

# **Руководство пользователя**

**Плата-контроллер станка лазерного раскроя металла**

**MaBo v2.0**

2026г

## 1. Общие сведения

Данная плата представляет собой специализированный **контроллер для станков лазерного раскроя металла**, работающих на базе оптоволоконных лазерных источников. Устройство спроектировано с учетом жестких требований к помехозащищенности и стабильности работы в промышленных условиях.

### Основные характеристики и назначение:

- **Управление лазером:** Контроллер оснащен портом **RS232**, специально предназначенным для связи с лазерными источниками **Raucus**.
- **Оси управления:** Поддерживается управление **4 осями координат (X, Y, Z, A)** через стандартные сигналы STEP/DIR/Enable.
- **Контроль высоты (ТНС):** В устройство интегрирована система контроля высоты реза, которая работает на основе данных с **емкостного датчика**. Для этого на плате предусмотрен частотомер (до 3 МГц) и АЦП.
- **Интеграция с ПО:** Плата работает под управлением **Mach3** через специально разработанный плагин, который обеспечивает связь по протоколу **Ethernet**.

### Техническая база:

- **Вычислительная мощность:** В основе лежит микроконтроллер **STM32 серии G431** (ядро Arm Cortex-M4, 170 МГц), обеспечивающий высокоскоростную обработку буфера команд и данных с датчиков с минимальными задержками.
- **Сетевой интерфейс:** Для надежного соединения по локальной сети используется модуль **WIZnet W5500**, подключенный по протоколу SPI.
- **Программная часть:** Плагин для Mach3 выполняет аппроксимацию G-code в траектории, транслирует состояния входов/выходов и контролирует целостность передаваемых данных.

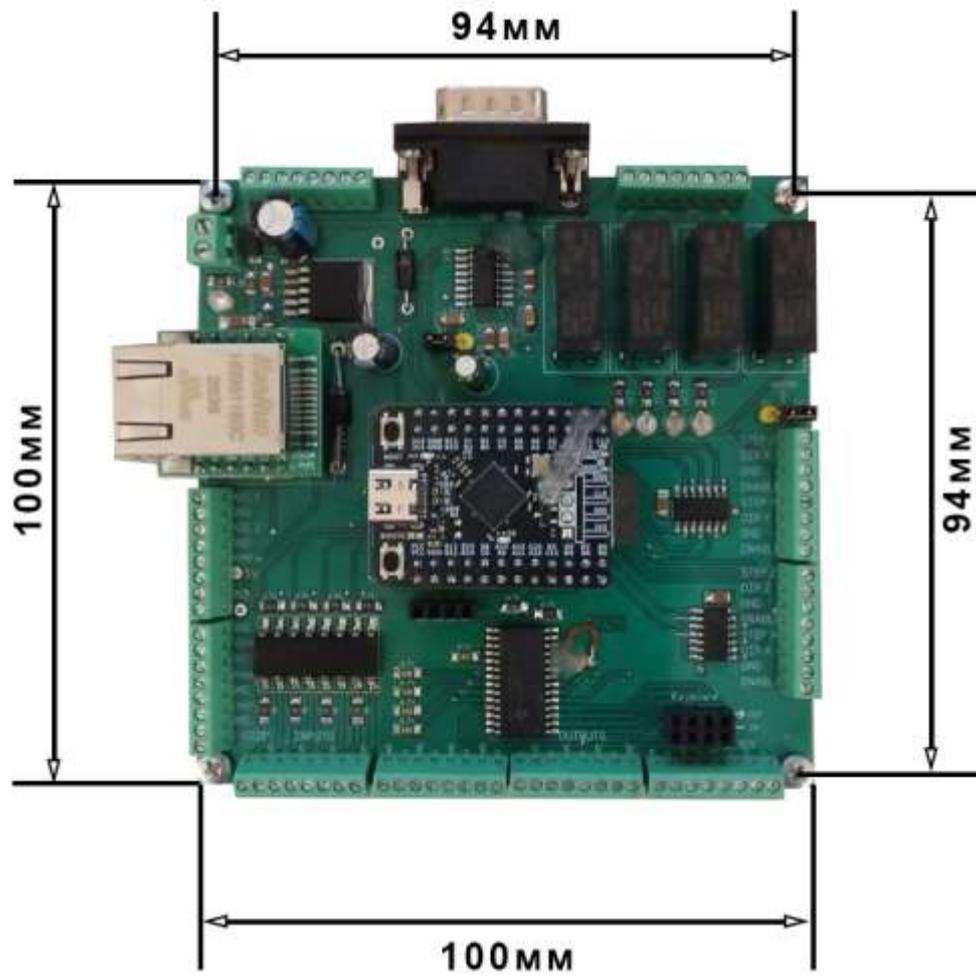
### Интерфейсы ввода-вывода:

Плата обладает развитой периферией для подключения всех узлов станка:

- **Входы:** 12 дискретных входов (5-12В), 2 канала АЦП (0-10В) и 1 частотомер.
- **Выходы:** 4 релейных выхода (12В), 4 выхода на драйверы шаговых двигателей, 2 канала ЦАП (0-10В), 2 выхода ШИМ и 4 дискретных выхода («открытый коллектор» или 12В).
- **Дополнительно:** Предусмотрен разъем для подключения **матричной клавиатуры 4x4** (16 клавиш).

