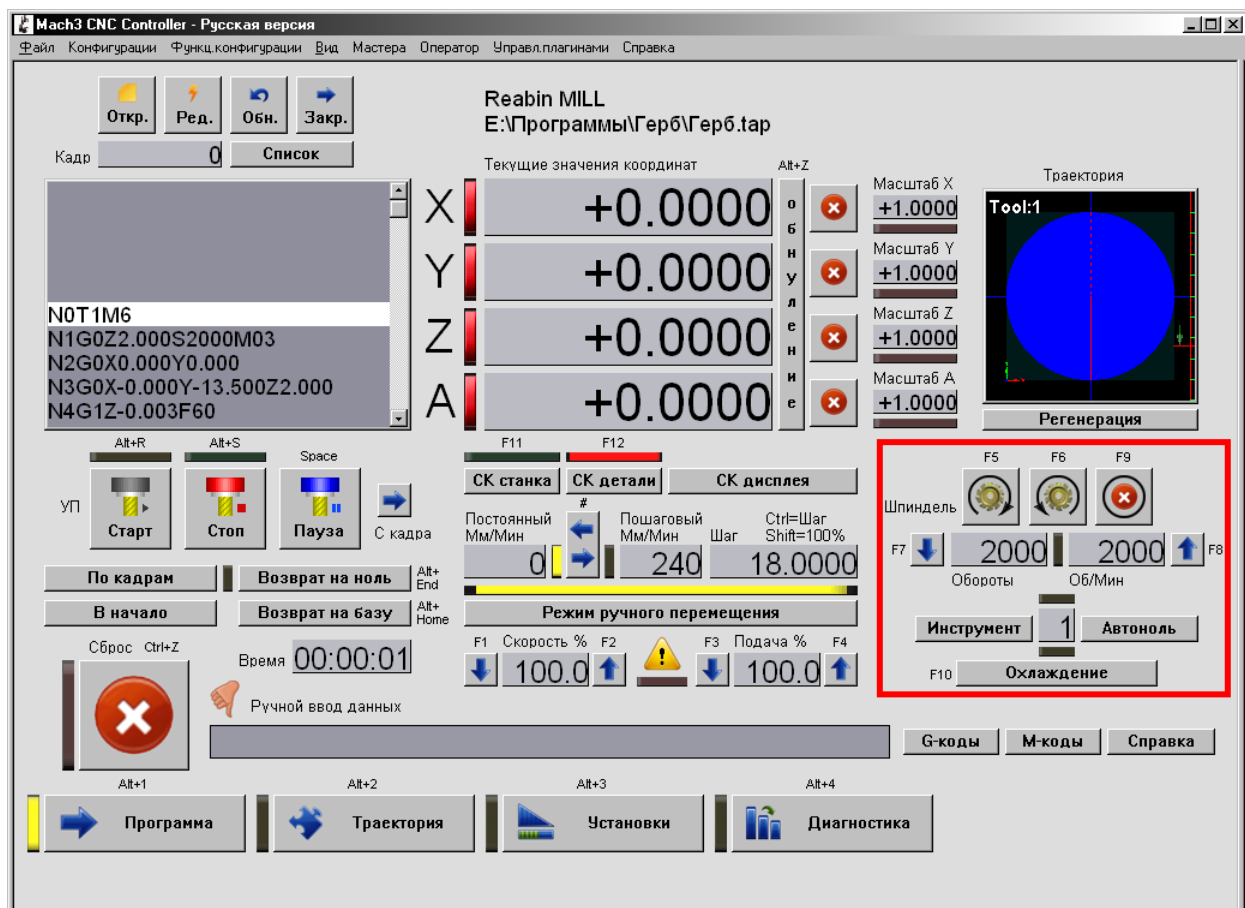


Рис. 22. Блок управления шпинделем и инструментом.

3.1.12 В правой нижней части окна находится блок управления шпинделем и инструментом (**Рис. 22**).

Верхнюю часть блока занимают кнопки включения прямого и обратного вращения шпинделя, а также останова шпинделя. Ниже расположены следующие элементы:

Обороты - цифровое поле ввода оборотов шпинделя.

Об/Мин - цифровое поле коррекции оборотов шпинделя.

У фрезерного профиля в этом поле отображаются заданные кнопками коррекции в данный момент обороты шпинделя.

У токарного профиля в этом поле отображаются истинные обороты шпинделя по данным датчика обратной связи.

Между полями находится индикатор включения шпинделя. Слева и справа от полей расположены кнопки коррекции частоты вращения шпинделя.

Инструмент - кнопка запуска процесса смены инструмента с полем задания номера инструмента и индикатором процесса.

Автоноль - коррекция нулевой точки по координате Z после смены инструмента с помощью специального датчика.

Охлаждение - включение системы охлаждения с индикатором включения.

Внимание!!! Для управления шпинделем с помощью программы **Mach3** необходимо на блоке управления переключить режим управления с ручного на программный. Для этого регулятор частоты вращения шпинделя следует установить в крайнее левое положение. При этом индикатор «**Останов**» начинает мигать. Далее следует включить шпиндельную головку в направлении прямого вращения (по часовой стрелке, если смотреть со стороны хвостовика инструмента). Шпиндель будет стоять неподвижно в ожидании команды от компьютера. При запуске **УП** шпиндель станка запустится и остановится автоматически, если **УП** содержит соответствующие команды (например, **S2500M03** в начале и **M05** в конце). Также, можно запустить шпиндель вручную, введя число оборотов в поле **Обороты** и нажав кнопку запуска прямого или обратного вращения шпинделя (клавиши **F5** или **F6**). Регулировка частоты вращения шпинделя производится кнопками коррекции частоты вращения шпинделя (или клавишами **F7** и **F8**). Шаг регулировки задаётся в окне настроек **Общие конфигурации** (см. Главу 2).

