

# Руководство по Mach3

## Настройка стандартного трехосевого фрезерного станка

### На основе Mach3 2.5

#### О чем здесь рассказывается

Цель данного руководства – помочь пользователю самостоятельно установить и шаг за шагом настроить управляющее приложение Mach3 CNC для использования на стандартном трехосевом фрезерном станке. Мы пройдемся по всем этапам отладки функции экстренного останова, цепи генератора подкачки заряда для двигателей главных осей, настройки управления шпинделем и охлаждением, а также разберем способ задания переключателей базы и программируемых концевых ограничителей. Руководство описывает настройки Mach3 версии 2.0 и является дополнением к существующему руководству *Using Mach 3 Mill*.

#### Ну что ж, начнем?

При первой установке программы очень важно перезагрузить компьютер по запросу инсталлятора. Если этого не сделать, программа не заработает, и вам придется вручную удалять драйвер Mach3 из системы. После установки программы и перезагрузки компьютера на вашем рабочем столе должно появиться четыре ярлыка. Каждая из этих иконок загружает Mach3, но с разным набором экранов в зависимости от того, на каком станке мы работаем. Так как это руководство посвящено настройке фрезерного станка, то мы будем запускать программу с помощью ярлыка Mach3Mill. При запуске программы на мониторе может появиться следующий диалог (но если он не появляется, то это также нормально):

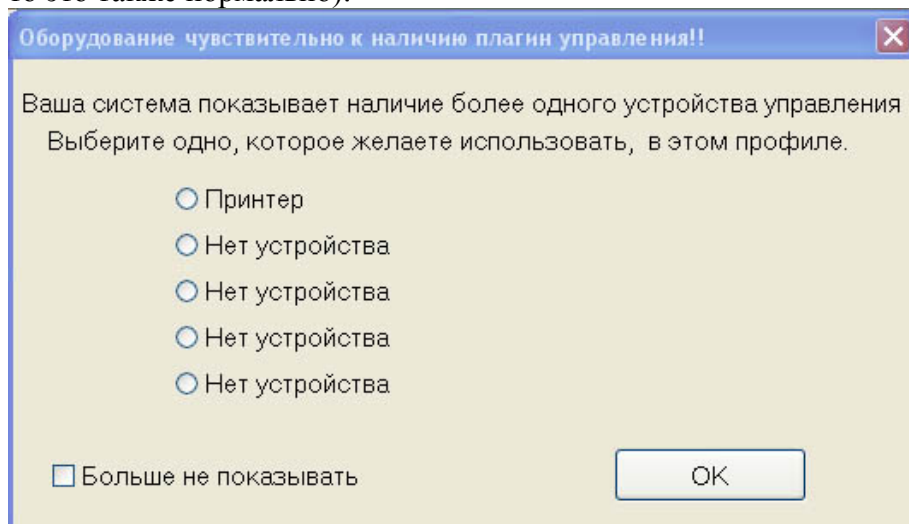


Рисунок 1: Список подключенного оборудования.

Так как мы собираемся использовать принтерный порт компьютера в качестве электронного интерфейса между компьютером и нашим станком, то нужно убедиться, что в списке выбран пункт *Принтер (Normal Printer Port Operation)*. Чтобы окно этого диалога не всплывало при каждом запуске Mach3, нужно поставить галку в чекбоксе с надписью *Больше не показывать (Don't ask me this again)* и нажать ОК. В дальнейшем порт принтера будет использоваться, как интерфейсное устройство по умолчанию.

#### Метрические единицы или дюймы?

Следующим действием нам нужно выбрать основные единицы измерения. Чтобы сделать это, отправляемся в меню *Конфигурации (Config)*, кликаем на пункте *Выбор*

единиц (*Select Native Units*), выбираем либо дюймы, либо миллиметры и нажимаем ОК. Так как мне ближе метрическая система, я выберу мм.

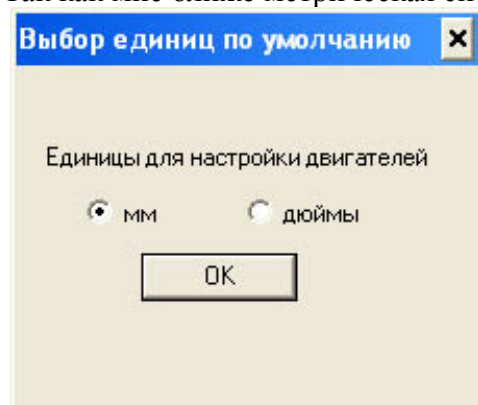


Рисунок 2: Единицы по умолчанию

Пожалуйста, обратите внимание, что, как и говорится в сообщении, которое вы видите, перед тем как появится окно, показанное на рисунке 2, этот выбор делается не для смены единиц, используемых при работе Mach3 и не для изменения единиц: дюймов на миллиметры, или наоборот, которые были заданы в управляющей программе (УП). Этот диалог предназначен ТОЛЬКО для настройки двигателей.

## Интерфейс подключения оборудования

Теперь нам нужно указать Mach3, сколько у нас используется параллельных портов, и по каким адресам они расположены. Если порт является встроенным в вашу материнскую плату, то стандартный адрес - 0x378. Но иногда используются и другие адреса. Мы предоставляем Mach3 эту информацию, выбирая пункт *Порты и Пины* (*Ports and Pins*) в меню *Конфигурации* (*Config*).

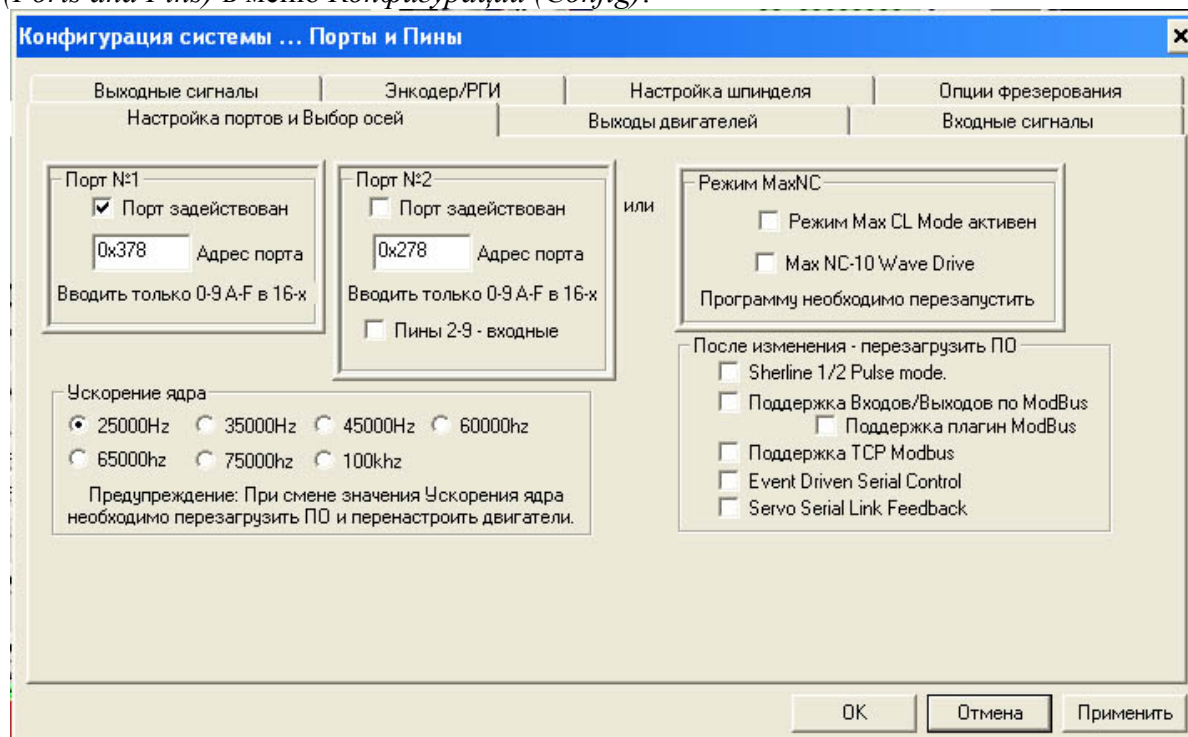


Рисунок 3: Конфигурация системы, Порты и Пины

Сначала проверьте, отвечает ли адрес Порта №1 действительному адресу порта принтера вашего компьютера и включен ли он. 0x378 это адрес, который используют большинство встроенных параллельных портов. Так как мы не будем использовать

второй порт, то убедимся, что Порт №2 отключен. (То есть чекбокс *Порт задействован (Port Enabled)* для *Порта №2 (Port#2)* не отмечен галкой).