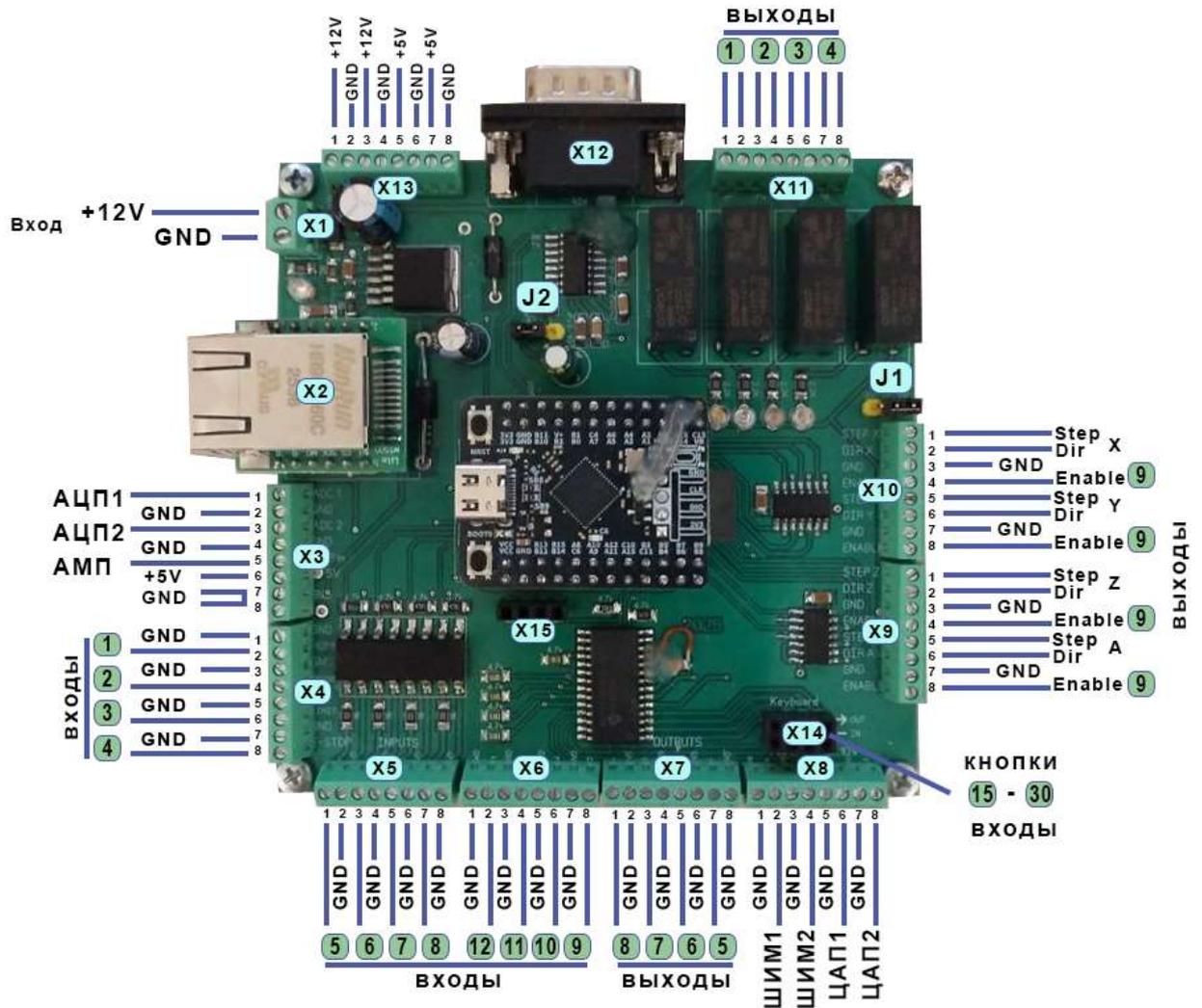
Согласно источникам, ключевым приоритетом при разработке платы была полная защита сигналов от внешних помех и сбоев, что критично для работы мощного лазерного оборудования.

## 2. Размеры устройства



Размеры платы 100x100 мм (без учета выступающих разъемов). Размеры крепежных отверстий, 4 отверстия диаметр 3мм с межосевым расстоянием 98x98 мм