Внимание!!! Рабочий диапазон частоты вращения зависит от типа шпиндельной головки.

Для шпиндельной головки типа **Д1** он составляет **650-2500** об/мин.

Внимание!!! Регулировка оборотов шпинделя токарного станка работает аналогичным образом.

3.1.13 Особенности управления токарным станком.

Органы управления станком в токарном профиле в целом идентичны фрезерному профилю, но имеют несколько другое расположение на экране (**Рис. 23**). Также отличие заключается в количестве координатных осей: две вместо четырёх. Кроме того, несколько по-другому реализована установка нулевой точки системы координат токарного станка. Это связано с особенностями конструкции токарного станка.

Установка нулевой точки системы координат токарного станка производится поочерёдным нажатием кнопок **Базы**, расположенных рядом с полями текущих значений координат **X** и **Z**. Кнопка Возврат на базу (в отличие от фрезерного профиля) возвращает рабочие органы станка на ранее принятую нулевую точку станка без нажатия концевых выключателей (**Рис. 23**).

Ещё одно существенное отличие токарного профиля от фрезерного - переключатель режима подачи: **Миллиметры в минуту** или **Миллиметры на оборот** (**Рис. 23**). Режим **Миллиметры на оборот** должен быть включен при программном нарезании резьбы на токарном станке.

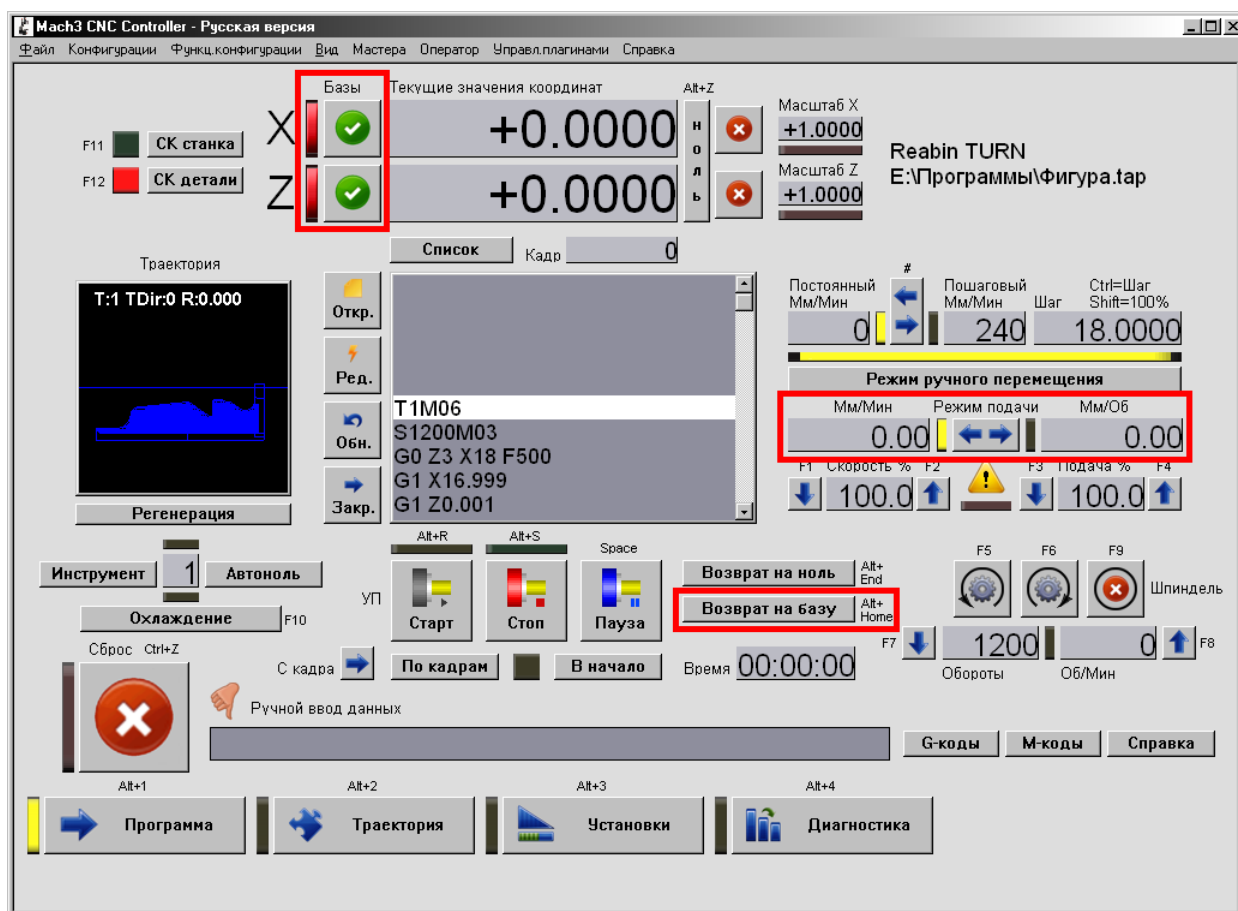


Рис. 23. Особенности токарного профиля Mach3.

2. Приёмы работы. Рекомендации по режимам работы и настройкам станка.

3.2.1 Работа блока управления.

