

# Контроллер K460\_V2

**Контроллер K460\_V2 (сокращенно K460)** 4 канала 7 ампер , предназначен для управления четырьмя (4) шаговыми двигателями **57-й, 86-й и 110-й серии** (или **NEMA 23, 34 и 42**), при помощи специальной компьютерной программы управления, такой как **Mach3 (Windows), EMC2 (Linux), TurboCNC (MS-DOS), Planet CNC, KCam** и им подобных.

Контроллер может работать с **БИПОЛЯРНЫМИ** шаговыми двигателями или с **УНИПОЛЯРНЫМИ** шаговыми двигателями, которые имеют 4 или 6 или 8 выводов. В случае с **УНИПОЛЯРНЫМИ** шаговыми двигателями, последние должны быть подключены по **БИОПОЛЯРНОЙ** схеме .

Не обязательно подключать все **ЧЕТЫРЕ** шаговых двигателя, можно подключать и 1 и 2 и 3 и 4 шаговых двигателя (от одного до четырех).

**Шаговые двигатели имеющие 5 (пять) выводов — не будут работать с контроллером K460\_V2!!!**

<u>оглавление:</u>	стр.
– Технические характеристики:	2
– Назначения выводов порта LPT:	3
– Куда и что подключать:	4
– Назначение разъемов, DIP-переключателей, джамперов:	5
– Подключение питания :	6
– Подключение шаговых двигателей	7
– Как можно подключать шаговые двигатели:	8
– Как НЕЛЬЗЯ подключать шаговые двигатели:	9
– Назначение DIP-переключателя:	10
– Установка деления шага:	11
– Установка тока шагового двигателя:	12
– Отключение режима удержания:	13
– Сводная таблица деления шага, установки тока, удержания:	14
– Подключение концевых выключателей (концевиков):	15
– Реле:	16
– Дополнительные выходы LPT порта и питания:	16
– Сводная таблица джамперов и доп.разъема:	19
– Индикаторы контроллера:	20
– Внешние индикаторы:	21
– Дампер:	21
– Охлаждение (подключение вентилятора):	22
– Резонанс, морфинг, низкочастотные вибрации:	23
– Преобразователь ШИМ-НАПРЯЖЕНИЕ (опция):	25
– Установочные размеры платы K460_V2:	26
– Комплектация:	27

- диапазон регулировки тока: от **1,0А** до **7,0 А** (дискретно)
- напряжение питания: **20 — 76В** (постоянный ток)
- возможно использовать отдельный источник питания для 4-го канала
- **ДАМЕПР** уже установлен на плате (защита от обратной ЭДС с ШД)
- деление шага: **1/2 \_ 1/4 \_ 1/5 \_ 1/6 \_ 1/8 \_ 1/10 \_ 1/16 \_ 1/20**
- автоматический переход в режим удержания, через 1 сек после последнего шага, снижение тока до 70% от полного (режим можно отключить)
- полная опторазвязка LPT порта, как входных так и выходных сигналов (для сигналов Step\Dir применяется высокоскоростная HCPL2531)
- устранение среднечастотного резонанса шагового двигателя
- регулировка устранения низкочастотных вибраций
- автоматический переход из микрошага в полный шаг (морфинг - плавный переход)
- частота ШИМ регулировки тока **25 кГц** (ЦАП - 7-бит)
- контроллер работает по сигналам шаг\направление (step\ dir)
- мин. длина импульса шага 1 мкс (отрицательный импульс)
- макс. частота шагов **200 кГц**
- программное включение\выключение контроллера **Enable, Charge Pump** (12,5 кГц) или включен постоянно
- асинхронная регулировка тока (поочередная)
- защита от короткого замыкания шагового двигателя (в обмотках двигателя между собой, обмотка двигателя на «массу», на «плюс» питания)
- защита от неправильного подключения шагового двигателя
- защита от неправильно подключения питания (контроллер не включится)
- защита от превышения напряжения питания более 80В (контроллер не включиться или выключиться если в момент работы напряжение будет превышено)
- 5 входных сигналов для подключения концевых выключателей, E-Stop, ограничителей и им подобных (можно использовать как обычные кнопки, так и индуктивные n-p-n концевые выключатели)
- 2 реле для коммутации нагрузки 220В / 5-10А (ток указан на применяемом реле, но не менее 5А)
- преобразователь ШИМ-НАПРЯЖЕНИЕ 400Гц/0-10В (опционально)
- ток потребления по всем входам контроллера порядка 6 мА
- отдельный разъем для подключения вентилятора (12в)
- неиспользуемые выводы LPT порта или ненужные выводы (например реле, или ШИМ) можно вывести на отдельный разъем
- все четыре модуля на плате взаимозаменяемые
- дополнительная плата светодиодных индикаторов (включения контроллера и аварии каждого канала X Y Z A), для вывода на переднюю панель корпуса
- размер платы: 225 x 120 x 60

Вывод LPT порта	Назначение	для Mach3
2	Step X (шаг – импульс <b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ</b> )	Зеленая галочка
3	Dir X (направление вращения ш\д)	Не важно
4	Step Y (шаг – импульс <b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ</b> )	Зеленая галочка
5	Dir Y (направление вращения ш\д)	Не важно
6	Step Z (шаг – импульс <b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ</b> )	Зеленая галочка
7	Dir Z (направление вращения ш\д)	Не важно
8	Step A (шаг – импульс <b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ</b> )	Зеленая галочка
9	Dir A (направление вращения ш\д)	Не важно
10	Home A (входной сигнал- <b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ</b> )	Зеленая галочка
11	Home X (входной сигнал- <b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ</b> )	Зеленая галочка
12	Home Y (входной сигнал- <b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ</b> )	Зеленая галочка
13	Home Z (входной сигнал- <b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ</b> )	Зеленая галочка
15	E-Stop (входной сигнал- <b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ</b> )	Зеленая галочка
1	Реле RL1 (или выведен на дополнительный разъем)	Не важно
14	Реле RL14 (или выведен на дополнительный разъем)	Не важно
16	Преобразователь ШИМ-НАПРЯЖЕНИЕ или выведен на дополнительный разъем	Для ШИМ - <b>Красный крестик</b>
17	<b>Enable, Charge Pump</b> (общее включение контроллера - <b>ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ</b> )	<b>Зеленая галочка</b>
18-25	Общий LPT-порта	

Минимальная длина импульса шага (Step) 1 мкс

Для программы Mach3, в окне «Step Pulse» можно оставить «0»

Переключение каждого шага происходит по переднему фронту сигнала, по перепаду с положительного на отрицательный (с лог. «1» на лог «0») по этому лучше сигнал **СТЕР** установить **ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ**. Сигнал **DIR** — может быть положительный или отрицательный, зависит от направления вращения ШД.