Следующим шагом мы выбираем раздел *Ускорение ядра (Kernel speed)*. Это частота, на которой работает драйвер Mach3, а также максимальная частота, которую программа будет выдавать на приводы двигателей вашего станка. Мы будем использовать 25000Гц. Также убедитесь, что ни одна из опций в правой части окна диалога не была активирована, и нажмите кнопку *Применить (Apply)*.

Следующая на очереди - закладка *Выходы двигателей (Motor Outputs)*. Здесь мы указываем Mach3, сколькими двигателями мы хотим управлять, и к каким ножкам нашего принтерного порта подключен каждый драйвер двигателей. В нашем случае, это три оси X, Y и Z, так что мы активируем эти три оси, проставив зеленые галочки напротив этих осей в первом столбике таблицы.

Второй столбик задает ножки, к которым подключены шаговые входы (step input) приводов наших двигателей. В нашем случае шаговый вход привода оси X подключен к ножке 2, Y - к ножке 4 и Z - к ножке 6. Третья колонка похожа на вторую, но в ней указаны входы направления (direction inputs) приводов, подключенные к 3, 5 и 7 на этом станке. Распиновка для вашего станка может отличаться от приведенной здесь. Если вы подключали станок самостоятельно, то вы должны знать расположение ножек, а если вы купили станок и/или драйвера в сборе, пожалуйста, обратитесь к документации вашего станка или проконсультируйтесь у его производителя.

Настройки четвертого и пятого столбиков зависят от того, как устроены и подключены приводы. Самые распространенные приводы используют оптически изолированные входы и обычно питаются от постоянного +5V DC компьютера. Входы шага и направления приводов подключаются к параллельному порту компьютера, который непосредственно переключает ножку на землю, пересылая текущий поток через светодиоды индикации (LED) в оптоизолятор приводов, который в свою очередь дает приводу команду повернуть двигатель на один шаг. Таким путем наша цепь передачи сигналов шага принимает свойства, т.н. *active low* – при нахождении на выводе сигнала low.

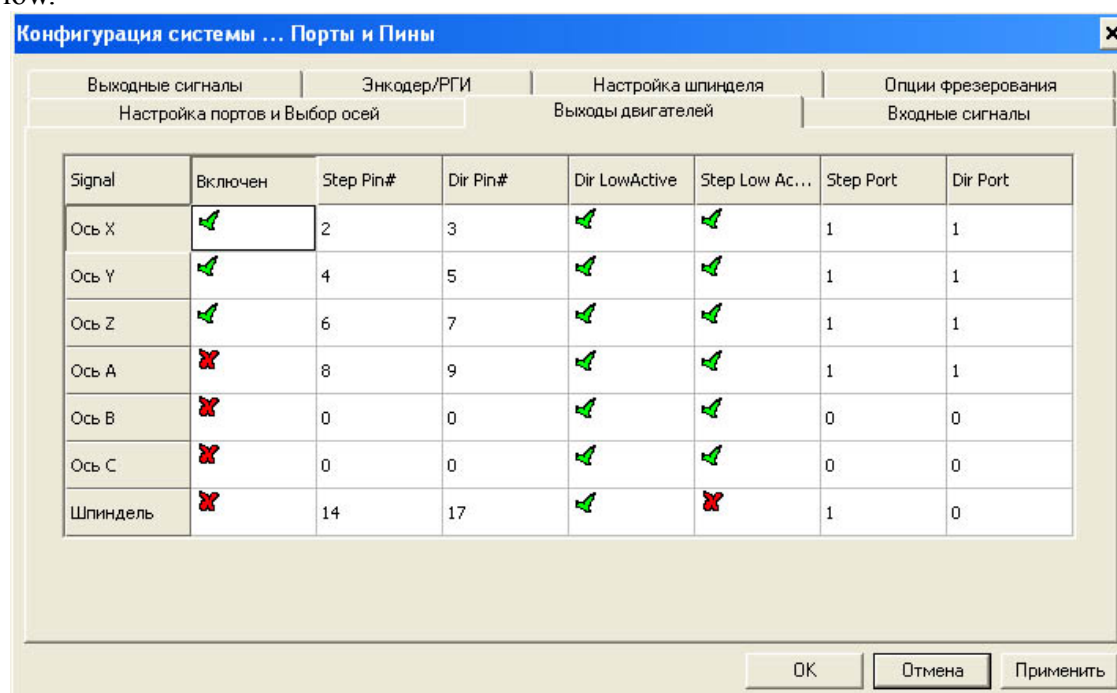


Рисунок 4: Конфигурация системы, закладка Выходы двигателей.

Итак, это было физическое подключение двигателей. Следующим шагом нужно будет задать количество шагов на единицу (steps per unit) для наших условий, и после этого можно перейти непосредственно к настройке двигателей. Но прежде, необходимо произвести в системе еще одну очень важную настройку.

## Кнопка Экстренного Останова

Любой приличный станок должен иметь кнопку Экстренного Останова (Emergency Stop), которая наиболее безопасным из возможных способов останавливает все движения станка и предотвращает нанесение в первую очередь травмы оператору и/или нанесение ущерба станку. В этом руководстве не дается описание аппаратной конструкции какой-нибудь конкретной E-stop системы. Мы лишь будем считать, что Mach3 «знает», когда происходит нажатие большой красной кнопки станка. Различные сигналы ввода в Mach3 устанавливаются на вкладке *Входные сигналы (Input Signals)* в диалоге *Порты и Пины (Ports and Pins)* меню *Конфигурации (Config)*:

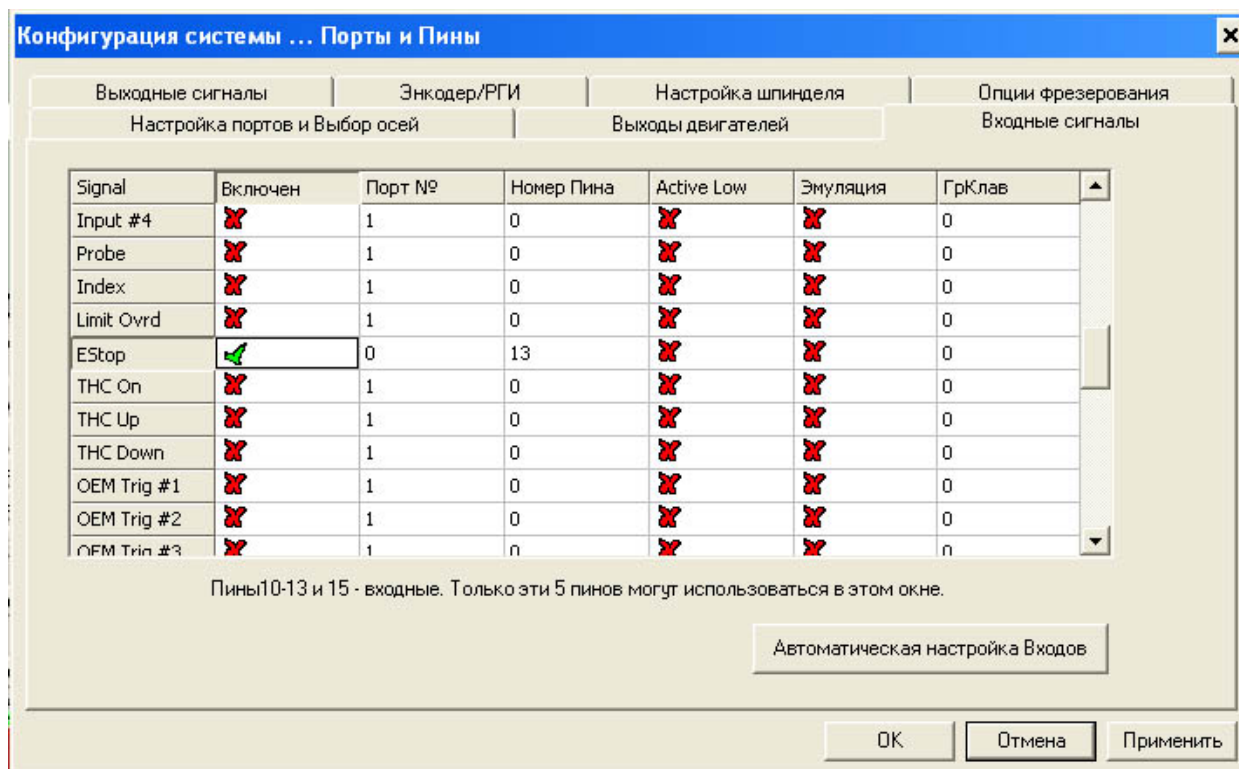


Рисунок 5: Конфигурация системы, вкладка Входные сигналы.

Примерно в середине списка мы должны обнаружить строку сигнала E-stop. Убедитесь, что он включен. В этом случае оборудование подключается таким образом, что ввод становится high когда кнопка нажата, так что настройка *Active Low* не должна быть активной. В том случае, если у вас нет переключателя E-stop, вам, возможно, придется включить опцию *Active Low*, чтобы выводить станок из режима E-stop. Но об этом позже. Так как E-stop это единственный ввод, который мы используем на данный момент, убедитесь, что кроме него нет больше включенных вводов. Нажмите ОК чтобы сохранить настройки и закрыть диалог.

Теперь давайте посмотрим, как можно вывести станок из режима E-stop. Убедитесь, что аппаратная кнопка E-stop не нажата, а затем на главном экране нажмите большую красную кнопку *Сброс (Reset)*. Мигающая рамка вокруг этой кнопки должна прекратить мигать и сменить цвет на зеленый. Если она не станет зеленой, вернитесь к

диалогу, показанному на рисунке 5, и обратите настройку *Active Low* для ввода E-stop, как описано выше, и попробуйте произвести сброс еще раз. Приведя ввод E-stop в рабочее состояние, продолжим нашу работу.

## Настройка двигателей

Наконец мы добрались до настройки непосредственно двигателей. Первым пунктом в процессе настройки будет вычисление числа шагов на единицу перемещения. Здесь берутся в расчет следующие факторы:

### ***В случае с шаговым двигателем:***

- Число шагов на оборот, чаще всего 200.
- Разрешение шага привода двигателя - полный шаг, половина шага, 5, 10, 100 микрошагов и т.д.

### ***В случае с серводвигателем:***

- Число квадратурных тактов выдаваемых энкодером двигателя
- «Режим энкодера» привода двигателя. 1, 2 или 4 такта энкодера.

### ***В обоих из вышеописанных случаев:***

- Передаточное число между валом электродвигателя и ходовым винтом.
- И, наконец, шаг резьбы винта (Насколько перемещается стол при каждом обороте винта).

Заметьте, что может использоваться другие системы привода, такие, как ременная, передача зубчатая рейка/шестерня и др., но мы используем ходовой винт или шариковую винтовую пару, как основу для наших вычислений. Мы приведем примеры расчетов для метрической и дюймовой системы.

### ***Метрическая система:***

Предположим, что у нас стандартный шаговый двигатель с 200 шагами на оборот. Этот двигатель управляется драйвером, установленным на 5 микрошагов на полный шаг. Например, Gecko G210 от Geckodrive. Двигатель напрямую соединен с ходовым винтом, который имеет шаг 5мм на оборот. Это означает, что на каждый оборот винта ось переместится на 5мм.

Итак, возьмем 200 шагов двигателя, умножим их на 5 микрошагов привода ( $200 \times 5 = 1000$ ). Приводу нужно 1000 импульсов (или шагов), чтобы повернуть винт на один оборот и, тем самым, переместить ось на 5мм. Теперь возьмем 1000 шагов и разделим на шаг резьбы винта, который равен 5 ( $1000/5=200$ ). Другими словами, нам нужно 200 шагов чтобы переместиться на одну *единицу* или на миллиметр для данного примера.

### ***Дюймовая система:***

Предположим что у нас серво постоянного тока с энкодером на 500 строк и приводом, использующим все четыре квадратурных такта энкодера эффективно, выдавая в результате 2000 тактов на оборот связки двигатель/энкодер. Предположим также, что у нас понижающая 3:1 ременная передача, вращающая винт с резьбой 5TPI (5 витков резьбы на дюйм).

Приводу нужно 2000 импульсов или шагов чтобы повернуть двигатель на один оборот. Но так как у нас понижение ременной передачи 3 к 1 между двигателем и винтом, нам нужно умножить 2000 на 3 чтобы произошел поворот винта на один оборот.



6000 шагов дадут один оборот винта, переместив ось на 1/5 дюйма. Чтобы переместить ось на один дюйм нам нужно, чтобы винт сделал пять оборотов, т.е.  $6000 \times 5 = 30.000$  шагов на единицу или дюйм.

На практике значение шагов на единицу величиной в 30000 значительно уменьшит скорость, с которой может двигаться станок.

Теперь мы определили, сколько шагов компьютеру требуется послать на привода, чтобы передвинуть станок на одну из выбранных единиц, будь то дюймы или миллиметры. Давайте укажем Mach3, к какому результату мы пришли. В меню *Конфигурации (Config)* выбираем пункт *Настройка двигателей (Motor Tuning)*, после чего должен появиться следующий диалог:

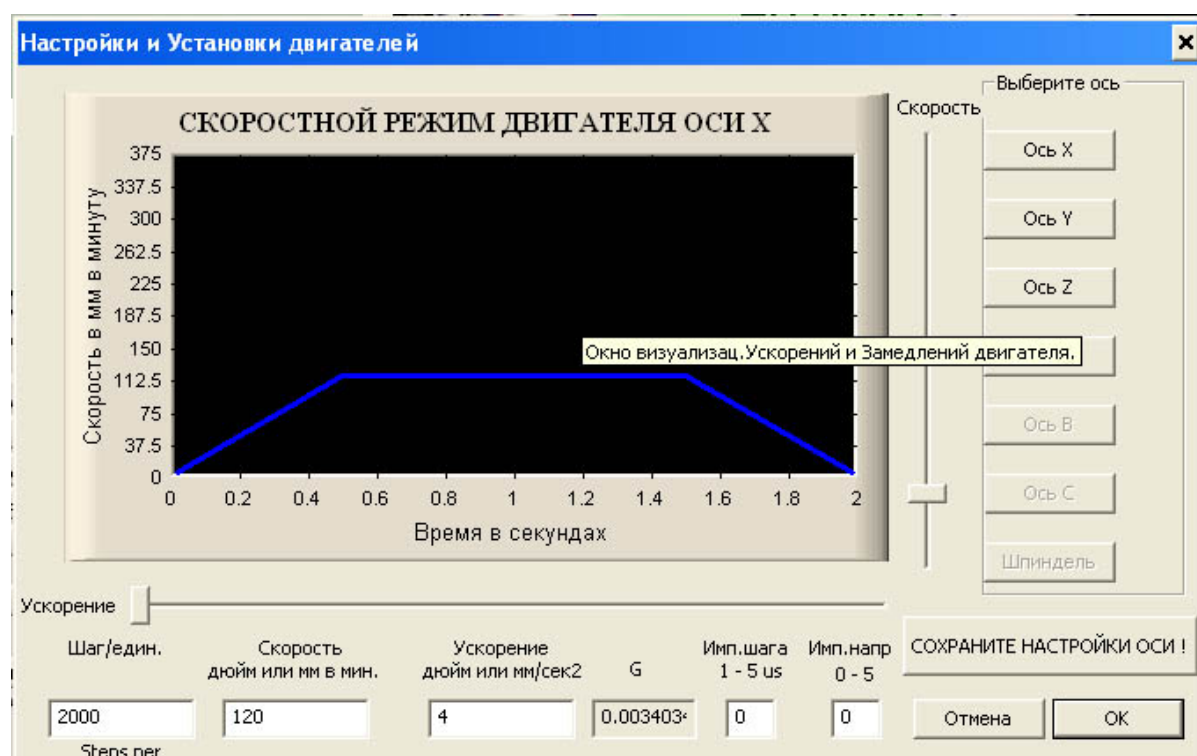


Рисунок 6: Установка и настройка двигателя.

Первым делом нужно ввести значение шагов на единицу, которое мы вычислили. Оно вводится в нижнем левом углу. Как основу для данной настройки мы используем приведенное выше вычисление для метрической системы, так что вводимым значением будет 200 шагов на единицу. Теперь начинается самое интересное. Передвигая ползунки справа и под черным окошком диалога, мы подбираем скорость и ускорение двигателя. Конечно, их можно рассчитать по вращающему моменту двигателя, инерции станка, его массе, силам трения и т.д., но в большинстве случаев лучше подобрать эти значения методом проб и ошибок, т.е. опытным путем.

Начните с перемещения ползунка скорости немного вверх, после чего, нажимайте стрелки вверх и вниз клавиатуры. Мотор должен вращаться. Если нет - убедитесь что система включена и не находится в режиме E-stop.

Перемещая ползунки *Скорости (Velocity)* и *Ускорения (Accel)*, попробуйте подобрать значения скорости и ускорения, при которых двигатель работает плавно и не наблюдается тенденции к рывкам, остановкам или потере шагов. Потом, и это важно, нажмите кнопку *Сохраните настройку оси! (Save Axis Settings)*. Далее кликните по

кнопке *Ось Y (Y Axis)* и повторите весь процесс для этой оси, а после - то же самое для оси Z. Не забудьте нажимать кнопку *Сохраните настройку оси! (Save Axis Settings)* перед переключением между осями. Если вы этого не сделаете, то настройка не будет принята системой и пропадет.

**Пожалуйста, обратите внимание:** Допустимо выставлять различные настройки *Шагов на единицу (Step per unit)*, как и значения *Скорость (Velocity)* и *Ускорение (Accel)*, для каждой из осей. У Mach3 имеются способы синхронизировать их. Вы можете даже задать дробное значение шагов на единицу для одной или более осей, например 201.3, если это необходимо.

Если вы не можете подобрать значения для плавного движения, то есть несколько вариантов решения. Для начала простой: Некоторые приводы двигателей требуют более длинные шаговые импульсы. Это можно отрегулировать, изменяя настройку *Импульс шага (Step Pulse)*. Обратитесь к документации к вашему конкретному приводу.

Другим вариантом является проверка напряжения на ножках параллельного порта. Большинство вводов приводов оптоизолированы и рассчитаны на 5V ввода. Некоторые из современных материнских плат компьютеров, особенно ноутбуки, выводят только 3.3V, и для некоторых приводов это может стать проблемой. Самым легким решением будет либо установить в компьютер плату PCI LPT портов, либо приобрести одну из различных доступных плат «breakout board», которые поддерживают усиление напряжения до 5V.

Итак, чтобы протестировать настройку, давайте перейдем на экран Ручного ввода данных РВД и зададим несколько движений. Нажмите кнопку *РВД (MDI)* (или клавиатурное сочетание Alt-2) и затем кликните непосредственно по полю ввода строки РВД или нажмите клавишу Enter, для того чтобы переключиться в режим ввода. Теперь введите что-то вроде G0 X10 Y10 Z10 и нажмите Enter. Станок должен переместить инструментальную головку по всем трем осям из их текущей позиции в X10 Y10 Z10. Реальные значения, используемые для этого теста, зависят от размера вашего станка. Попробуйте несколько различных движений назад и вперед чтобы убедиться, что двигатель настроен правильно. Если одна или более осей останавливаются или теряют шаги, то настройку надо немного подкорректировать.

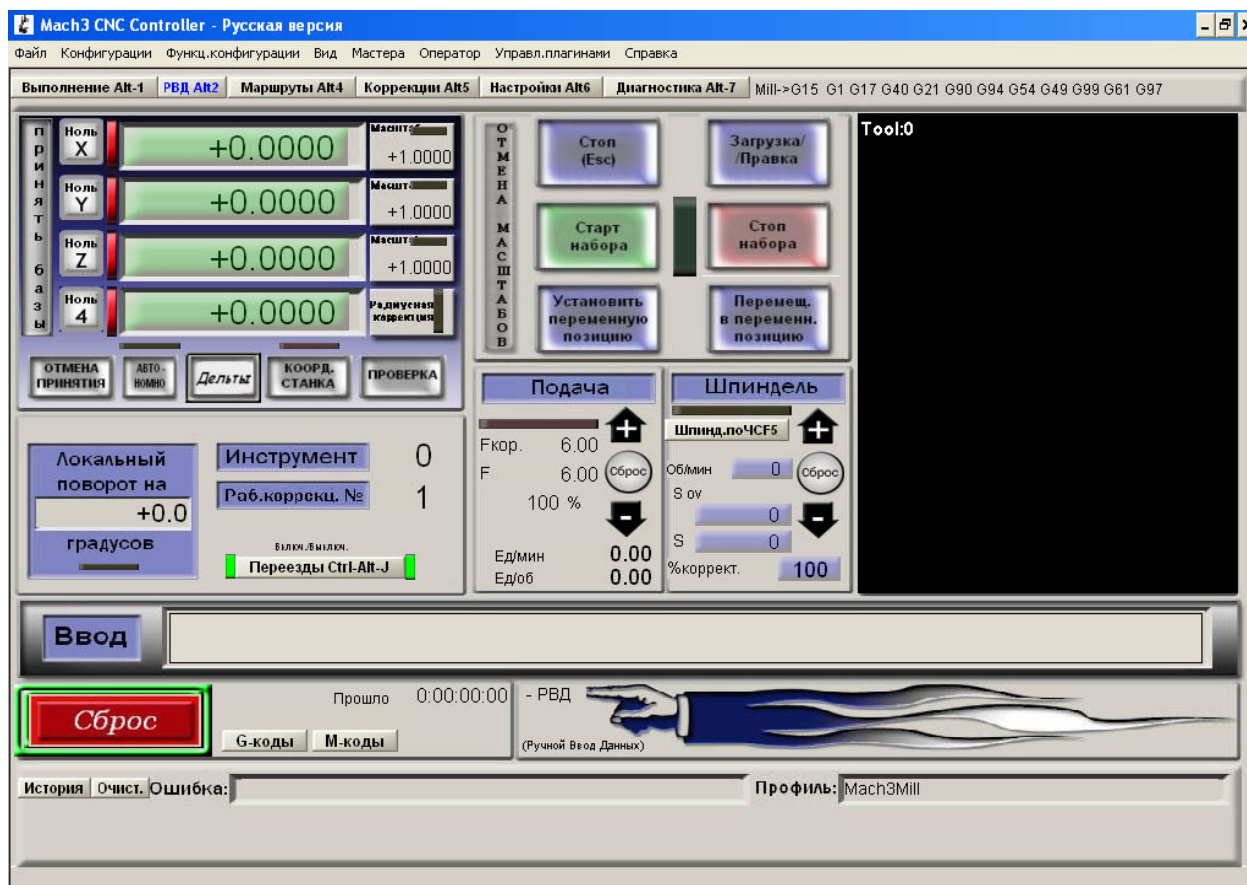


Рисунок 7: Экран Ручного ввода данных (РВД).