Блок управления программным станком представляет собой три функциональных единицы: блок управления шпинделем, блок управления шаговыми двигателями и источник вторичного электропитания. Работа модуля управления шпинделем рассмотрена в **Главе 1**, посвящённой механической части станка. Ниже, в данном разделе, описана работа элементов программного станка.

3.2.2 Проверка функционирования концевых выключателей.

Концевые выключатели расположены в корпусах редукторов координат **X**; **Y**; **Z** и представляют из себя микропереключатели типа **A2101**, выполненные из карболита чёрного цвета и имеющие металлический толкатель в передней части корпуса.

Перед проверкой функционирования каждого из выключателей необходимо выставить координаты **X**; **Y**; **Z** станка в средние положения. В данном варианте станка используются только три концевых выключателя, т.е. по одному на каждую координату.

Для проверки функционирования концевых выключателей необходимо выполнить следующие действия:

1. Нажатием клавиши перемещения положения координаты **X** (кнопки **Стрелка влево** или **Стрелка вправо**) начать движение координаты **X**. Не прекращая движения, нажать при помощи отвертки с прямым шлицем металлический толкатель концевого выключателя

координаты **X**. После нажатия на толкатель перемещение станка должно прекратиться, а индикатор слева от кнопки **Сброс** должен начать мигать красным цветом.

2. Подвести курсор мыши к кнопке **Сброс** и нажать левую кнопку мыши.

3. Индикатор кнопки **Сброс** после этого должен перестать мигать.

4. Произвести операции п.1-3 для координат **Y** и **Z**.

3.2.3 Проверка функционирования кнопки экстренного отключения.

Кнопка экстренного отключения расположена спереди в правой верхней части передней панели корпуса блока управления станком. Для проверки и освоения функционирования кнопки необходимо выполнить следующие действия:

1. Выставить координаты **X; Y; Z** станка в средние положения. Установить ручки-регуляторы в среднее положение.

2. Включить шпиндельную головку. Включение производится посредством нажатия на кнопку или клавишу включения шпиндельной головки, расположенную на самой шпиндельной головке. При этом индикатор **Перегрузка**, расположенный на блоке управления, должен погаснуть.

3. Нажатием клавиши перемещения положения координаты **X** начать движение координаты **X**.

4. Удерживая клавишу перемещения координаты, нажать рукой кнопку экстренного отключения. Отпустить клавишу перемещения координаты.

Результатом нажатия кнопки экстренного отключения должны быть:

а) перемещение станка должно прекратиться, индикатор слева от кнопки **Сброс** должен начать мигать красным цветом.

б) вращение шпинделя должно резко замедлиться (до скорости 12-60 об/мин.) или остановиться, блок управления при этом может издавать щелчки, связанные с переключением контактов реле;

в) индикатор **Максимум** блока управления должен начать периодически загораться с частотой приблизительно 2 раза в секунду.

5. Подвести курсор мыши к кнопке **Сброс** и нажать левую кнопку мыши. Индикатор кнопки **Сброс** после этого должен перестать мигать.

6. Выключить шпиндельную головку. Выключение производится посредством переключения клавиши шпиндельной головки или однократным нажатием кнопки включения/выключения шпиндельной головки, расположенной на самой шпиндельной головке. После полного останова шпиндельной головки на блоке управления должен загореться индикатор **Перегрузка**.

Функционирование кнопки экстренного отключения считается нормальным, если выполняются все требования п. а-в.

3.2.4 Работа в системе координат станка.

На станке возможна работа в системе координат детали и в системе координат станка. Работа в системе координат детали описана в пункте **Отладка программ** ниже. В некоторых случаях необходима работа в системе координат станка, когда используется так называемый **Ноль станка** (начало системы координат станка). Началом системы координат станка является положение рабочих органов при замкнутых концевых выключателях.

Для активации функции **Ноль станка** необходимо соответствующим образом настроить программу **Mach3**. В профилях **Reabin MILL**, **Reabin PORT** и **Reabin TURN** все необходимые настройки имеются. Для самостоятельной настройки необходимо:

1. Зайти в меню **Конфигурации – Базы/Ограничения (Рис. 24 а-в)**. Установить параметры согласно рисунку.

2. Зайти в меню **Конфигурации – Порты и Пины** и установить параметры, как описано в **Главе 2**.

3. Перезапустить программу **Mach3**.

Для фрезерного станка возврат рабочих органов станка в начало системы координат станка (установка нуля станка) осуществляется кнопкой **Возврат на базу** (Рис. 7).

Для токарного станка возврат рабочих органов станка в начало системы координат станка (установка нуля станка) осуществляется кнопками **Базы** (Рис. 23) поочерёдно для каждой оси.

Axis	Reversed	Soft Max	Soft Min	Slow Zone	Home Off.	Home Neg	Auto Zero	Speed %
X	✗	600.00	-600.00	1.00	0.0000	✗	✓	50
Y	✗	600.00	-600.00	1.00	0.0000	✗	✓	50
Z	✓	600.00	-600.00	1.00	0.0000	✗	✓	50
A	✗	1800.00	-1800.00	1.00	0.0000	✗	✓	50
B	✗	100.00	-100.00	1.00	0.0000	✗	✓	20
C	✗	100.00	-100.00	1.00	0.0000	✗	✓	20

G28-расположение баз по координатам

X 0 A 0
Y 0 B 0
Z 0 C 0

OK

Рис. 24 а. Настройки для **Reabin MILL**.