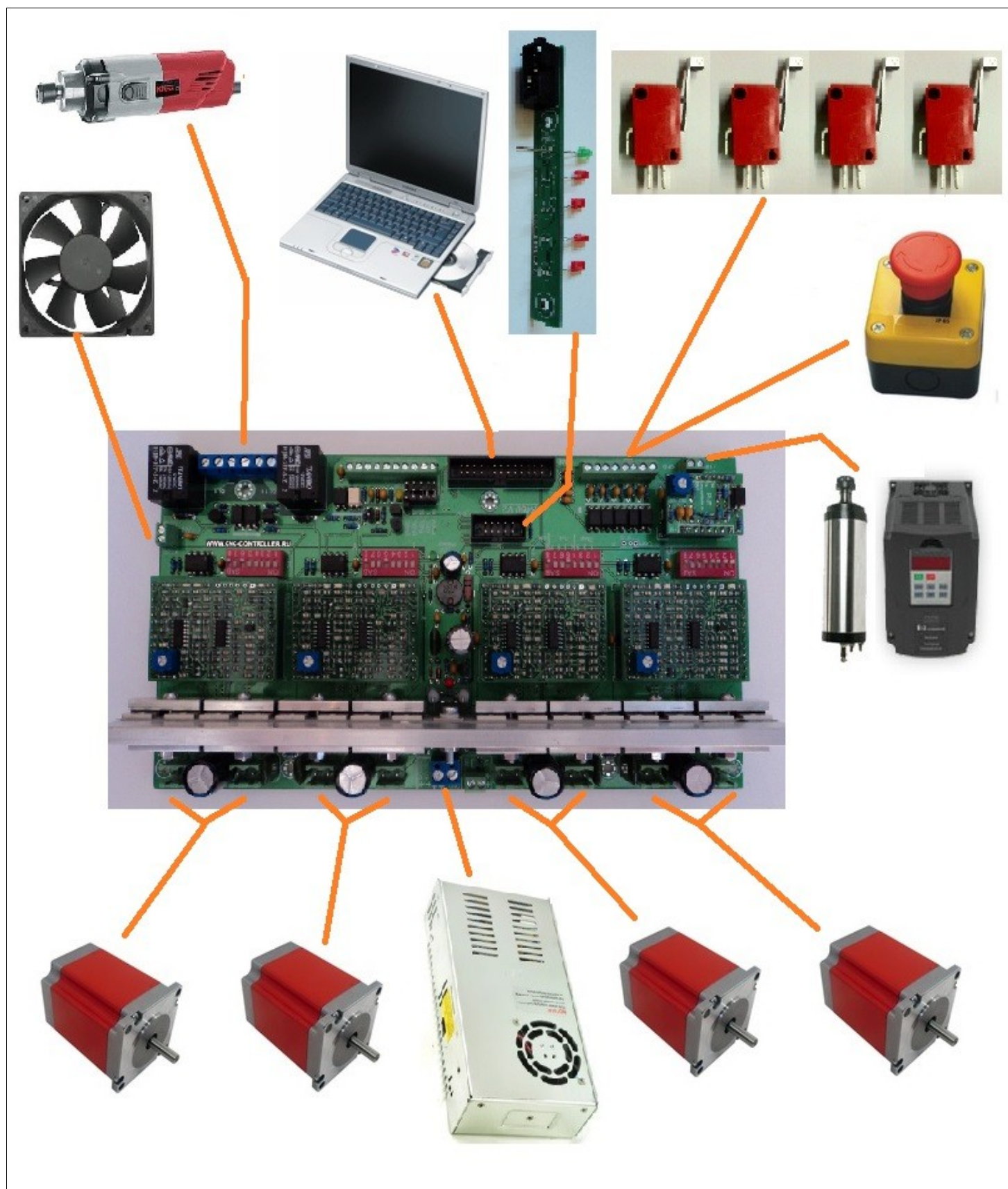
**«Красный крест»** в Mach3 — означает **положительный сигнал «ЛОГ. 1»**

**«Зелёная галочка»** в Mach3 — означает **отрицательный сигнал «ЛОГ. 0»**

**Внимание!!! Не забывайте про сигнал ENABLE (17-й вывод LPT - порта) - это общее включение контроллера!!!**

**ВНИМАНИЕ!!! Общий вывод LPT - порта НЕ СВЯЗАН С ЗЕМЛЕЙ «GND» контроллера!**

Разгон \ торможение в программе управления (например Mach3) устанавливается индивидуально под каждый шаговый двигатель и зависит как от самого двигателя, так и от конструкции станка.





Регулятор устранения  
низкочастотных вибраций



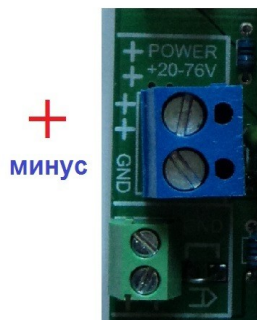
Подключение вентилятора



Реле RL1 и RL14



Разъем подключения  
блока питания 20-76В



**+**  
минус

Дополнительные выходы  
LPT порта

Индикатор включения



Джамперы перевода  
LPT порта на доп. выходы

Плата доп. индикаторов



Дополнительны разъем  
для питания 4-го канала  
(читать в инструкции!)