### 3. Общий вид платы устройства

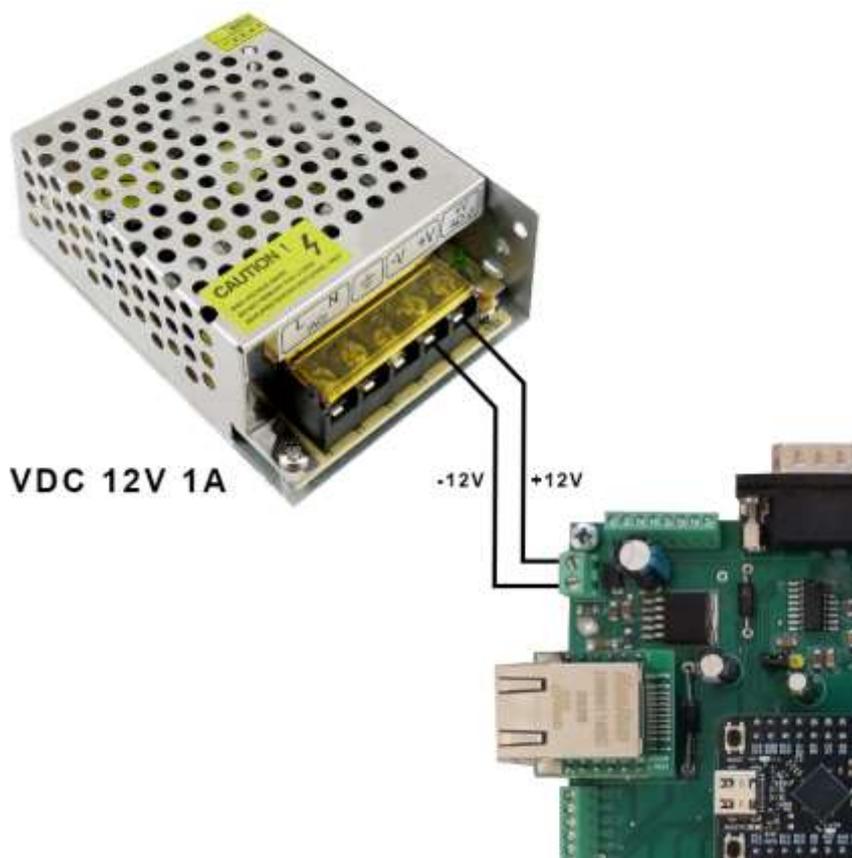


X1	Разъем питания платы 12В	
X2	Подключение локальной сети RJ45	
X7	Выходы типа «открытый коллектор»	
X11	Выходы контактов реле 1-4	
X12	RS232 подключение источника лазерной резки	
J1	Переключатель уровня на выходе “GND” для моторов. 0V или +5V	
J2	Переключатель уровня сигналов RS232	
Разъем	Пин	Назначение
X3	1	Входной сигнал АЦП 1. Уровень 0..10В
	2	GND
	3	Входной сигнал АЦП 2. Уровень 0..10В
	4	GND
	5	Входной сигнал «амплифера» емкостного датчика. 0..3МГц 5В

	6	+5В питание «амплифера» емкостного датчика
	7,8	GND
X4	1	GND 1
	2	Вход датчика HOME (5-12В)
	3	GND 2
	4	Вход датчика Probe (5-12В)
	5	GND 3
	6	Вход датчика Limit (5-12В)
	7	GND 4
	8	Цепь кнопки E-Stop (5-12В)
X5	1	Дискретный вход 5 (5-12В)
	2	GND 5
	3	Дискретный вход 6 (5-12В)
	4	GND 6
	5	Дискретный вход 7 (5-12В)
	6	GND 7
	7	Дискретный вход 8 (5-12В)
	8	GND 8
X6	1	GND 12
	2	Дискретный вход 12 (5-12В)
	3	GND 11
	4	Дискретный вход 11 (5-12В)
	5	GND 10
	6	Дискретный вход 10 (5-12В)
	7	GND 9
	8	Дискретный вход 9 (5-12В)
X8	2	Выход ШИМ 1. Частота 5-20кГц уровень 5В
	4	Выход ШИМ 2. Частота 5-20кГц уровень 5В
	6	Выход ЦАП 1. 0..10В
	8	Выход ЦАП 2. 0..10В
	1,3,5,7	GND
X9	1	Сигнал Step Z уровень 5В

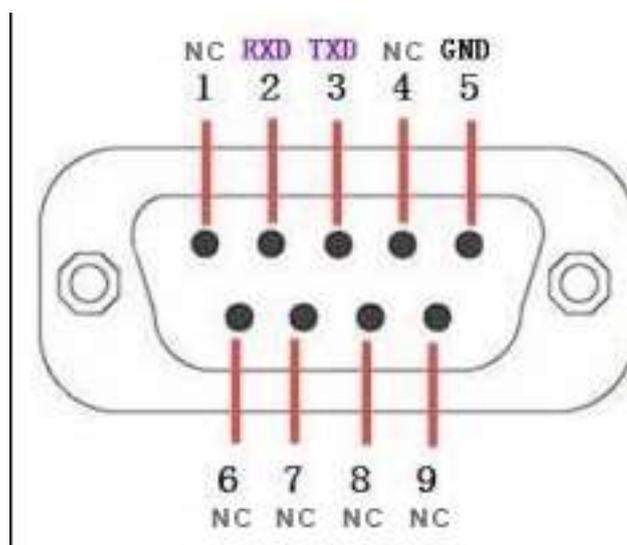
	2	Сигнал Dir Z уровень 5В
	3	GND – общий на драйвера моторов (0В или +5В устанавливается J1)
	4	Сигнал Enable
	5	Сигнал Step A уровень 5В
	6	Сигнал Dir A уровень 5В
	7	GND – общий на драйвера моторов (0В или +5В устанавливается J1)
	8	Сигнал Enable
X10	1	Сигнал Step X уровень 5В
	2	Сигнал Dir X уровень 5В
	3	GND – общий на драйвера моторов (0В или +5В устанавливается J1)
	4	Сигнал Enable
	5	Сигнал Step Y уровень 5В
	6	Сигнал Dir Y уровень 5В
	7	GND – общий на драйвера моторов (0В или +5В устанавливается J1)
	8	Сигнал Enable
X13	1,3	+12В для сигналов на входа платы
	5,7	+5В для сигналов на входа платы
	2,4,6,8	GND
X14	1,2,3,4	Выходные линии опроса матричной клавиатуры 4x4
	5,6,7,8	Входные линии с матричной клавиатуры 4x4
X15	1	GND
	2	Vdd +3.3В питание i2C экрана
	3	Сигнал SCK i2C экрана
	4	Сигнал SDA i2C экрана

#### 4. Питание устройства



Разъем X1 платы, питание устройства от источника постоянного напряжения 12В, мощностью не менее 1А. Разъем X13 служит для запитывания входных сигналов 5В и 12В.

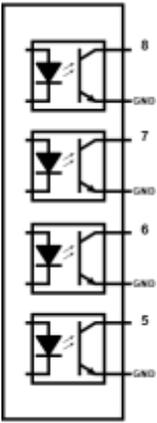
#### 5. Подключение источника оптоволоконного лазера



Разъем X12, служит для обмена с источником лазера. Порт связи RS232. Параметры:

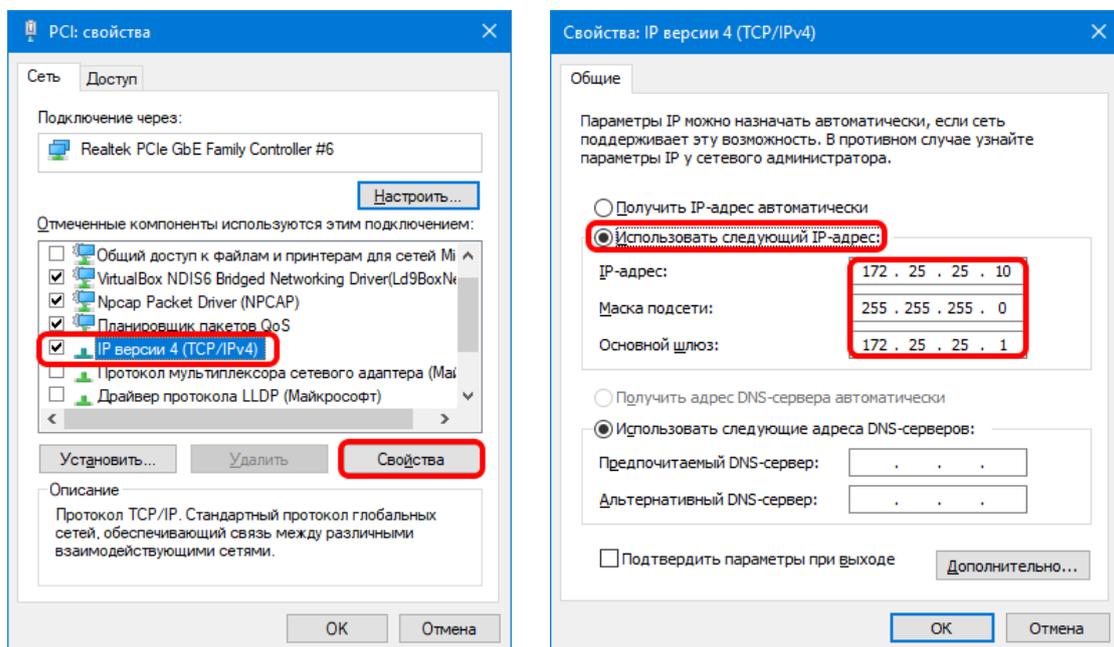
Baud rate	9,600
Data bits	8
Stop bit	1
polarity	None
Flow control	None

## 6. Выходы «открытый коллектор»



Выходы, разъема X7, под номером 5, 6, 7, 8 – являются прямыми выводами оптопары PC847 типа «открытый коллектор».

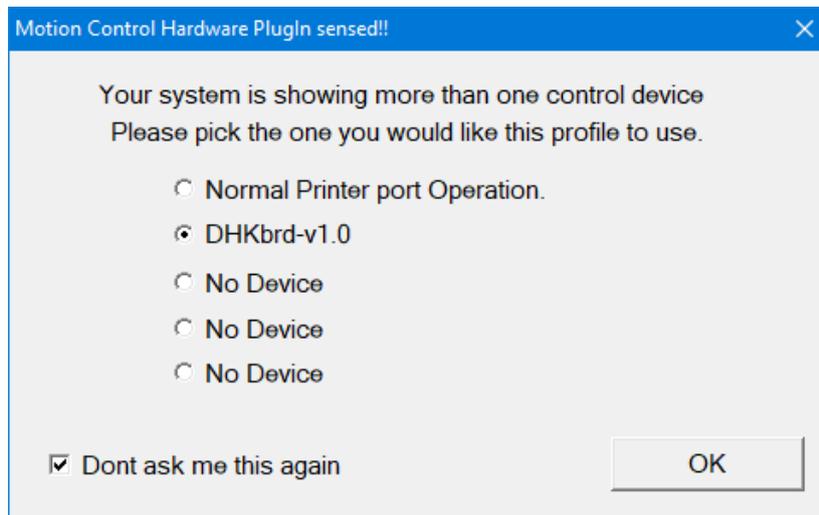
## 7. Сетевые настройки компьютера



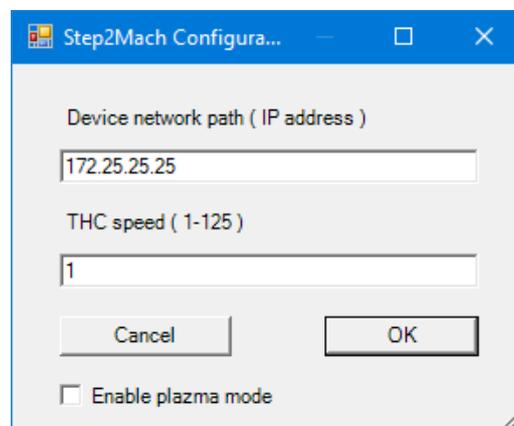
В настройках IP протокола версии 4 (TCP/IPv4), указать следующие параметры:

- выбрать «Использовать следующий IP-адрес»
- указать IP-адрес **172.25.25.10**  
Маска подсети **255.255.255.0**  
Основной шлюз **172.25.25.1**

## 8. Запуск и настройка Mach3



В списке доступных плагинов устройств, выбрать “DHKbrd-vX.X”