Axis	Reversed	Soft Max	Soft Min	Slow Zone	Home Off.	Home Neg	Auto Zero	Speed %
X	✗	600.00	-600.00	1.00	0.0000	✗	✓	20
Y	✗	600.00	-600.00	1.00	0.0000	✗	✓	20
Z	✓	600.00	-600.00	1.00	0.0000	✗	✓	20
A	✗	1800.00	-1800.00	1.00	0.0000	✗	✓	50
B	✗	100.00	-100.00	1.00	0.0000	✗	✓	20
C	✗	100.00	-100.00	1.00	0.0000	✗	✓	20

G28-расположение баз по координатам

X 0 A 0
Y 0 B 0
Z 0 C 0

OK

Рис. 24 б. Настройки для **Reabin PORT**.

Axis	Reversed	Soft Max	Soft Min	Slow Zone	Home Off.	Home Neg	Auto Zero	Speed %
X	✗	600.00	-600.00	1.00	0.0000	✗	✓	50
Y	✗	100.00	-100.00	1.00	0.0000	✗	✗	20
Z	✓	600.00	-600.00	1.00	0.0000	✓	✓	50
A	✗	100.00	-100.00	1.00	0.0000	✗	✓	20
B	✗	100.00	-100.00	1.00	0.0000	✗	✓	20
C	✗	100.00	-100.00	1.00	0.0000	✗	✓	20

G28-расположение баз по координатам

X 0 A 0
Y 0 B 0
Z 0 C 0

OK

Рис. 24 в. Настройки для **Reabin TURN**.

Рис. 24 а-в. Окно **Базы/Ограничения**.

Величины смещений систем координат деталей относительно системы координат станка задаются в специальной таблице смещений. Для настройки таблицы необходимо:

Зайти в меню **Конфигурации – Коррекции (Рис. 25)**. Установить параметры смещений индивидуально для каждой системы координат детали.

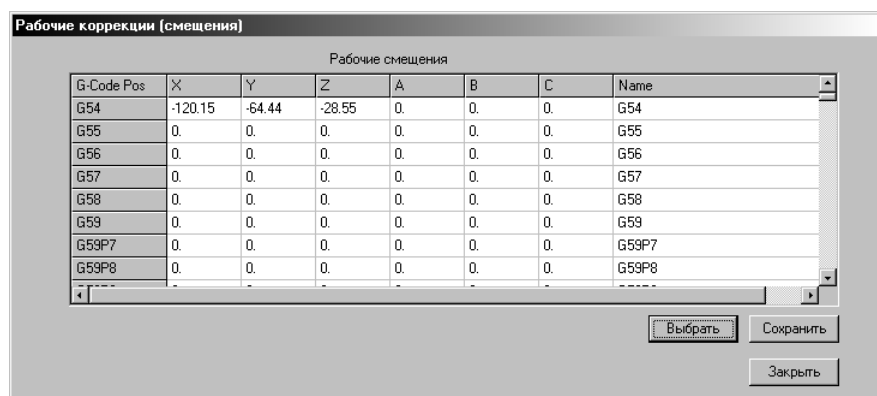


Рис. 25. Окно Коррекции.

Смещения систем координат деталей относительно системы координат станка активизируются кодами **G54 – G59** на величины, указанные в таблице смещений (**Рис. 25**).

Коррекции на длину и диаметр инструмента задаются в таблице инструментов, которая находится в меню **Конфигурации - Таблица инструмента (Рис. 26)**.

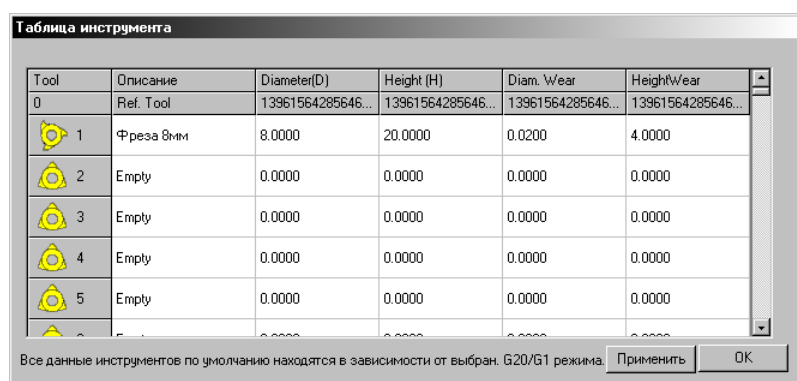


Рис. 26. Окно Таблица инструмента.

Также в системе координат станка можно назначить безопасную высоту по координате **Z**, зайдя в меню **Конфигурации - Установка безопасной высоты Z (Рис. 27)**.

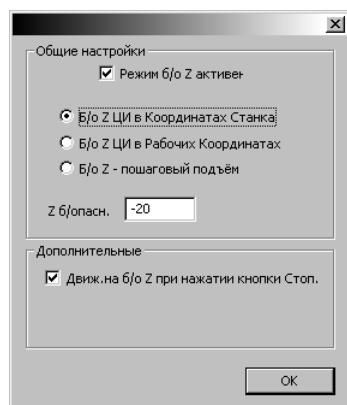


Рис. 27. Окно Установка безопасной высоты Z.

3.2.5 Рекомендации по режимам резания и отладке программ.

1. Силовая фрезеровка.

Силовой фрезеровкой будем называть обработку черных металлов фрезой диаметром от 4 мм на глубину от 1 мм.

При силовой фрезеровке необходимо правильно выбрать частоту вращения инструмента. Чем больше диаметр фрезы и заглубление инструмента в материал, тем меньшие обороты должен иметь инструмент. Например, для фрезерования фрезой 8мм стали 45 на глубину 4,5мм частота вращения фрезы должна быть около 200об/мин., при подаче около 0,1мм/сек.