Разъемы подключения  
шаговых двигателей



HOME - входные сигналы  
(концевики) и выход +12в для  
индуктивных концевиков



Выход преобразователя  
ШИМ-Напряжение  
0-10В



Модуль преобразователя  
ШИМ-Напряжение



DIP-переключатель  
1-3 - деление шага  
4-7 - установка тока  
8 - откл. удержания

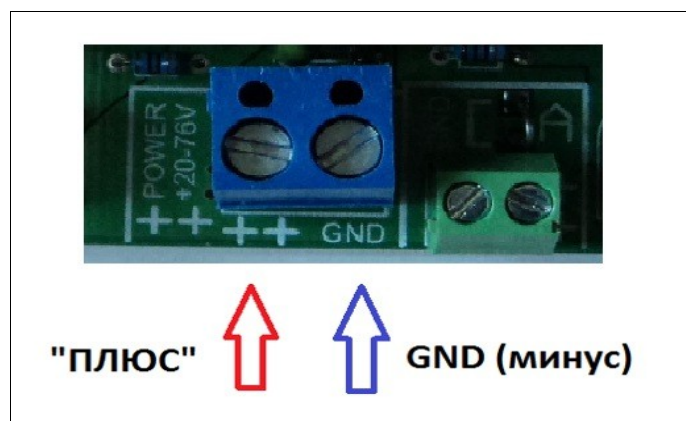
## **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ АВТОТРАНСФОРМАТОР В КАЧЕСТВЕ ПОНИЖАЮЩЕГО ТРАНСФОРМАТОРА!!!**

Используется блок питания 20-76В, импульсный или линейный (трансформаторный).  
Линейный блок питания лучше выдерживает перепады напряжения, перегрузку (например резкая остановка, быстрый старт), чем импульсный.

Для работы с импульсным блоком питания на плате уже установлен **ДАМПЕР**

При превышении напряжения питания более 80-81В сработает защита, шина питания 12В отключится, что приведет к общему отключению питания.

Полярность подключения указана на самой плате контроллера и на рисунке ниже.



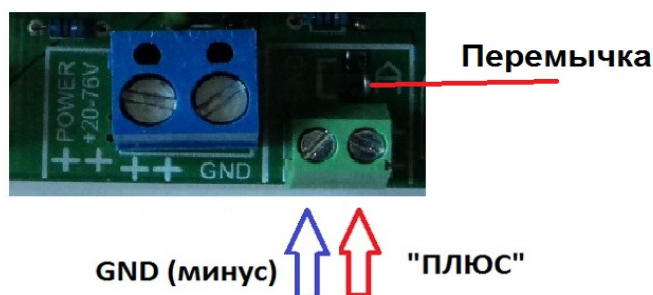
Контроллер K460-V2 имеет возможность подключить отдельный источник питания для канала «А», на тот случай, если четвертому каналу требуется меньшее напряжение питания, чем другим каналам.

Например, каналы X Y Z питаются от 48В, а каналу А требуется 24В, можно подключить второй источник питания через дополнительный разъем.

Для этого нужно удалить перемычку (перекусить), тем самым отключив канал «А» от общего источника питания и подключить отдельный источник питания к соответствующему разъему.

**При питании канала «А» от отдельного источника питания, дампер не будет участвовать в работе канала!**

**Дополнительный разъем  
для отдельного питания канала "А"**



**Если все каналы питаются от одного источника питания, то к дополнительному разъему НИЧЕГО НЕ ПОДКЛЮЧАТЬ!!!**

**НЕЛЬЗЯ** подключать или отключать шаговые двигатели при включенном питании контроллера! Это может привести к поломке контроллера! Возможно срабатывание защиты. Нельзя подключать более одного двигателя к одному каналу.

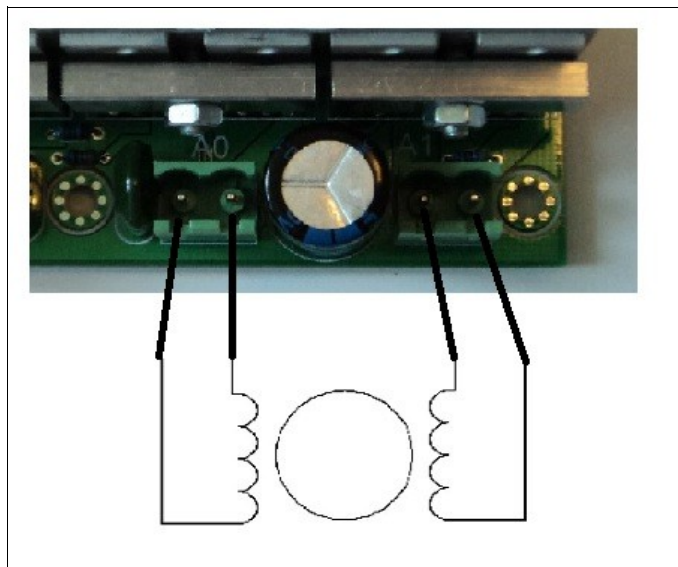
Защита драйвера включается при следующих случаях:

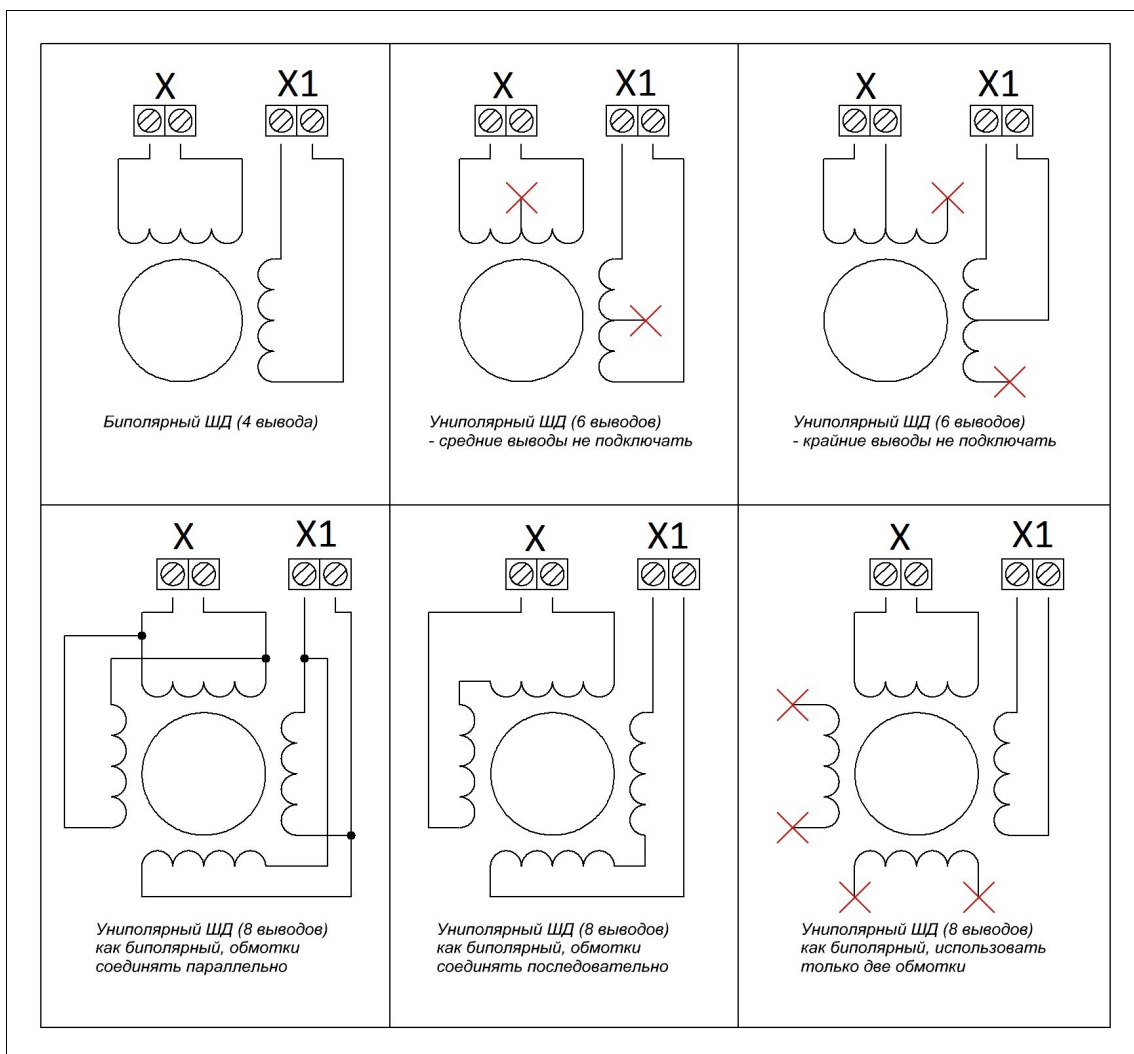
- короткое замыкание в обмотках ШД
- короткое замыкание обмотки на общий провод или на «+» питания
- неправильное подключение двигателя «крест-накрест»
- подключение ШД с пятью выводами

Разъемы для подключения шаговых двигателей (все четыре канала X Y Z A идентичны)

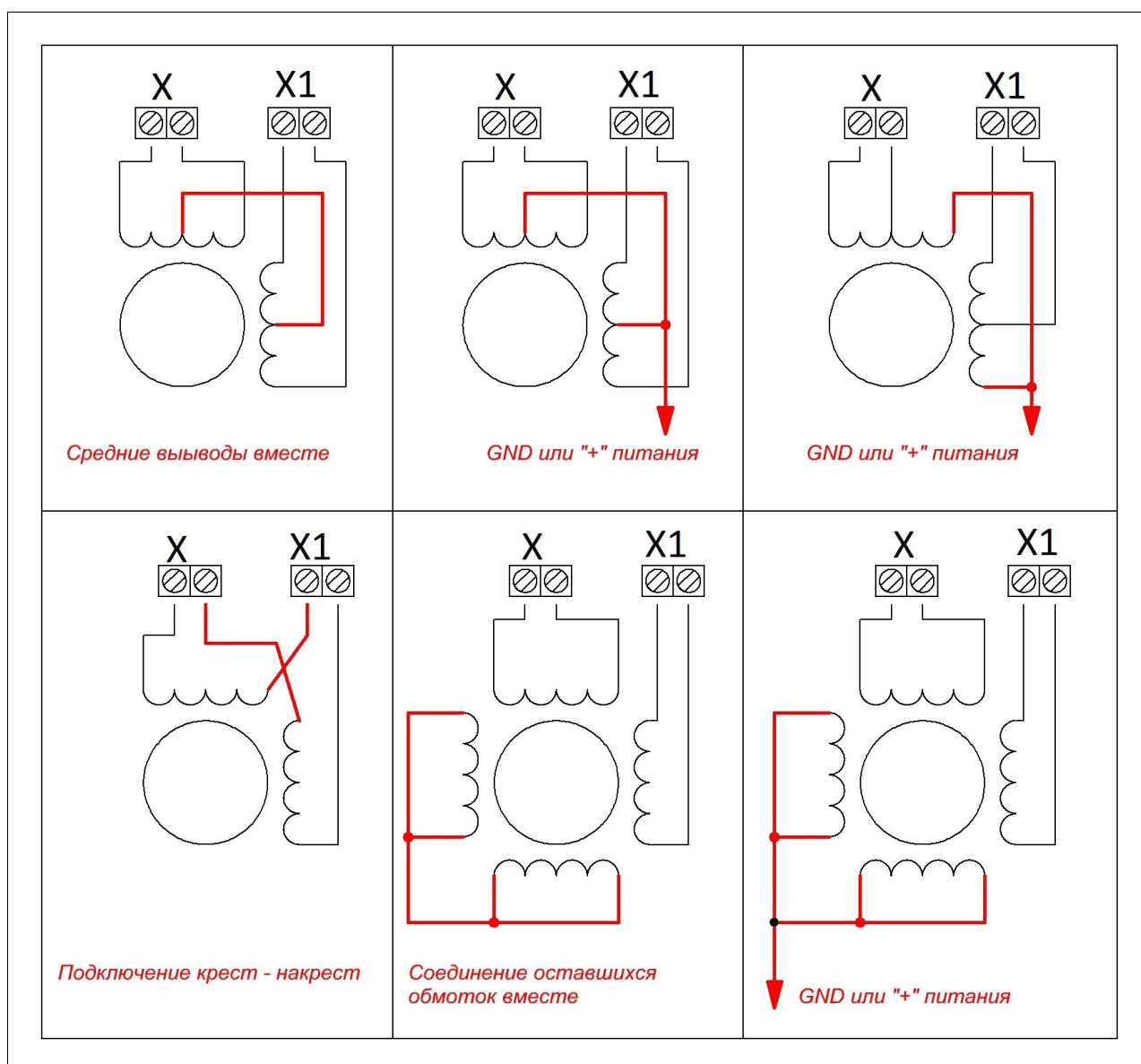
A0 – обмотка 1 (аналогично X0 Y0 Z0)