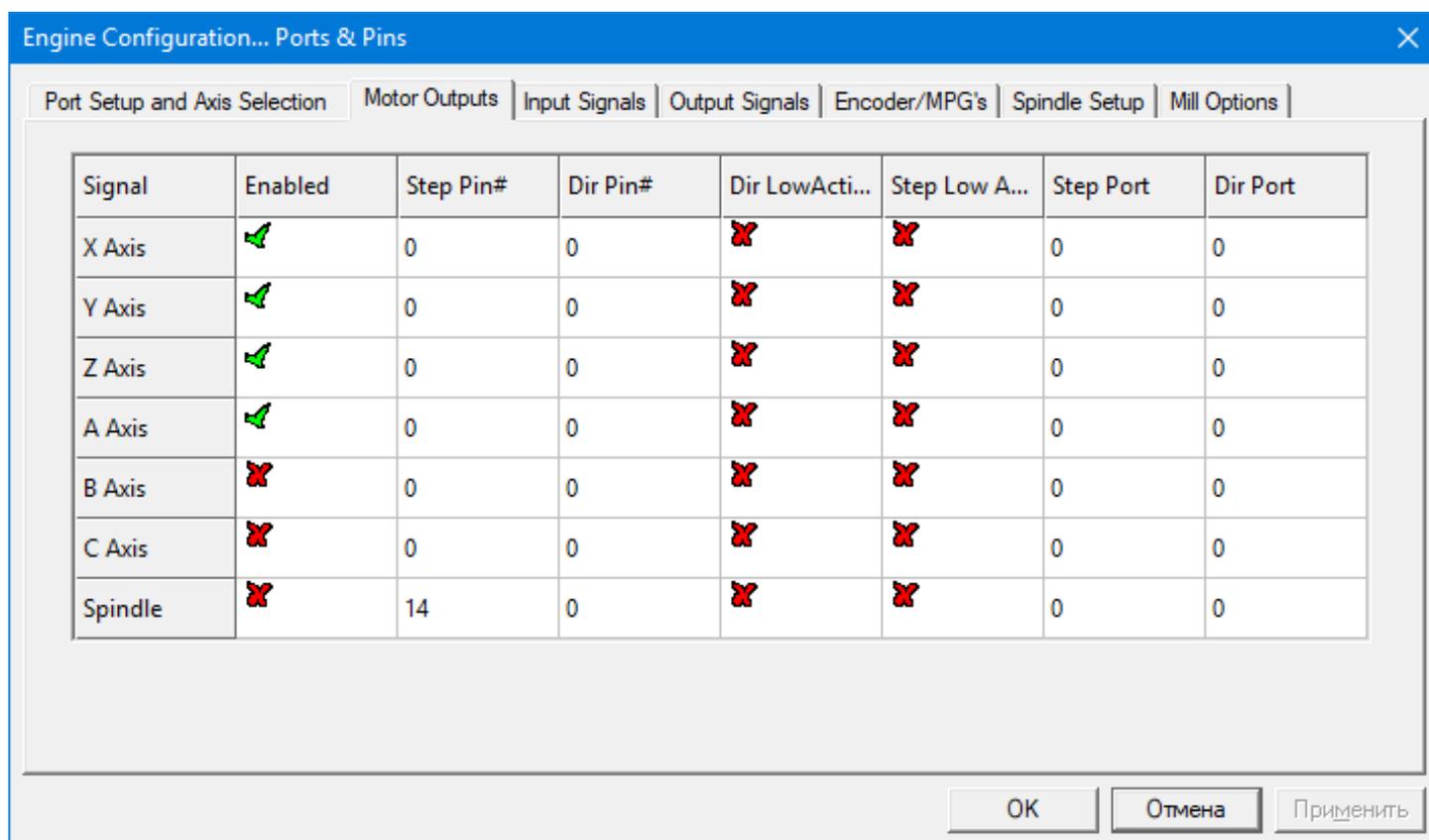


В меню программы Mach3 “Plugin Control” – “DHK-brd”. Окно конфигурации плагина. Указывается IP адрес платы устройства. По умолчанию он имеет значение “172.25.25.25”, но может быть другим, в случае если компьютер подключен к сети и в ней имеется несколько подключенных станков с подобными платами управления.

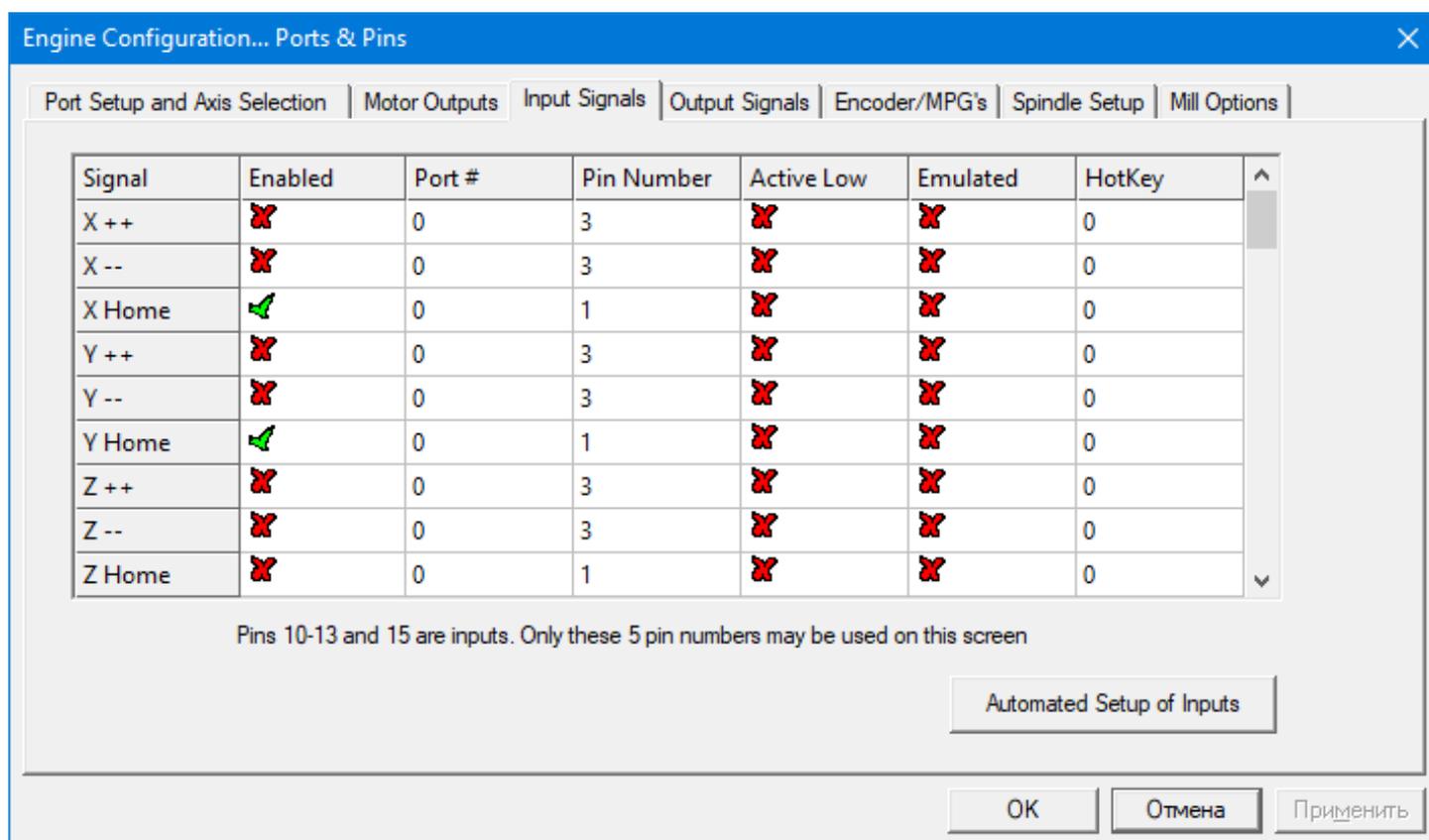
Следующий параметр – “THC speed”, максимальная скорость оси Z в режиме коррекции высоты под управлением функции THC. Может принимать значения от 1 до 125. Данный параметр не влияет и никак не зависит от скорости, настроенной для оси Z в интерфейсе программы Mach3.