Следует отметить, что вследствие вибраций инструмента и станка данный режим не подразумевает высокой точности и чистоты обработки, он предназначен в основном для черновой обработки твердых материалов. Для работы в режиме силового резания можно выключить программную компенсацию люфтов. Также необходимо подтянуть все болты прижимных пластин по каждой из координат. При подтягивании болтов важно следить за тем, чтобы соответствующие координаты могли перемещаться и не стопорились. После черновой обработки необходима т.н. чистовая обработка с частотой оборотов инструмента приблизительно до 2000 об/мин и съемом материала не более 0,1мм. Для чистовой обработки программную компенсацию люфтов можно включить.

Для силовой фрезеровки необходимо использовать шпиндельную головку типа В, Г или аналогичную с частотой оборотов от 0,3 до 2100 об/мин.

2. Гравировка.

Гравировкой будем называть рельефную обработку плоских поверхностей с разницей в уровнях обработки до 1-4 мм.

При гравировке необходимо использовать высокоскоростную шпиндельную головку с частотой оборотов от 2000 об/мин. В зависимости от обрабатываемого материала и типа фрезы возможно применение шпиндельных головок с частотой оборотов до 30000 об/мин.

При гравировке важно обеспечить подачу инструмента с такой скоростью, чтобы он не сломался, что достигается опытным путем.

Гравировка может занимать несколько часов, в это время не рекомендуется останавливать станок, дотрагиваться до подвижных частей, шаговых двигателей. Шаговые двигатели могут сильно нагреваться (до 80 °С), что не свидетельствует о неисправности. Для обеспечения необходимой точности при гравировке можно включить программную компенсацию люфтов. Обращаем Ваше внимание на то, что режим с включенной программной компенсацией люфтов является для программы наиболее сложным и должен применяться только при крайней необходимости. При включении данного режима максимальную скорость выполнения программы необходимо снизить до 300 мм/мин.

3. Отладка программ.

Качественное выполнение изделия на программном станке зависит от многих факторов. Это прежде всего хороший инструмент, правильно подобранные режимы резания, корректное выполнение программы станком, правильная настройка и работоспособность самого станка. Так как в станке отсутствует обратная связь между положением координаты и командами, передаваемыми с блока управления на исполнительный механизм, очень важно опытным путем подобрать такую относительную скорость исполнения программы, при которой не происходит «сбоя» координат, связанного с «проскальзыванием» шагов шагового двигателя. Для этого сначала желательно отработать выполнение станком управляющей программы в воздухе, без контакта инструмента и материала. Если после исполнения программы инструмент вернется визуально в ту же точку, можно переходить к процедуре отладки скорости выполнения программы. Отладка скорости для гравировки выполняется следующим образом:

а) Установите заготовку на стол, закрепите ее. На начальном этапе желательно использовать как можно менее ценную или бракованную заготовку, просто лист металла толщиной от 2-5 мм., т.к. в процессе отладки возможны сбои в исполнении программы, поломка инструмента

и прочие непредвиденные и нештатные ситуации.

б) Зажмите инструмент в патрон. Включите шпиндельную головку, коснитесь инструментом поверхности заготовки (для точного позиционирования желательно использовать перемещения с малой скоростью). Мы рекомендуем сначала выставлять 10% от максимальной скорости. На заготовке при этом должна появиться точка от касания инструмента. Обнулите координаты на экране компьютера.

в) Поднимите **Z** - координату вверх на некоторую высоту с тем расчетом, чтобы это значение было большим, чем ход **Z** - координаты при работе программы. Желательно выбирать круглые значения, например 10мм., 20мм., 30мм. и т.д. Запомните это значение и снова обнулите **Z** - координату.

г) Запустите программу и дождитесь ее завершения.

д) Опустите **Z** - координату вниз на значение, которое вы запомнили при выполнении пункта в. Если при этом инструмент коснулся той же точки на заготовке, к которой она подводилась в п.б, то станок корректно обрабатывает программу. Если этого не произошло и инструмент сместился в другое место, то необходимо уменьшить скорость выполнения программы.

е) После этого можно отработать выполнение программы на менее ценной или бракованной заготовке. В процессе отработки пробного образца опытным путем необходимо подобрать оптимальную скорость обработки.

3.2.6 Типовая схема выполнения УП.

1. Установите обрабатывающий инструмент в шпиндель станка.
2. Закрепите заготовку на рабочем столе. Для этого шпиндель станка в режиме ручного перемещения отводится в такое положение, чтобы можно было свободно установить и жестко закрепить заготовку на столе.
3. Включите шпиндельную головку и подведите шпиндель к точке заготовки, которая является началом координат для управляющей программы (эти данные содержатся в технологических указаниях разработчиков **УП**, кроме того, нулевую точку детали можно определить по изображению в окне **Траектория**). Как правило, эта точка - либо геометрический центр поверхности детали, либо угол детали.
4. Обнулите координаты на экране компьютера.
5. Загрузите **УП**, нажав кнопку **Откр..**
6. Установите скорость вращения шпинделя вручную, поворачивая регулятор скорости вращения шпиндельной головки на блоке управления (данные по скорости вращения шпинделя либо содержатся в технологических указаниях разработчиков **УП**, либо определяются опытным путем, исходя из необходимых режимов резания).
7. Запустите программу на выполнение кнопкой **Старт** основного рабочего экрана программы **Mach3** или одновременным нажатием клавиш **Alt + R** на клавиатуре компьютера.
8. Внимательно контролируйте первоначальное выполнение программы. При малейших сбоях нажимайте кнопку **Стоп** или **Alt + S** на клавиатуре компьютера, в крайних случаях - красную кнопку экстренного останова на блоке управления. Работа красной кнопки экстренного останова подробно описана в **Главе 1 и 3** настоящего руководства.
9. Устраните причину сбоя.
10. Выключите шпиндельную головку, затем включите. Повторно установите инструмент на нулевую точку. Затем **УП** перезагружается кнопкой **Обн..** Рекомендуется использовать кнопку **Обн.** перед каждым новым запуском **УП**.
11. Запустите **УП** на выполнение кнопкой **Старт** основного рабочего экрана программы **Mach3** или одновременным нажатием клавиш **Alt + R** на клавиатуре компьютера.