A1 – обмотка 2 (аналогично X1 Y1 Z1)









**При таких подключениях двигатель не будет работать или будет включаться защита!**

## Назначение DIP-переключателя:

[оглавление](#)

DIP -переключатель служит для основных установок:

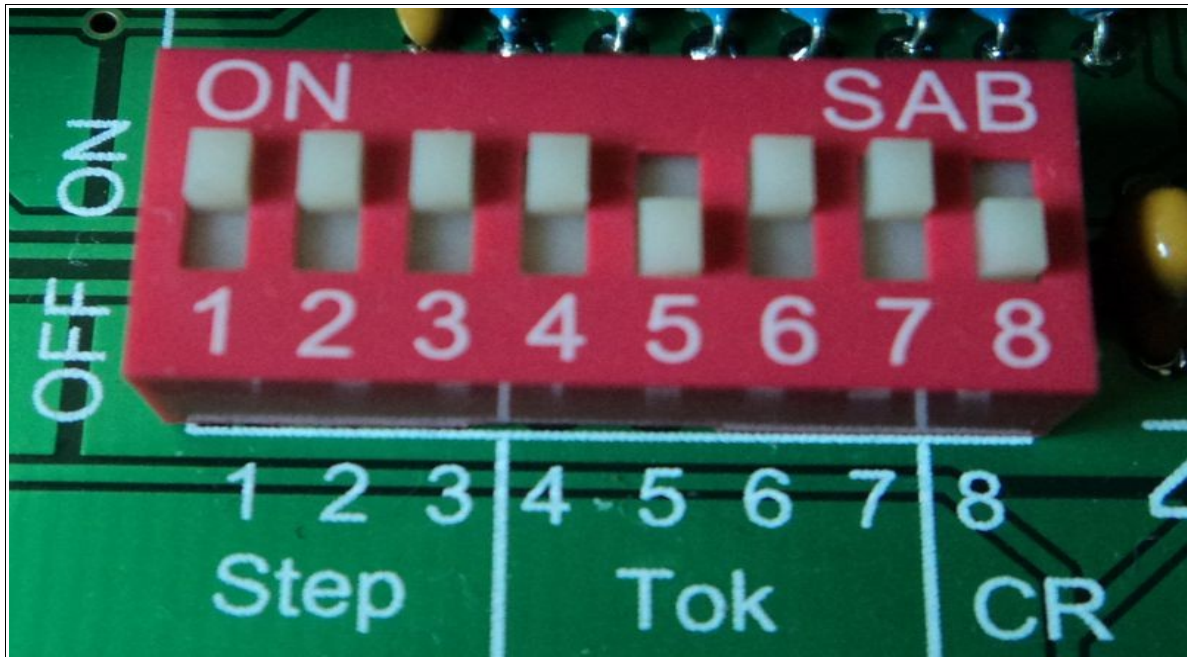
Установка деления шага (п\*. 1-2-3) - Step

Установка тока шагового двигателя (п. 4-5-6-7) - Tok

Отключение режима удержания (п. 8) - CR

Все переключения, установки можно производить при включенном питании контроллера.

\*п. - переключатель



**На рисунке следующие установки:**

(1-2-3) деление шага — 1/20

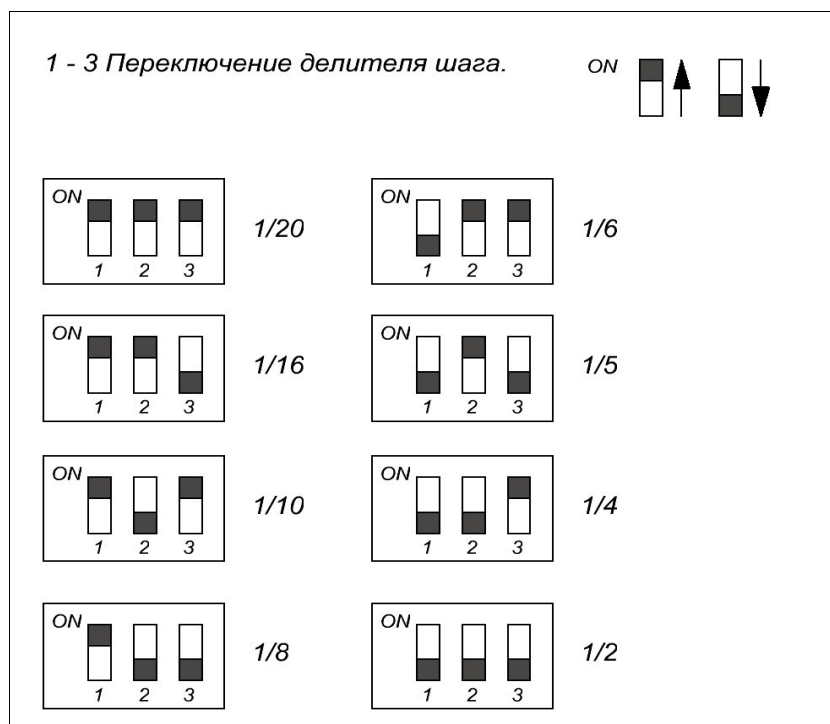
(4-5-6-7) установка тока ШД — 3,0 А

(8) режим удержания включен

Для установки деления шага используется DIP- переключатель, движки **1-2-3**

Установки можно делать при включенном питании, в момент когда двигатели остановлены, но правильное положение ротор шагового двигателя примет только после перезагрузки контроллера K460-V2 (после отключения и последующего включения питания)

**Деление шага 1/6 удобно использовать для винтов с шагом 1,5 мм или 3 мм**



**Выдержки из статьи «Микроэлектронные проекты. Ридико Леонид Иванович. Контроллер шагового двигателя»**

...Обычно производители шаговых двигателей указывают такой параметр, как точность шага. Точность шага указывается для положений равновесия ротора при двух включенных фазах, токи которых равны. Это соответствует полношаговому режиму с перекрытием фаз. Для микрошагового режима, когда токи фаз не равны, никаких данных обычно не приводится.