Убедимся, что индикация координат соответствует перемещениям

На стандартном трехосевом фрезерном станке, движение по оси X происходит слева направо, по оси Y - к вам и от вас, а по оси Z движение осуществляется вверх и вниз. В последующих разделах под движениями станка мы будем подразумевать перемещения инструмента относительно объекта обработки – то есть будем считать, что инструмент движется вправо, даже если в действительности влево перемещается сам стол станка.

Вернитесь к главному экрану программы, нажав кнопку *Выполнение (Program Run)* или клавиатурное сочетание Alt-1. Убедитесь что «светодиод» вокруг кнопки *Переезды (Jog ON/OFF)* горит зеленым цветом. Если нет, то нажмите эту кнопку чтобы включить функцию ручных переездов станка. (Кнопка расположена внизу в средней части экрана).

Теперь нажмите клавишу TAB на клавиатуре, чтобы отобразить экран управления Переездами (Jog-control). Он должен появиться в правой части экрана. Если вам видны не все элементы управления, просто перетяните серую линию, насколько захотите. Теперь мы должны указать Mach3 скорость переездов. Это делается вводом значения скорости переездов в процентном выражении в окошко Цифровой индикации (ЦИ), помеченного надписью *Замедление переездов (Slow Jog Rate)* на панели управления переездами. Давайте начнем с медленной скорости, например, 10%. Кликните по окошку ЦИ, введите выбранное значение и нажмите Enter.



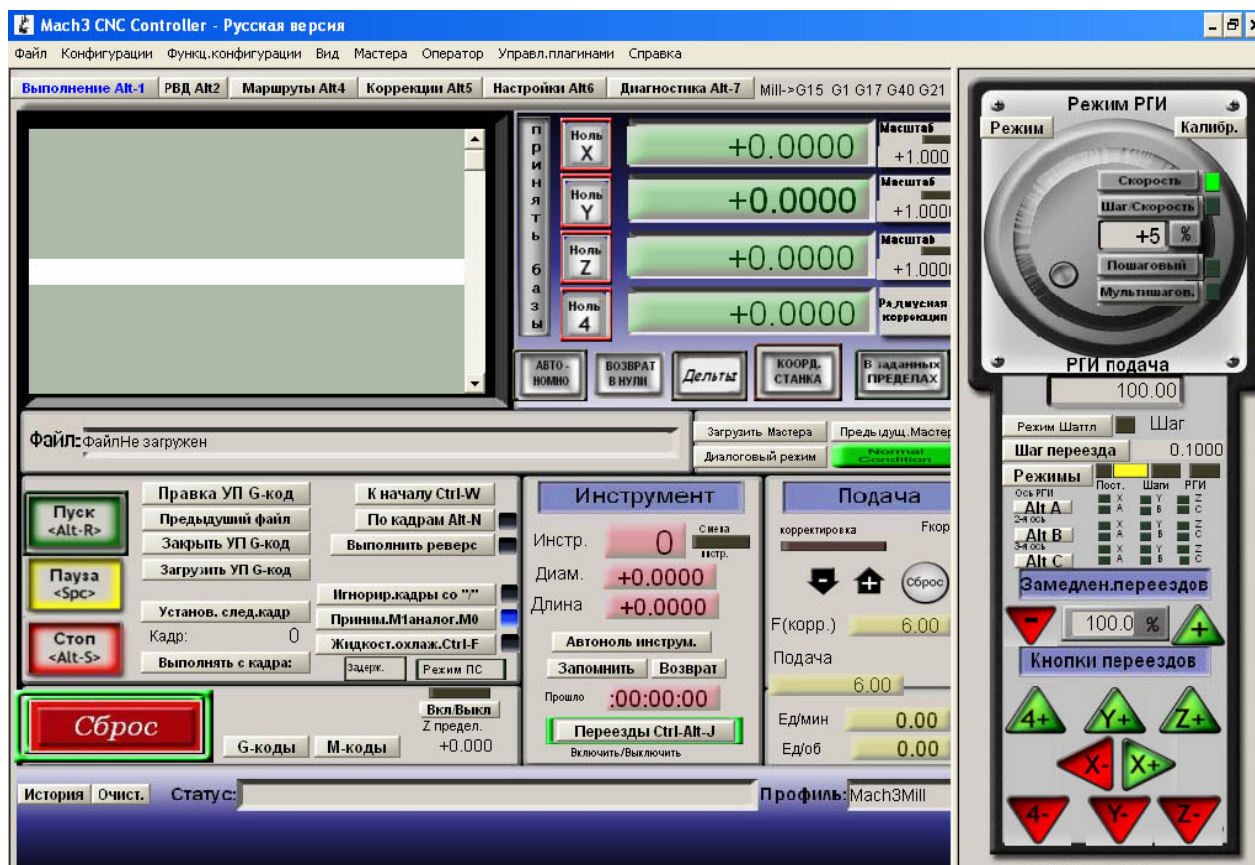


Рисунок 8: Экран *Выполнение* с выдвинутой панелью переездов.

Теперь нажмите клавишу *стрелка вправо* на клавиатуре. Если все правильно, то в окошке Цифровой индикации оси X значение должно увеличиться, а инструмент должен переместиться в положительном направлении (инструмент переедет вправо, а стол движется справа налево). Если значение в окошке ЦИ увеличивается в плюс, но инструмент движется в отрицательном направлении, то нам надо обратить направление двигателя. Это делается реверсированием настройки *Dir Low Active* в меню *Порты и Пины* (*Ports and Pins*) на вкладке *Выходы двигателей* (*Motor Outputs*). Если инструмент движется вправо, но в окне ЦИ значение координаты уменьшается, нам нужно сменить горячую клавишу для переезда оси. Это делается в меню *Конфигурации* (*Config*) в диалоге *Горячие клавиши* (*System Hotkeys*). Когда с осью X все в порядке, повторите те же действия для осей Y и Z.

Значение в окошке ЦИ оси Y должно увеличиваться, а инструмент двигаться в направлении от вас (стол движется на вас, если стоять лицом к станку), при нажатии клавиши *стрелка вверх* клавиатуры.

Переезды по оси Z осуществляются клавишами PageUp и PageDown клавиатуры. Значение в окошке ЦИ оси должно увеличиваться, а инструмент двигаться вверх, при нажатии клавиши PageUp.

Это были самые основные настройки управления приложения Mach3 CNC. В последующих разделах мы познакомимся с принципами настройки генератора подкачки заряда, настройки шпинделя, охлаждения, переключателей Баз и программных ограничителей перемещений.

## Функция генератора подкачки заряда

При запуске компьютера ножки выводов параллельного порта могут находиться в неконтролируемом состоянии. Например, если наш двигатель шпинделя подключен через реле, которое активируется при наличии 5V на 8 ножке порта, то шпиндель может запуститься в любой момент, когда программа Mach3 неактивна, и это - очень опасное состояние. Чтобы предотвратить это, можно использовать функцию подкачки заряда в Mach3, для которой нужна кое-какая электроника. Мы не будем обсуждать построение аппаратной части, схемы можно найти на сайте ArtSoft (<http://www.machsupport.com>).

Чтобы установить функцию подкачки заряда в Mach3, мы снова откроем диалог *Порты и Пины (Ports and Pins)* в меню *Конфигурации (Config)* и выберем закладку *Выходные сигналы (Output Signals)*.