3.2.7 Режимы работы станка.

Станок рассчитан для работы в т.н. периодическом режиме. Это означает, что после

определенного количества проработанного времени станку необходимо дать время для охлаждения. Как показывает практика, желательно на каждые 4 часа непрерывной работы дать возможность станку охладиться около 1 часа. Станок не обладает иной системой охлаждения кроме естественного процесса передачи тепловой энергии окружающей среде. Поэтому во избежание перегрева и сбоев в работе необходимо останавливать станок. Если возникают сбои в работе станка, необходимо проверить работу системного блока компьютера и программ, установленных в нем.

Внимание!!! Не допускается параллельное выполнение программ (в т.ч. систем обновления, антивирусов и т.д.) при работе программы **Mach3**. Подробная инструкция по правильной настройке компьютера приведена в приложении к **Главе 2**.

Внимание!!! Если станок используется для выполнения поточных и часто повторяющихся операций, желательно визуально контролировать точку начала координат детали через каждые 120 минут работы станка. При необходимости установить нулевую точку заново.

Мы надеемся, что наше оборудование оправдает Ваши надежды.

Мы готовы выслушать любые пожелания и критику, рекомендации пользователей относительно применения и дальнейшего совершенствования нашего оборудования.

Приложение.

Стандартные G и M коды ISO-7 bit (ГОСТ 20999-83), для обрабатывающих центров.

- G00** Код G00 используется для выполнения ускоренного перемещения. Ускоренное перемещение или позиционирование необходимо для быстрого перемещения режущего инструмента к позиции обработки или безопасной позиции. Ускоренное перемещение никогда не используется для выполнения обработки, так как скорость движения исполнительного органа станка очень высока и непостоянна. Код G00 отменяется при программировании следующих кодов: G01, G02, G03.
- G01** Код G01 - это команда линейной интерполяции, обеспечивающая перемещение инструмента по прямой линии с заданной скоростью. Скорость перемещения указывается F словом данных. Код G01 отменяется с помощью кодов G00, G02, G03.
- G02** Код G02 предназначен для выполнения круговой интерполяции, то есть для перемещения инструмента по дуге (окружности) в направлении часовой стрелки с заданной скоростью. Скорость перемещения указывается F словом данных. Код G02 отменяется с помощью кодов G00, G01, G03.
- G03** Код G03 предназначен для выполнения круговой интерполяции, то есть для перемещения инструмента по дуге (окружности) в направлении против часовой стрелки с заданной скоростью. Скорость перемещения указывается F словом данных. Код G03 отменяется с помощью кодов G00, G01, G02.
- G04** Код G04 – это команда на выполнение выдержки (паузы) с заданным временем. Этот немодальный код программируется вместе с X или P адресом, который указывает длительность времени выдержки. Обычно, это время составляет от 0.001 до 99999.999 секунд. Код G04, X или P слово данных программируются вместе в одном кадре, который не содержит никаких перемещений.
- G09** Немодальный код G09 (точный останов) предназначен для согласования фактической траектории инструмента с запрограммированной траекторией. То есть при переходе от одного движения к другому СЧПУ выполнит “незаметную на глаз” выдержку, обеспечит законченное и точное перемещение в указанную координату.
- G10** Команда G10 позволяет устанавливать или смещать рабочую систему координат и вводить определенные значения в регистры коррекции инструмента памяти СЧПУ при помощи управляющей программы или специальной (отдельной) программы.
- G11** При помощи команды G11 отменяется команда G10 для включения режима ввода данных в СЧПУ.
- G15** При помощи команды G15 отменяется режим работы в полярной системе координат и происходит возврат к программированию в прямоугольной системе координат.
- G16** Подготовительная функция G16 позволяет работать в полярной системе координат. При этом запрограммированная позиция определяется углом и расстоянием от нулевой точки рабочей системы координат или от текущей действительной позиции.
- G17** Подготовительная функция G17 предназначена для выбора плоскости XY в качестве рабочей. Плоскость XY становится определяющей при использовании круговой интерполяции, вращении системы координат и постоянных циклов сверления.
- G18** Подготовительная функция G18 предназначена для выбора плоскости XZ в качестве рабочей. Плоскость XZ становится определяющей при использовании круговой интерполяции, вращении системы координат и постоянных циклов сверления.
- G19** Подготовительная функция G19 предназначена для выбора плоскости YZ в качестве рабочей. Плоскость YZ становится определяющей при использовании круговой интерполяции, вращении системы координат и постоянных циклов сверления.
- G20** Код G20 активизирует режим работы с дюймовыми данными. Пока действует этот режим, все вводимые данные воспринимаются как дюймовые.
- G21** Код G21 активизирует режим работы с метрическими данными. Пока действует этот режим, все вводимые данные воспринимаются как метрические.
- G22** Код G22 активизирует установленный предел перемещений. В этом случае инструмент не может выйти за пределы ограничивающей области. Эта область, как правило, устанавливается с помощью параметров СЧПУ.
- G23** При выполнении команды G23 установленные пределы перемещений не действуют. То есть код G23 отменяет действие кода G22 и позволяет инструменту перемещаться в любую точку рабочей зоны станка.