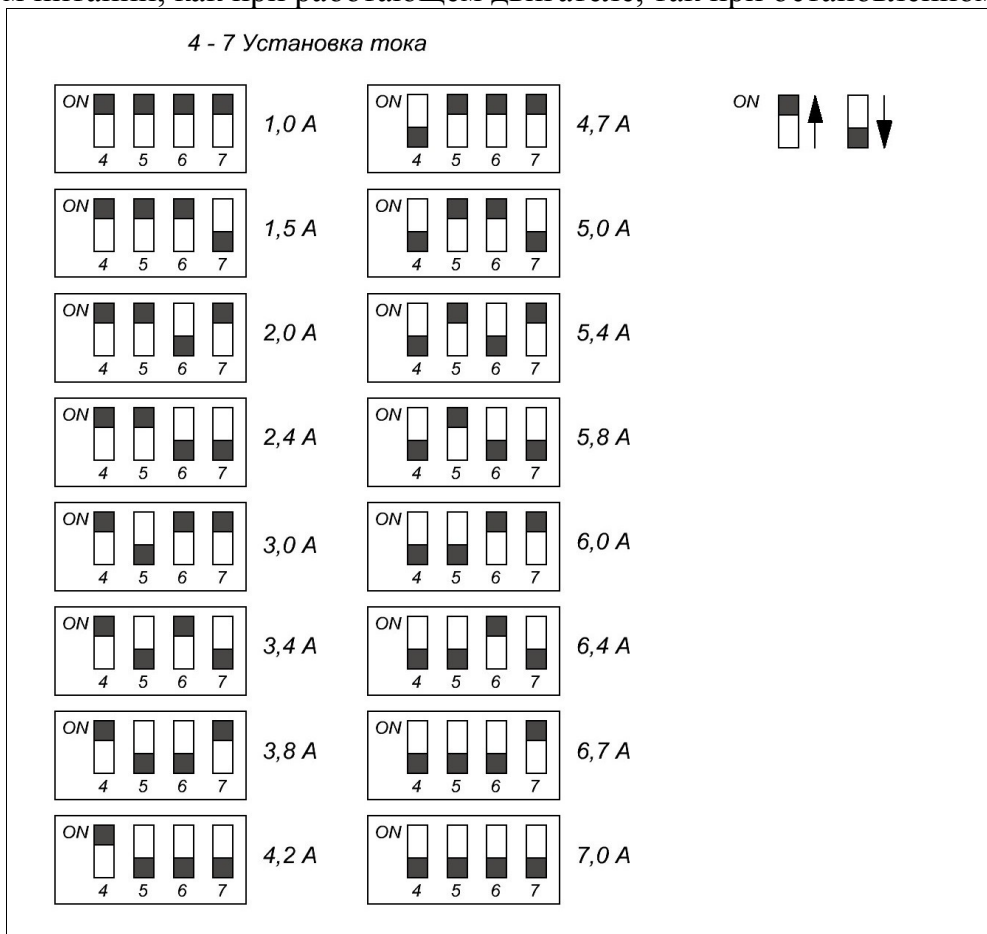
...Идеальный шаговый двигатель при питании фаз синусоидальным током должен вращаться с постоянной скоростью. У реального двигателя в таком режиме будут наблюдаться некоторые колебания скорости. Связано это с **нестабильностью воздушного зазора между полюсами ротора и статора, наличием магнитного гистерезиса**, что приводит к погрешностям величины и направления магнитного поля и т.д. **Поэтому положения равновесия и момент имеют некоторые отклонения. Эти отклонения зависят от погрешности формы зубцов ротора и статора и от примененного материала магнитопроводов.**

...Микрошаговый режим используется в основном для обеспечения плавного вращения (особенно на очень низких скоростях), для устранения шума и явления резонанса. Микрошаговый режим также способен уменьшить время установления механической системы. **Однако в большинстве случаев для обычных двигателей нельзя гарантировать точного позиционирования в микрошаговом режиме.**

...Если измерить положения равновесия ротора при вращении двигателя по и против часовой стрелки, то получатся несколько разные результаты. Этот гистерезис связан в первую очередь с магнитным гистерезисом материала сердечника, хотя свой вклад вносит и трение. Магнитный гистерезис приводит к тому, что магнитный поток зависит не только от тока обмоток, но и от предыдущего его значения. Погрешность, создаваемая гистерезисом может быть равна нескольким микрошкагам. Поэтому в высокоточных приложениях при движении в одном из направлений нужно проходить за желаемую позицию, а затем возвращаться назад, чтобы подход к нужной позиции всегда осуществлялся в одном направлении.

**...Необходимо отметить, что непрерывная работа шагового двигателя на высокой скорости не всегда допустима ввиду нагрева ротора...**

Для установки тока используется DIP- переключатель, движки **4-5-6-7**. Установки можно делать при включенном питании, как при работающем двигателе, так при остановленном.



Рекомендуется устанавливать ток в пределах 0,5 - 0,7 от заявленного на двигатель. Например: на двигателе написано 4,2А (обычно такой ток указывают при питании 3, 6 или 12В, постоянного тока), но, так как шаговые двигатели питают более высоким напряжением, 24В и выше (хороший тон питать двигатели напряжением в 5-25 раз превышающим указанное), и на контроллере (драйвере) применяется ключевая стабилизация тока (стабилизация с применением ШИМ) то двигателю будет достаточно 2-3 ампера ( $4,2 \times 0,5 = 2,1\text{A}$  и  $4,2 \times 0,7 = 2,94\text{A}$ ).

Можно поступать так: установить нужный ток, если этого тока не достаточно, то можно увеличить ток, если двигатель сильно перегревается, то можно уменьшить ток. Тем самым выбрать «золотую середину».