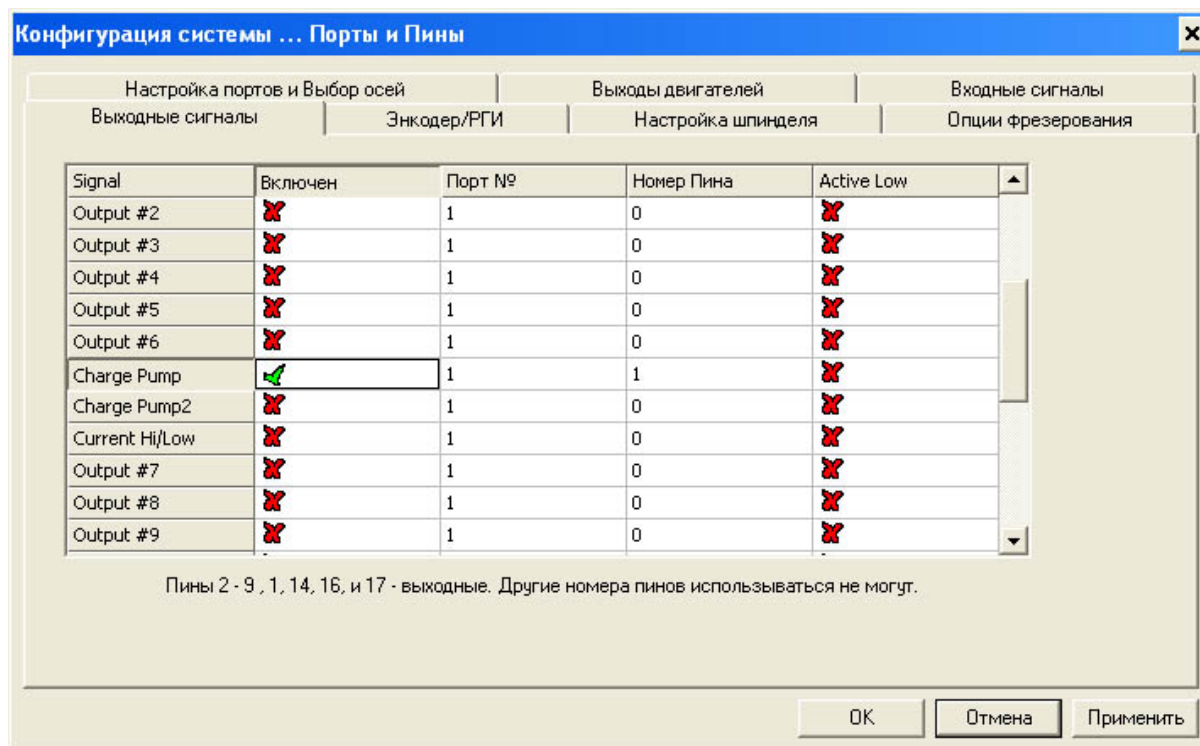


Рисунок 9: Выходные сигналы (Output Signals).

Примерно посередине таблицы есть строка сигнала под названием *Charge Pump*. Поставьте 1 в столбец *Порт № (Port #)*, а в столбец *Номер пина (Pin #)* - номер ножки, к которой подключена схема. В этом примере - ножка №1. Убедитесь что, функция включена (зеленая галочка в колонке *Включен (Enabled)*). Позаботьтесь, чтобы никакие сигналы выводов больше не были включены. Теперь всегда, когда программа Mach3 запущена и, когда не находится в режиме E-stop, будет подаваться 12.5кГц квадратная волна на ножку 1 параллельного порта. Если вы хотите, чтобы подкачка зарядов работала все время, пока запущена Mach3, даже в режиме E-stop, перейдите в меню *Конфигурации (Config)*, выберите пункт *Общие конфигурации (General Config)* и активируйте опцию *Включ.Генер.Подкачки в режиме EStop (Charge Pump on in E-stop)*.

## Вывода шпинделя

Теперь, когда у нас есть способ предотвратить запуск шпинделя, когда Mach3 не занимается управлением, мы продолжим установки, и настроим реле для запуска и остановки шпинделя в Mach3. Как и ранее, мы не будем обсуждать реальный интерфейс

оборудования, но будем предполагать, что он подключен через схему подкачки заряда и активируется логикой низкого уровня (*low*) на ножке порта. Есть множество различных способов, с помощью которых Mach3 может управлять шпинделем. Самый простой - это чистое управление ВКЛ/ВЫКЛ, и это то, что мы собираемся рассмотреть здесь.

Вы могли заметить, что шпиндель указан, как одна из осей на вкладке *Выходы двигателей (Motor Outputs)* в меню *Порты и Пины (Ports and Pins)*, где мы задавали оси X, Y и Z. Однако данные настройки нужны, если мы хотим, чтобы Mach3 управлял скоростью шпинделя посредством ШИМ, либо с помощью выводов шага и направления. А это не то, что нам сейчас нужно. Нам нужно простое управление ВКЛ/ВЫКЛ.

Итак, первым делом нужно активировать вывод. Перейдем в диалог *Порты и Пины (Ports and Pins)* и выберем вкладку *Выходные сигналы (Output Signals)*. В данном случае мы будем использовать *Выход №1 (Output #1)*, как вывод реле нашего шпинделя, и задаем этот вывод, как ножку 16 параллельного порта, вводя 1 в столбик *Порт № (Port#)* и число 16 в столбик *Номер пина (Pin#)* и включая этот вывод (зеленая галочка в столбике *Включен (Enabled)*). Далее убеждаемся, что настройки *active low* в действии, нажимаем кнопку *Применить (Apply)* и переходим к вкладке *Настройка шпинделя (Spindle Setup)*.

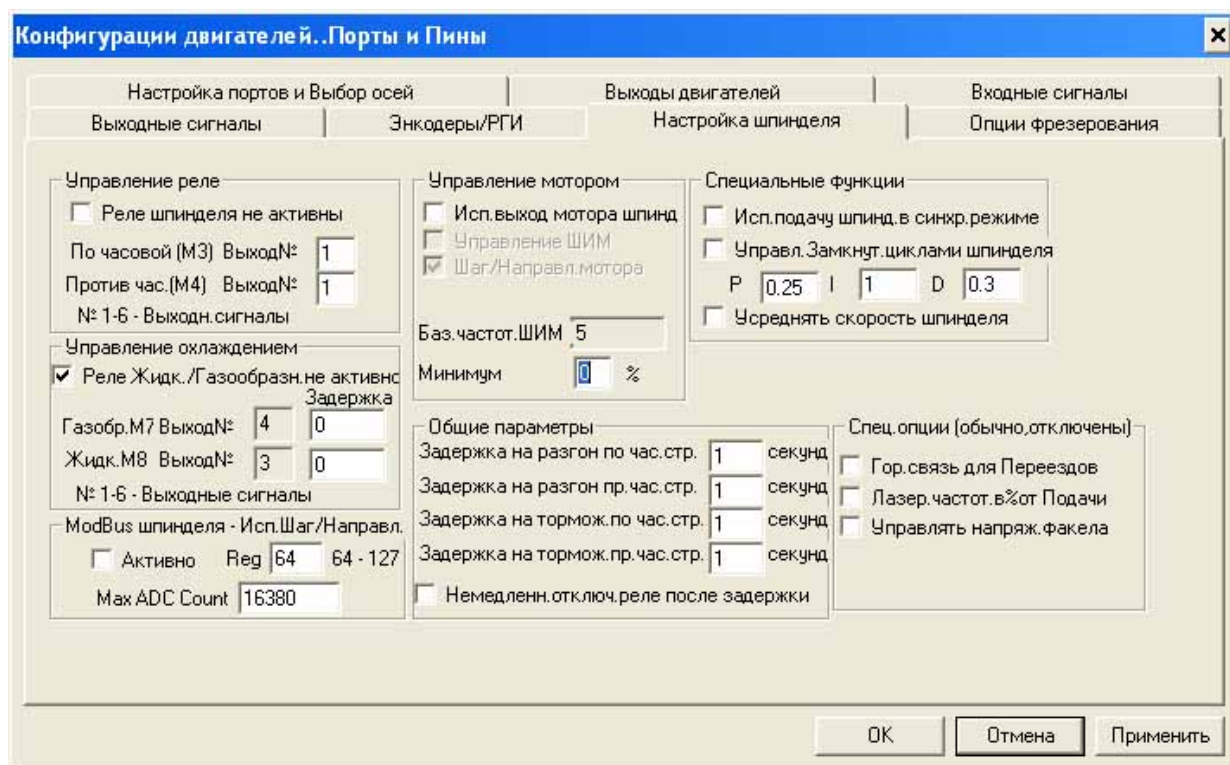


Рисунок 10: Диалог Настройка шпинделя.