Параметр “Enable plazma mode” отключает обмен с источником лазера по RS232 и работу датчика касания металла по значению емкостного датчика. Касание металла, только по входящему сигналу, настроенному в Mach3.

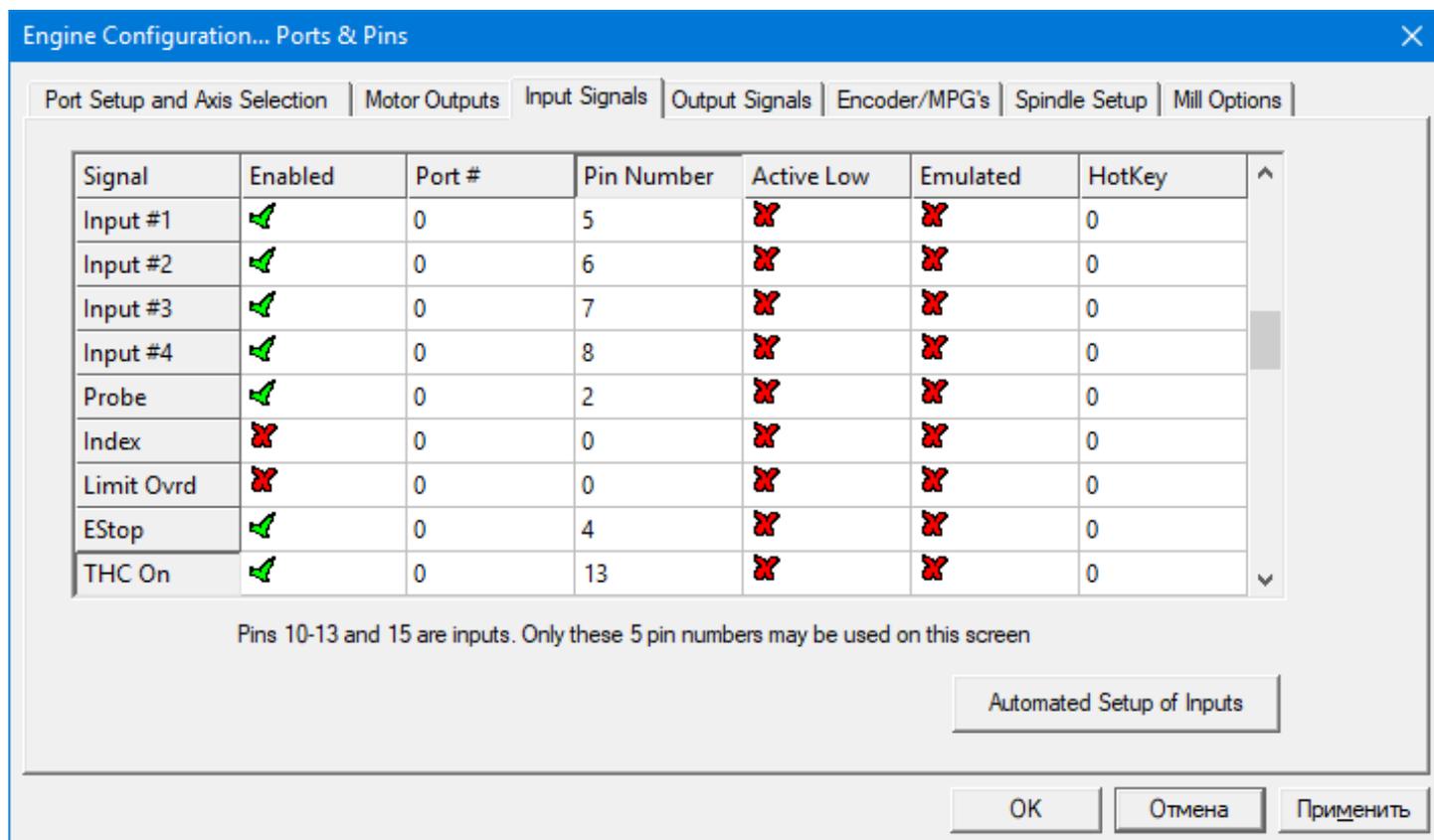
*Параметры входных/выходных сигналов Mach3*