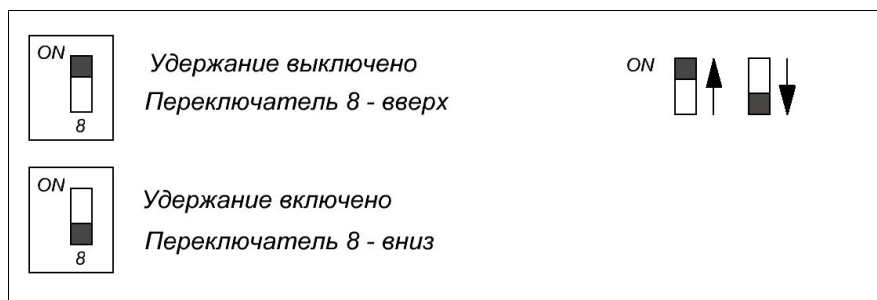
Нормальная рабочая температура шагового двигателя (средняя) 60°C, у некоторых двигателей до 80-90°C. У качественного двигателя обмотка выполнена из провода со специальным лаковым покрытием, которое нормально держится (не обгорает) при рабочей, постоянной, температуре 80-90°C.

Примечание:

50°C — для руки очень горячо, но держать можно

60°C - руку можно держать 1-3 сек, дальше держать практически невозможно (температура горячей вода в кране).





### Режим удержания:



























































Наступает через 1 сек после поступления последнего импульса шага. На двигатель поступает пониженный ток, 70% от изначально установленного, так же, наступает медленный спад тока, и одновременно увеличивается ширина импульса запуска, тем самым момент на валу двигателя практически не падает, но в тоже время двигатель не нагревается и происходит общее уменьшение потребления тока от блок питания. С первым импульсом шага, на двигатель мгновенно поступает полный 100% ток.

При отключенной функции режима удержания, на двигатель ВСЕГДА поступает полный, 100% ток. Режим удержания не наступает.

Отключение режима удержания (переключатель 8)

**OFF** — переход в режим удержания **включен**

**ON**- переход в режим удержания **выключен**

1 - 3 Переключение делителя шага. 8 - Режим удержания.				ON  		4 - 7 Установка тока																
1 - 3 Переключение делителя шага. 8 - Режим удержания.	1/20	1/6	1/5	1/4	1/2	Удержание выключено Переключатель 8 - вверх	 1		 2		 3		 4		 5		 6		 7		1,0 A	4,7 A
	1/16	1/5	1/4	1/2			 1		 2		 3		 4		 5		 6		 7		1,5 A	5,0 A
	1/10	1/4	1/2				 1		 2		 3		 4		 5		 6		 7		2,0 A	5,4 A
	1/8	1/2					 1		 2		 3		 4		 5		 6		 7		2,4 A	5,8 A
							 1		 2		 3		 4		 5		 6		 7		3,0 A	6,0 A
							 1		 2		 3		 4		 5		 6		 7		3,4 A	6,4 A
							 1		 2		 3		 4		 5		 6		 7		3,8 A	6,7 A
							 1		 2		 3		 4		 5		 6		 7		4,2 A	7,0 A

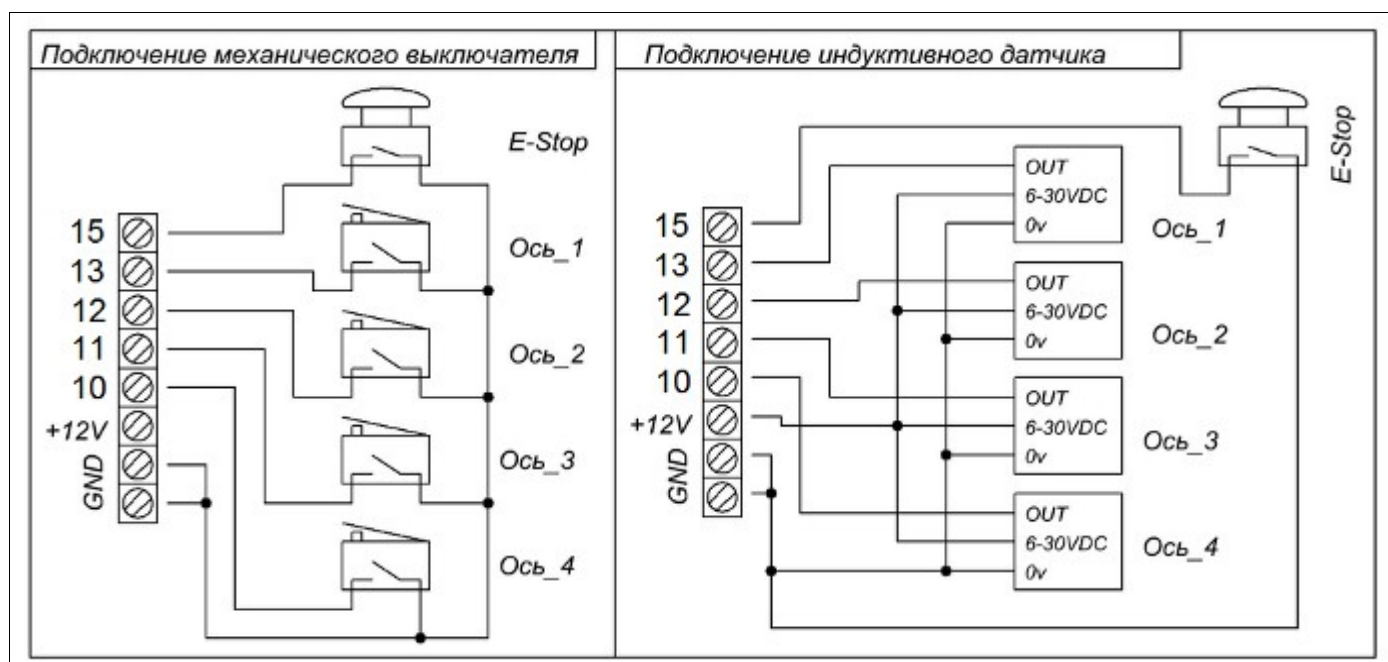
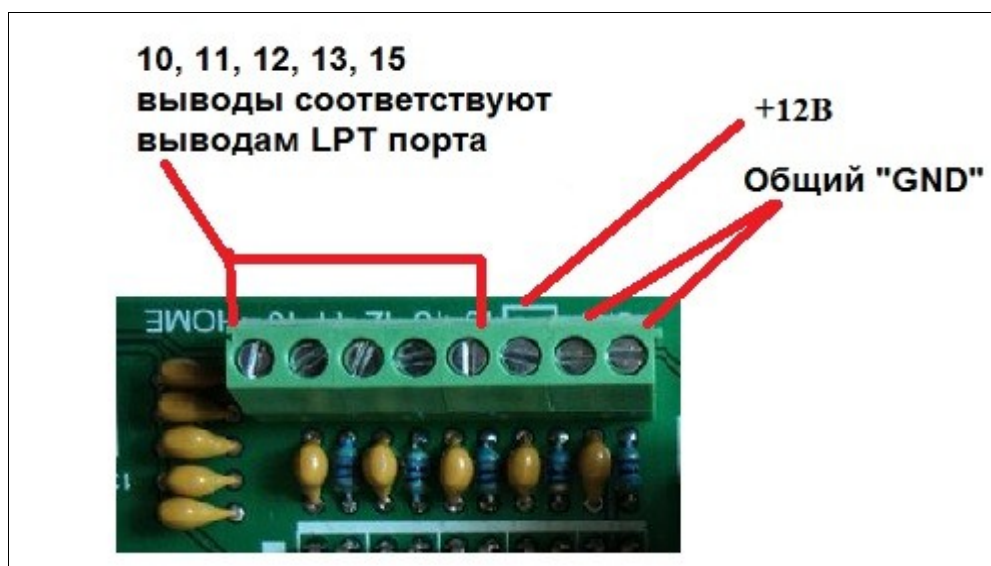
Контроллер K460 имеет ПЯТЬ входных сигналов разъем **HOME**, которые через опторазвязку соединены с ПЯТЬЮ входными сигналами LPT порта компьютера. Нумерация выводов соответствует нумерации **ВХОДНЫХ** сигналов LPT порта.