В левом верхнем углу уберите галочку в чекбоксе *Блокировать реле шпинделя (Disable Spindle Relays)* и затем введите 1 в оба чекбокса *По часовой стрелке (Clockwise)* и *Против часовой стрелки (CCW)*. Помните, что мы задали для Output #1 ножку 16, к которой подключено наше реле. Это указывает Mach3, что когда бы мы ни хотели запустить шпиндель, по или против часовой стрелки, активируется вывод Output #1. В этом руководстве мы предполагаем, что действительный реверс шпинделя, если он вообще предусмотрен, делается механическим или электрическим путем на самом

станке и не управляется Mach3. При желании можно включить второй вывод и использовать его для запуска шпинделя в направлении против часовой стрелки.

Если у вас высокоскоростной шпиндель, или такой, которому по какой либо причине требуется некоторое время, чтобы набрать скорость при включении или снизить ее при выключении, это можно заявить в разделе *Общие параметры (General Parameters)* рассматриваемого диалога. Введите время, нужное шпинделю, чтобы достичь максимальной скорости. Это позволит предотвратить начало выполнения УП G-кодов до того, как шпиндель наберет необходимую скорость. Нажмите *OK*, чтобы сохранить настройки.

Теперь перейдем на экран *Диагностика (Diagnostics Screen)* и убедимся, что управление не находится в режиме E-stop, после чего нажимаем кнопку *Включение шпинделя (Spindle Toggle)*. Если Mach3 настроен правильно, вы должны увидеть красный мигающий «светодиод» возле Output #1, и если ваше оборудование исправно, шпиндель должен запуститься. Повторное нажатие кнопки остановит шпиндель.

## Охлаждение

Управление охлаждением осуществляется так же, как и шпинделем, так что мы пройдемся по описанию этой функции поверхностно. Здесь опять предполагается, что оборудование подключено через генератор подкачки заряда, и активируется логикой низкого уровня на ножке порта. Мы используем только систему охлаждения жидкостью, и она будет управляться Выводом №2 (Output #2) через ножку 17 параллельного порта.

Сначала включите Output #2, задайте Порт № (Port#) 1 и номер пина (pin#) 17, вывод должен быть настроен на *active low*. Далее снова перейдите на вкладку *Настройка шпинделя (Spindle Setup)* и убедитесь, что чекбокс *Блокировать реле Жидк./Газообразн. охлаждения (Disable Coolant Relays)* не помечен галочкой, и задайте вывода для обоих типов охлаждения №2.

Проверьте настройки, нажав кнопку *Включение охлаждения (Flood Toggle)* на экране *Диагностика (Diagnostics)*. «Светодиод» возле надписи Output #2 должен начать мигать и ваше реле или клапан должны активироваться.

## Переключатели Базы (Home)

Как вы уже могли заметить, управление использованием вводов и выводов в Mach3 очень гибкое. Можно комбинировать концевые выключатели (limit) и переключатели базы (home) множеством различных способов, но в этом разделе руководства мы рассмотрим, как задать по одному переключателю базы для каждой из осей, подключенных последовательно. Как обычно, мы не будем здесь обсуждать оборудование и действительный интерфейс, но предположим, что переключатели базы в нормальном состоянии замкнуты, подключены последовательно между землей и ножкой 10 параллельного порта.

Чтобы задать переключатели базы нам нужно включить вводы базы. В меню *Конфигурации (Config)* выбираем пункт *Порты и Пины (Ports and Pins)* и переходим на вкладку *Входные сигналы (Input Signals)*. Включаем вводы *X Home*, *Y Home* и *Z Home*,



устанавливаем номер порта (port#) 1 и номер пина (pin#) 10 и отмечаем галочкой настройку *Active Low* для всех трех строчек таблицы.

Здесь вы можете увидеть мощь возможностей Ввода/Вывода (I/O) программы Mach3. Даже притом, что у нас три оси, мы соединяем их последовательно и подключаем к одному вводу. При выполнении команды возврата на базы станка, Mach3 возвращается на базу по одной из осей, и когда ее переключатель достигнут, реверсирует направление вращения двигателя, пока переключатель не освободится от воздействия, и после этого принимается за следующую ось. Если возможно использовать тот же переключатель в качестве концевого переключателя (limit) – Mach3 будет знать, что переключатель является переключателем базы при выполнении команды возврата на базы, и после ее выполнения он будет восприниматься, как концевой выключатель.

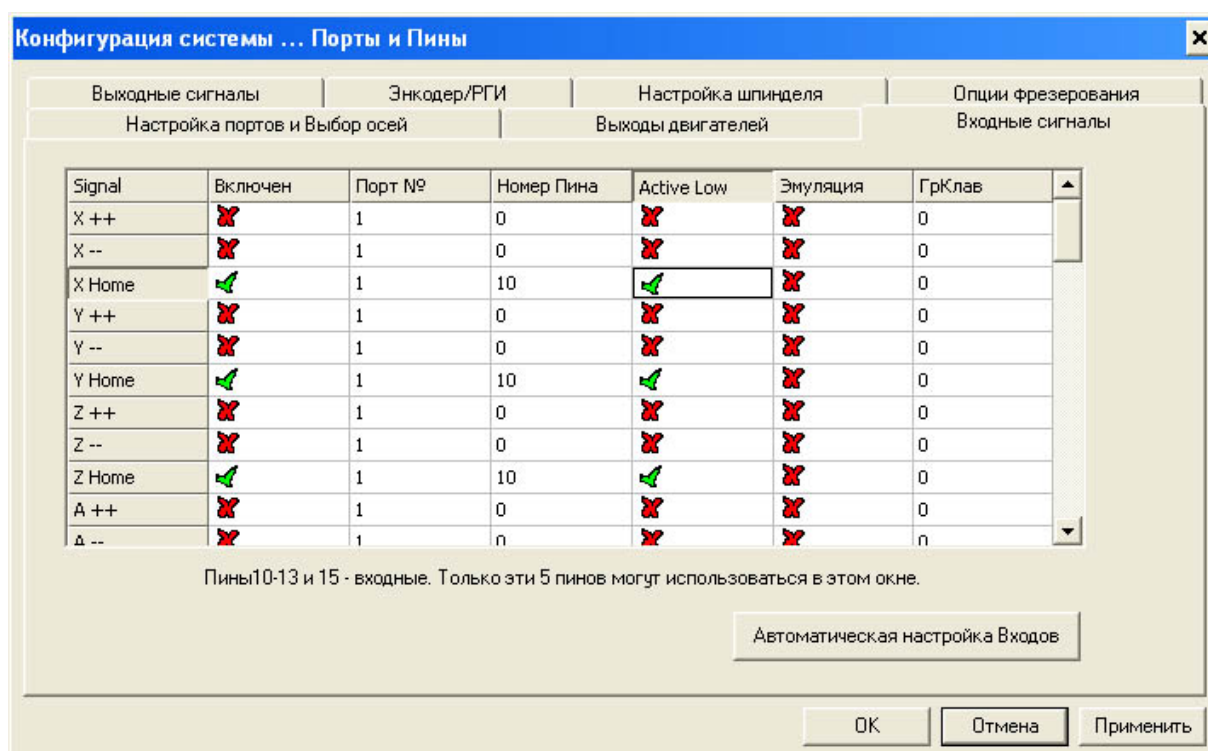


Рисунок 11: Установка переключателей базы.