- G27** Код G27 (проверка возврата к исходной позиции) работает аналогично коду G28. Единственная разница заключается в том, что если позиция к которой произошло перемещение исполнительного органа, не соответствует исходной позиции, то в случае с G27 система ЧПУ станка выдает аварийное сообщение или сигнал, а при работе с G28 сообщений и сигналов не будет.
- G28** Команда G28 предназначена для возврата станка в исходную позицию. Под этим понимается ускоренное перемещение исполнительных органов в нулевую точку станка. Возврат в исходную позицию предназначен, прежде всего, для возможности проверки размеров и качества обрабатываемой детали в середине программы обработки. Иногда код G28 ставят в конец управляющей программы, чтобы после ее завершения рабочий стол переместился в положение, удобное для съема обработанной детали.
- G30** При помощи команды G30 осуществляется автоматический возврат оси Z к позиции смены инструмента и отменяется действующая коррекция инструмента.
- G31** В некоторых станках можно использовать функцию пропуска с реакцией на внешний сигнал. При помощи немодального кода G31 программист программирует линейную интерполяцию, аналогично G01, но скомбинированную с возможной реакцией на внешний сигнал. Внешний сигнал подается при нажатии на определенную клавишу панели УЧПУ, например, на клавишу “Старт цикла”.
- G40** Автоматическая коррекция радиуса инструмента отменяется программированием команд G40 и D00. Обычно код G40 находится в кадре с командой прямолинейного холостого перемещения от контура детали.
- G41** Код G41 применяется для включения автоматической коррекции радиуса инструмента, находящегося слева от детали. Направление смещения определяется, если смотреть на траекторию сверху вниз, то есть со стороны “+Z” в направлении “-Z”.
- G42** Код G42 применяется для включения автоматической коррекции радиуса инструмента находящегося справа от детали. Направление смещения определяется, если смотреть на траекторию сверху вниз, то есть со стороны “+Z” в направлении “-Z”.
- G43** Компенсация длины инструмента осуществляется путем программирования команды G43 и H слова данных. Обычно компенсация длины активируется совместно с холостым перемещением по оси Z.
- G49** Компенсация длины инструмента отменяется путем программирования команды G49 или H00.
- G50** Код G50 предназначен для выключения режима масштабирования G51.
- G51** В этом режиме программист может изменять коэффициент масштаба для координатных осей станка. Режим активируется при помощи модального кода G51 и отменяется кодом G50.
- G52** Код G52 используется для определения подчиненной системы координат в пределах действующей рабочей системы (G54-G59).
- G54** При помощи кодов G54, G55, G56, G57, G58 и G59 определяется, в какой рабочей системе координат будет производиться обработка детали.
- G55** При помощи кодов G54, G55, G56, G57, G58 и G59 определяется, в какой рабочей системе координат будет производиться обработка детали.
- G56** При помощи кодов G54, G55, G56, G57, G58 и G59 определяется, в какой рабочей системе координат будет производиться обработка детали.
- G57** При помощи кодов G54, G55, G56, G57, G58 и G59 определяется, в какой рабочей системе координат будет производиться обработка детали.
- G58** При помощи кодов G54, G55, G56, G57, G58 и G59 определяется, в какой рабочей системе координат будет производиться обработка детали.
- G59** При помощи кодов G54, G55, G56, G57, G58 и G59 определяется, в какой рабочей системе координат будет производиться обработка детали.
- G60** С помощью команды G60 ко всем запрограммированным позициям по каждой оси можно перемещаться из определенного направления (“+” или “-”). Благодаря этому появляется возможность исключить ошибки позиционирования, которые могут возникать из-за мертвого хода в системах сервопривода. Чаще всего, направление и величина перемещения задаются параметрами СЧПУ.
- G61** Команда G61 предназначена для включения режима точного останова. Функция точного останова подробно описана в характеристике кода G09. Единственная разница между кодами G61 и G09 заключается в том, что G09 является немодальной командой, то есть действует только в определенном кадре. Модальный код G61 остается активным, пока не будет запрограммирована команда на изменение этого режима, например, с помощью кода G63 для включения режима нарезания резьбы метчиком или кода G64 режима резания.