Для указания моторов, не нужно указывать номера порта и сигналов STEP DIR. Во всех полях ставим 0

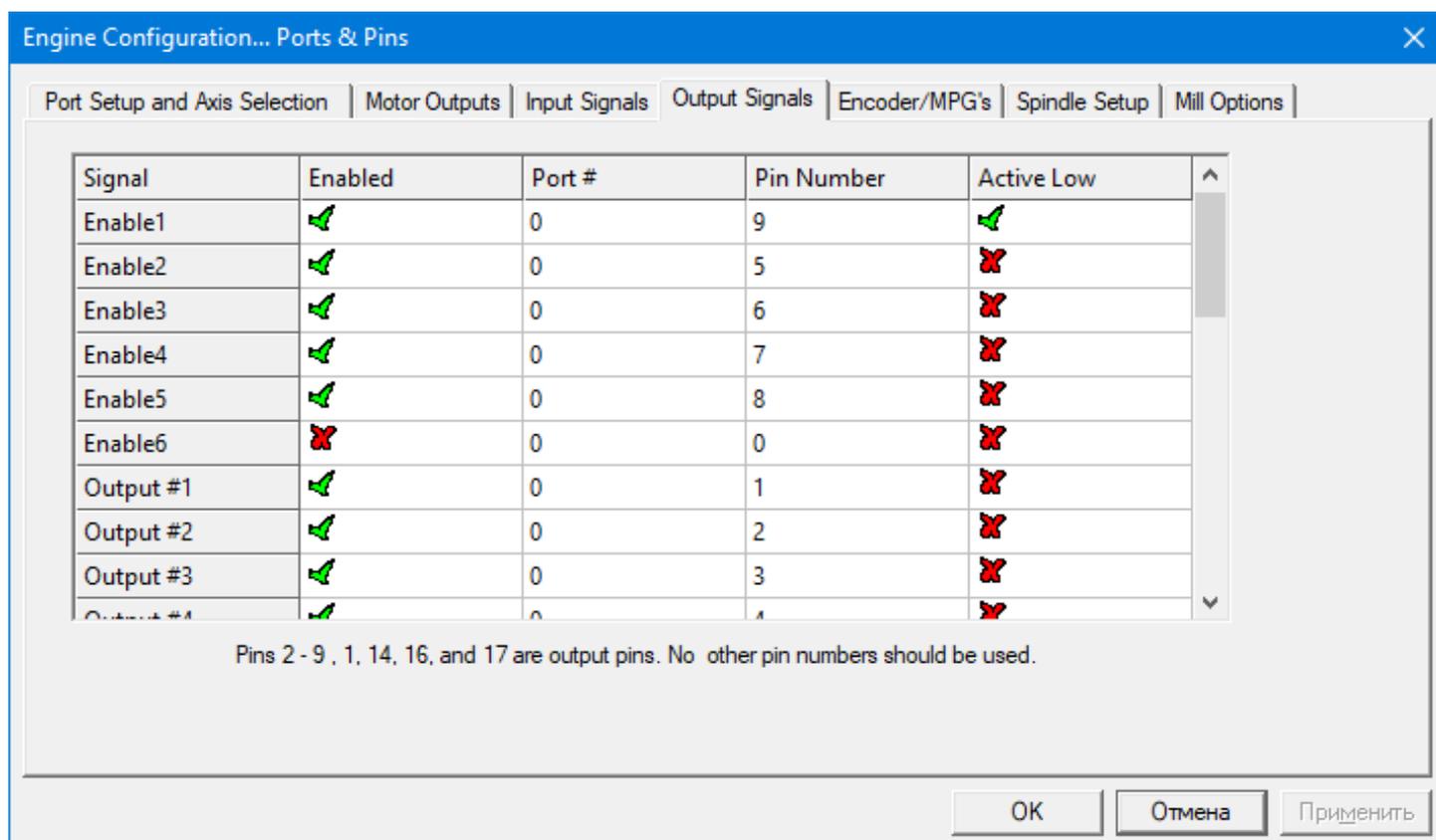


Если у вас на станке, используются датчики аварийные лимиты и Home нулевая позиция машинных координат, то для этих целей на плате определены следующие входа 1 – сигнал датчика Home, 3 – сигнал датчика Limit