Чтобы протестировать настройки и оборудование, перейдите на экран *Диагностика* (Diagnostic) и наблюдайте за «светодиодами» возле надписей *M1 Home*, *M2 Home* и *M3 Home* при нажатии одного из переключателей. «Светодиоды» (все три) должны загораться при нажатии любого из трех переключателей.

## Параметры базирования

Теперь настало время указать Mach3, где у нас установлены переключатели базы. Самое распространенное положение переключателей для осей X и Y находится в самом конце отрицательного направления перемещений по этим осям. Ось Z, как правило, базируется в самом конце положительного направления. Пожалуйста, обратите внимание, что это положение называется нулем станка для оси Z, и, таким образом, все движения будут происходить в отрицательном направлении. Это стандартный способ задания базы для оси Z.

Чтобы задать параметры базирования, нам нужно выбрать пункт *Базы/Границы (Home/Limits)* в меню *Конфигурации (Config)*. Сделав это, мы увидим диалог, показанный на рисунке 11.

Axis	Reversed	Soft Max	Soft Min	Slow Zone	Home Off.	Home Neg	Auto Zero	Speed %
X		300	0	3	0.0000			20
Y		100.00	0	3	0.0000			20
Z		0	-100.00	3	0.0000			20
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  A   
Y  B   
Z  C

OK

Рисунок 12: Диалог Базы/Программные ограничения.

Поскольку мы хотим, чтобы базы осей X и Y находились в отрицательном направлении от начала координат, мы включаем опцию *База отриц. (Home Neg)* для X и Y, а для Z – не включаем. Если мы включим опцию *АвтоНоль (Auto Zero)*, то Координаты станка (Machine coordinates) будут автоматически обнуляться при базировании осей. Так как наши переключатели находятся на самых концах осей станка, лучше включить эту опцию. Если переключатель размещен в любом другом положении, отличном от конечных точек осей станка, то расстояние можно ввести в столбик *До базы (Home Off)*. Это укажет Mach3, что задавать Координаты Станка для оси нужно с учетом этого значения, что довольно полезно. Настройка *% скор. (Speed %)* задает скорость возврата на базы, которая выражается, как процент от полной скорости двигателя оси, и обычно зависит от возможностей и конструкции конкретного станка. Обычно, чем медленнее будет производиться базирование, тем точнее будет позиционирование. Возможно, здесь Вам придется немного поэкспериментировать.

## Установка баз станка

Когда мы подключили и протестировали переключатели базы, пришло время произвести базирование станка. Когда управление находится не в режиме E-stop, перейдите на экран *Выполнение (Program Run)*, и, держа одну руку на кнопке E-stop, нажмите кнопку *Все на базы (Ref All – Home)*. На станке начнется движение по оси Z вверх, пока не произойдет воздействие на переключатель базы оси, после чего произойдет смена направления движения по оси, пока переключатель не освободится от нажатия. Потом то же будет сделано для оси Y и, наконец, для оси X. Когда по всем осям инструментальная головка переместится в положение баз, во всех окошках цифровой индикации координат должны высветиться нули или то значение, которое вы ввели как расстояние *До базы (Home Off)*. Если любая из осей начинает двигаться не в том направлении, нажмите кнопку E-stop, перейдите к настройкам *Базы/Границы (Home/Limits)* и смените настройку *База отриц. (Home Neg)* для этой оси.



## Программируемы пределы (ограничения)

Mach3 имеет возможность предотвратить случайное повреждение станка, постоянно отслеживая положение инструментальной головки. Если вы или управляющая программа G-кодов (УП G-кодов) попытаетесь вывести головку за пределы рабочей области, то сделать это не получится, и вместо этого появится сообщение об ошибке. Чтобы настроить эту функцию, вернемся к диалогу *Базы/Программные ограничения (Home/Limits)*, показанному на рисунке 12.

Так как наши переключатели Базы расположены в самом конце отрицательного направления перемещений по осям X и Y, нужно в столбце *Прогр.мин (Soft Min)* задать значение 0. Это предотвратит выход головки станка за 0 в отрицательном направлении. В столбце *Прогр.макс. (Soft Max)* мы ставим значение, равное максимальному допустимому расстоянию перемещения по оси. В нашем случае, это 300 мм по оси X и 100 мм по оси Y. Так как мы разместили базу оси Z в положительном направлении, то в столбце *Прогр.макс. (Soft Max)* для этой оси нужно поставить 0. Значение *Прогр.мин (Soft Min)* также определяется, как наибольшее возможное значение расстояния перемещения по этой оси: 100мм в нашем случае, так что в столбик *Прогр.мин (Soft Min)* для оси Z мы проставляем значение 100 (обратите внимание, что это отрицательное значение).

Значение в столбце *Замедл. (Slow Zone)* - это значение координаты по оси, за которой станок автоматически начинает снижать скорость по мере приближения к запрограммированному пределу. Например, когда установлено значение 3.00 в столбце *Замедл. (Slow Zone)*, если мы будем совершать переезд по оси X на высокой скорости в направлении отрицательного предела, который расположен в точке 0.00, станок начнет замедлять скорость переезда, когда будет пройдена координата 3.00. Это предотвращает потерю станком позиции базы из-за слишком резкой остановки двигателей. Однако, это автоматическое торможение доступно только, когда вы совершаете ручные переезды на станке, а при выполнении УП G-кодов функция не действует.

Чтобы протестировать программные пределы, сначала нужно отправить станок в положение баз. После этого нужно включить программные пределы нажатием кнопки *В заданных пределах (Soft Limits)* на экране *Выполнение (Program run)* программы. Когда «светодиод» рядом с кнопкой горит зеленым цветом, пределы включены, и можно протестировать их, попытавшись переехать за них. Если все настроено верно, то внизу экрана появится сообщение: *Программные пределы. Движение прервано (Soft Limits System Movement Aborted)*.

## Резервное копирование настроек вашей системы

Сейчас, пожалуй, самое время произвести резервное копирование ваших настроек. Все настройки сохраняются в одном специальном файле, что очень упрощает процесс сохранения. Найдите папку, в которую вы инсталлировали Mach3. Стандартный путь к папке - *C:\Mach3*. Далее найдите файл, который называется *Mach3Mill.xml* и скопируйте его куда-нибудь в безопасное место – на USB-флешку, CD-диск или на дискету.

## Заключение.

На данный момент мы установили и настроили главные оси станка, сделали возможным безопасное управление шпинделем и охлаждением из Mach3 с помощью E-stop и схемы генератора подкачки заряда. Мы задали способ возврата инструментальной головки станка на базу, задействующий переключатели базы, и использовали способ предотвращения повреждений деталей станка с помощью программируемых ограничений перемещений. Мне думается, что это более-менее охватывает принципы базовой настройки трехосевого фрезерного станка. Хотя.....

Управляющее приложение Mach3 CNC может НАМНОГО больше. Например, это и управление скоростью шпинделя, и лазерное сканирование 3D объектов, контактное зондирование, смена инструмента, плазменная резка, тангенциальный рез и т.д. Этот список может быть очень длинным.

Добро пожаловать в мир CNC и Mach3, и это только начало!

If you find any errors or have any questions about this tutorial please contact me at:  
henrik-olsson@ipbo.se  
//Henrik Olsson  
2007-11-10

Перевод:  
Mariobad Inguz & Andrey Ivanov