- G63** Режим нарезания резьбы метчиком активируется при помощи кода G63 и используется в циклах нарезания резьбы. В этом режиме невозможна корректировка скорости подачи при помощи специальной рукоятки на панели УЧПУ станка. Режим отменяется программированием команды режима резания G64.
- G64** Стандартный режим резания активируется кодом G64. С помощью этого кода отменяются другие специальные режимы - режим нарезания резьбы метчиком и режим точного останова.
- G65** Код G65 позволяет выполнить макропрограмму, находящуюся в памяти СЧПУ.
- G66** Команда G66 предназначена для вызова макропрограммы, как и команда G65. Единственная разница между двумя этими кодами заключается в том, что G66 является модальным кодом и макропрограмма выполняется при каждом перемещении, пока не будет запрограммирована команда G67.
- G67** При помощи кода G67 отменяется режим модального вызова макропрограммы G66.
- G68** Модальная команда G68 позволяет выполнить поворот координатной системы на определенный угол. Для выполнения такого поворота требуется указать плоскость вращения, центр вращения и угол поворота.
- G69** При помощи кода G69 отменяется режим вращения координат.
- G74** Цикл нарезания левой резьбы.
- G76** Цикл точного растачивания.
- G80** Отмена постоянного цикла.
- G81** Стандартный цикл сверления.
- G82** Цикл сверления с выдержкой вызывается при помощи команды G82. Функционирует этот цикл аналогично стандартному циклу сверления, с единственной разницей в том, что при G82 на дне отверстия запрограммировано время ожидания (выдержка). Цикл сверления с выдержкой часто применяется для сверления глухих отверстий, так как запрограммированное время ожидания позволяет выполнить лучшее удаление стружки со дна отверстия.
- G83** Цикл прерывистого сверления.
- G84** Цикл нарезания резьбы.
- G85** Цикл растачивания.
- G86** Цикл растачивания.
- G87** Цикл растачивания.
- G88** Цикл растачивания.
- G89** Цикл растачивания.
- G90** В режиме абсолютного позиционирования G90 перемещения исполнительных органов производятся относительно нулевой точки станка или относительно нулевой точки рабочей системы координат G54-G59. Код G90 является модальным и отменяется при помощи кода относительного позиционирования G91.
- G91** При помощи кода G91 активируется режим относительного (инкрементального) позиционирования. При относительном способе отсчета за нулевое положение каждый раз принимается положение исполнительного органа, которое он занимал перед началом перемещения к следующей опорной точке.
- G92** Код G92 используют для сдвига текущего положения нулевой точки путем изменения значений в регистрах рабочих смещений. Когда СЧПУ выполнит команду G92, то значения в регистрах смещений изменятся и станут равными значениям, которые определены X, Y и Z словами данных.
- G94** При помощи команды G94 указанная скорость подачи устанавливается в дюймах за 1 минуту или в миллиметрах за 1 минуту. Если действует дюймовый режим G20, то скорость подачи F определяется как подача в дюймах за 1 минуту. Если же активен метрический режим G21, то скорость подачи F определяется как подача в миллиметрах за 1 минуту.
- G95** При помощи команды G95 указанная скорость подачи устанавливается в дюймах на 1 оборот шпинделя или в миллиметрах на 1 оборот шпинделя. То есть скорость подачи F синхронизируется со скоростью вращения шпинделя S. При одном и том же значении F, скорость подачи будет увеличиваться, при увеличении числа оборотов шпинделя.
- G98** Если постоянный цикл станка работает совместно с кодом G98, то инструмент возвращается к исходной плоскости в конце каждого цикла и между всеми обрабатываемыми отверстиями. Исходная плоскость – это координата по оси Z (уровень), в которой находится инструмент перед вызовом постоянного цикла. Команда G98 отменяется при помощи команды G99.
- G99** Если цикл сверления работает совместно с кодом G99, то инструмент возвращается к плоскости отвода между всеми обрабатываемыми отверстиями. Плоскость отвода – это координата по оси Z (уровень), с которой начинается сверление на рабочей подаче, и в которую возвращается

инструмент, после того, как он достиг дна обрабатываемого отверстия. Плоскость отвода обычно устанавливается в кадре цикла с помощью R слова данных. Команда G99 отменяется при помощи команды G98.

- M00** Когда СЧПУ исполняет команду M00, то происходит так называемый запрограммированный останов. Все осевые перемещения останавливаются и возобновляются лишь после того, как оператор станка нажмет клавишу “Старт цикла” на панели УЧПУ. При этом шпиндель продолжает вращаться (у большинства станков), и другие функции остаются активными. Если оператор станка нажимает клавишу “Старт цикла”, то выполнение программы будет продолжено с кадра, следующего за M00.
- M01** Код M01 предназначен для останова по выбору. Действует он аналогично коду M00, однако, предоставляет выбор оператору – нужно или не нужно прерывать выполнение управляющей программы. На панели УЧПУ практически любого станка имеется клавиша (или переключатель) “M01”. Если эта клавиша нажата, то при чтении кадра с M01 происходит останов. Если же клавиша не нажата, то кадр M01 пропускается и выполнение УП не прерывается.
- M02** Код M02 информирует СЧПУ о завершении программы.
- M03** При помощи кода M03 включается прямое (по часовой стрелке) вращение шпинделя с запрограммированным числом оборотов (S слово). Команда M03 остается действующей до тех пор, пока она не будет отменена с помощью кода M04 или M05.
- M05** Команда M05 останавливает вращение шпинделя, но не останавливает осевые перемещения (за исключением режима G95).
- M06** При помощи команды M06 инструмент, закрепленный в шпинделе, меняется на инструмент, находящийся в положении готовности в магазине инструментов.
- M07** Команда M07 включает подачу СОЖ в зону обработки в распыленном виде, если станок обладает такой возможностью.
- M08** Команда M08 включает подачу СОЖ в зону обработки в виде струи.
- M09** Команда M09 выключает подачу СОЖ и отменяет команды M07 и M08.
- M19** При помощи команды M19 осуществляется радиальная юстировка шпинделя (поворот в определенное положение), чтобы выставить приводной носик шпинделя на позицию смены инструмента. В этом положении шпиндель обычно зажимается и его не провернуть рукой.
- M20** При помощи команды M20 отменяется команда юстировки шпинделя M19.
- M30** Код M30 информирует СЧПУ о завершении программы.
- M98** Команда M98 предназначена для вызова подпрограммы. Вместе с этой командой программируется P слово данных, которое обозначает номер вызываемой подпрограммы.
- M99** При помощи команды M99 по окончании подпрограммы осуществляется возврат к главной программе, из которой была вызвана подпрограмма.