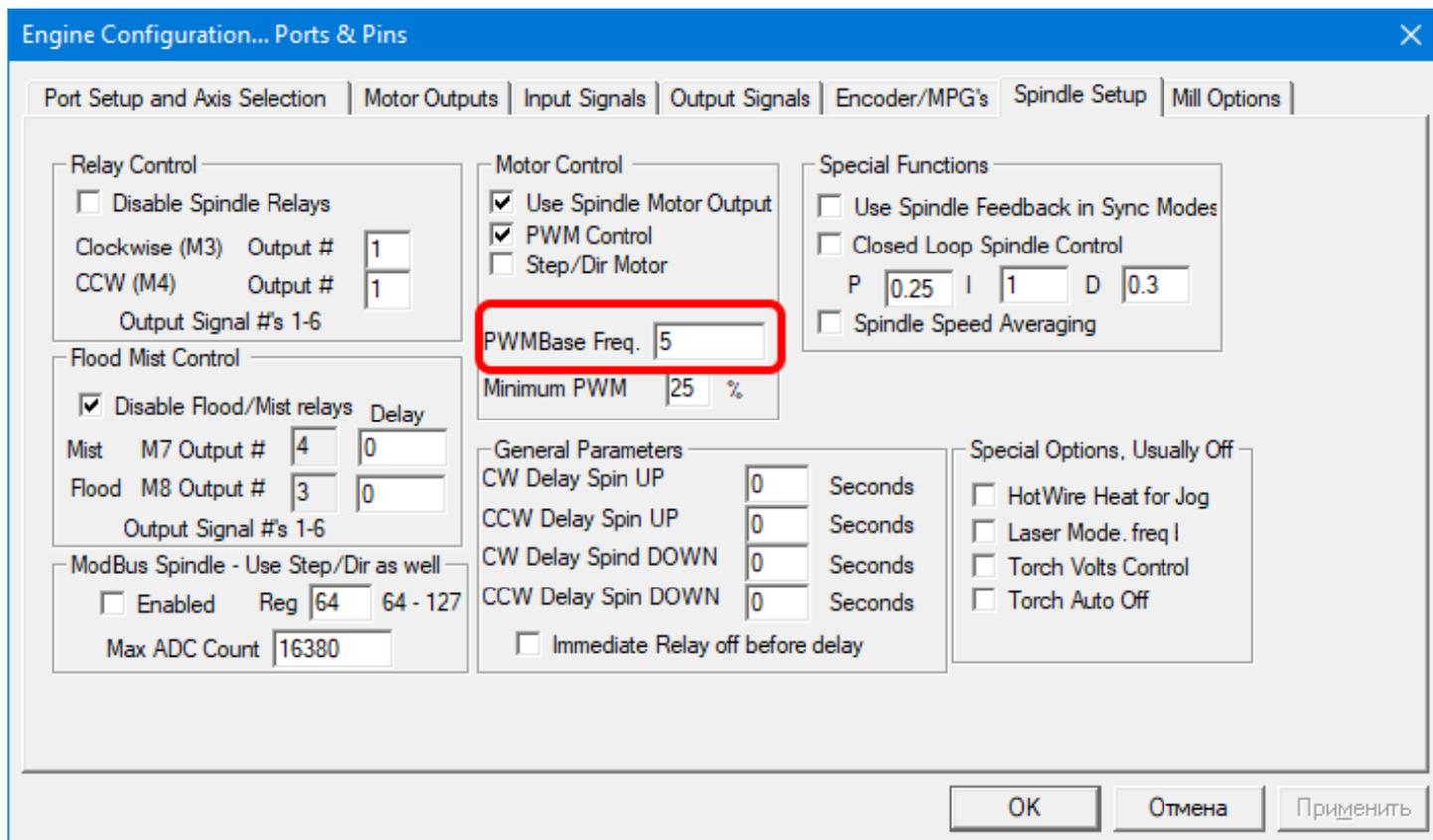


Остальные входы, 5..12 – свободные входы платы, 4 – сигнал кнопки E-Stop, 2 – сигнал датчика касания металла. По датчику металла, в режиме лазера, система получает параллельно как физический сигнал с входа для датчика на плате, так и виртуальный, по емкостному датчику «амплифера». 13 – сигнал ArcOK и 14 – сигнал включения лазерного источника (Ready), которые получаем из состояний лазерного источника. Сигналы THC up/down не используются, т.к. функция THC управляет мотором напрямую

Состояние нажатых кнопок клавиатуры 4x4 поступают на входы 15..30. Их так же можно указывать в настройках входов



Выходы настраиваются следующим образом, 9 – выход сигнала Enable моторов, 1..4 – сигналы реле 1..4 на плате, 5..8 – сигналы выходов типа «открытый коллектор»



В закладке “Spindle Setup” устанавливается частота для выходов ШИМ 1-2. “PWMBase Freq” – задается значение в кГц от 5 до 20, с шагом 1

### 9. Переменные и индикаторы Mach3

Обмен данными с платой осуществляется по средствам переменных Mach3, в соответствии со следующей таблицей:

Номер	Тип направления	Назначение
LED1000	Выход	Включить/выключить ЦАП1
LED1001	Выход	Включить/выключить ЦАП2
LED1002	Выход	Включить/выключить ШИМ1
LED1003	Выход	Включить/выключить ШИМ2
LED1004	Выход	Переключение режима Лазер/Плазма
LED1005	Выход	Подключение к лазерному источнику (пройти инициализацию и разрешить обмен)
LED1010	Вход	Состояние сигнала ArcOK
LED1011	Вход	Состояние сигнала “лазерный источник Ready”
LED1015-1030	Вход	Состояние кнопок (дублирование входных сигналов 15-30)

Номер	Тип направления	Назначение
DRO1000	Выход	Значение для ЦАП1 от 0 до 4000 (напряжение 0..10В)
DRO1001	Выход	Значение для ЦАП2 от 0 до 4000 (напряжение 0..10В)
DRO1002	Выход	Значение для ШИМ1 от 0 до 1000 (скважность 0..100%)
DRO1003	Выход	Значение для ШИМ2 от 0 до 1000 (скважность 0..100%)
DRO1004	Выход	Значение мощности лазерного луча 0-100%
DRO1005	Выход	Значение частоты лазерного луча 2000-10000Гц
DRO1006	Выход	Значение скважности лазерного луча 0-100%
DRO1007	Выход	Значение «уставки» для THC (контроллер рассчитывает самостоятельно)
DRO1010	Вход	Значение АЦП1 от 0 до 10В
DRO1011	Вход	Значение АЦП2 от 0 до 10В
DRO1012	Вход	Значение частоты с емкостного датчика от 1990 до 3000кГц
DRO1015	Вход	Рассчитанная скорость перемещения

Для ШИМ1, значение из DRO1002 следует передавать в команду G-кода "S" скорость вращения шпинделя. На плате этот выходной сигнал, работает в соответствии со значением этой команды.

### 10. Дополнительные устройства

Выходы опроса кнопок +5В	1	2	3	4
Входы состояний кнопок	5	6	7	8

Разъем для подключения матричной клавиатуры 16 кнопок (4x4)

GND	+3.3V	SCK i2C	SDA i2C
-----	-------	---------	---------

Подключение экрана OLED 0.96" по протоколу I2C 128x64 точки. Экран служит лишь для вывода диагностической информации (в комплект устройства не входит)