**Общий вывод "GND" не соединен с общим выводом LPT порта.**

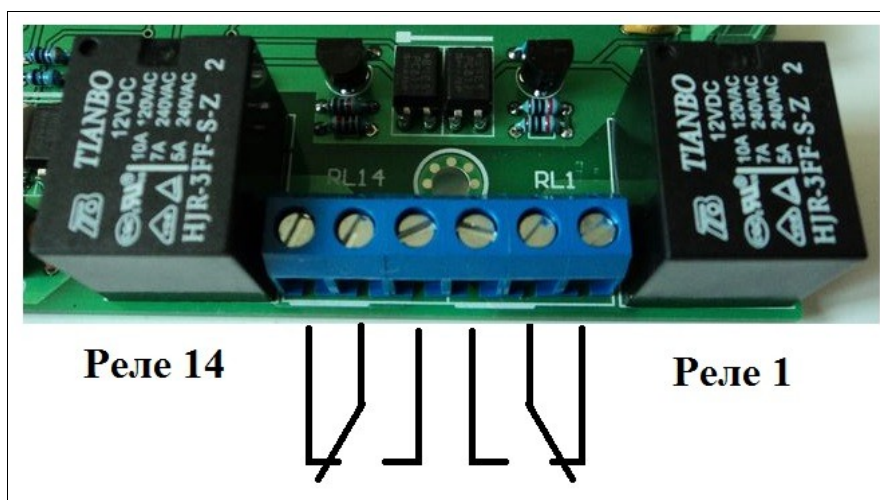
В качестве концевых выключателей можно использовать как обычные кнопки, выключатели, так и индуктивные **N-P-N** датчики (тип выхода NPN NO, нормально открытый) .

Назначение выводов разъема **HOME** указано ниже на рисунке.

Не обязательно назначать входные сигналы так как указано на рисунке! Можно переназначить входные сигналы по своему усмотрению. Например, для программы Mach3, можно установить все концевики «установки нуля» на один вывод, тем самым можно сэкономить на входах.



Контроллер К460, при помощи внешних сигналов от программы управления, может управлять двумя реле, для коммутации внешней нагрузки до 220В и до 5-10А переменного тока (так как реле могут быть от разных производителей, более точно ток указан на самом реле, но не менее 5А)



Цифра обозначении реле (RL1 и RL14) соответствуют номеру вывода LPT — порта.

Вывод «1» LPT – порта — управление реле **RL1**

Вывод «14» LPT – порта — управление реле **RL14**

Реле подключены к LPT - порту через опторазвязку.

Реле можно полностью отключить от схемы переключением соответствующих джамперов **REL\_1** и **REL\_14**, и тем самым освободить соответствующие выводы LPT - порта и использовать выводы порта для других целей. Об этом читать в разделе:

**“Дополнительные выходы LPT порта и питания”**

### Дополнительные выходы LPT порта и питания:

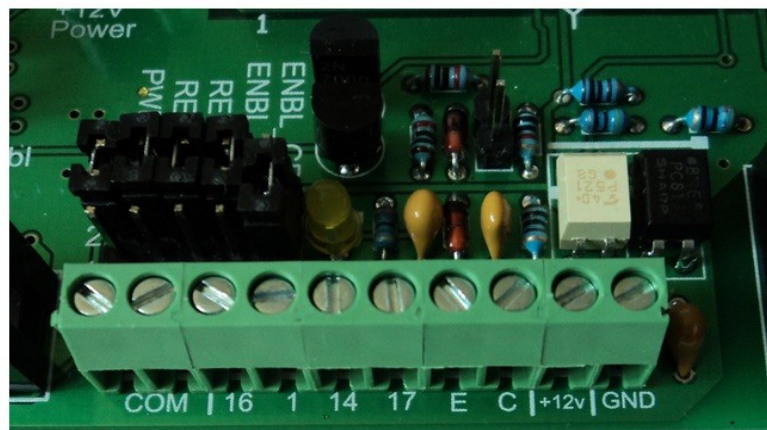
Для подключения внешних дополнительных устройств можно использовать разъем дополнительных выходов. Перестановкой джамперов на дополнительный разъем можно вывести некоторые сигналы LPT порта отключив не нужные элементы на плате, такие как: реле 1 и 14, ШИМ, включение контроллера.

Обозначение вывода доп. разъема	Назначение или вывод LPT порта	Используемый джампер
<b>COM (2 шт.)</b>	Общий вывод LPT порта, «масса»	<b>Не соединен с выводом GND</b>
16	«16» LPT порт (выход)	<b>PWM_16</b>
1	«1» LPT порт (выход)	<b>REL_1</b>
14	«14» LPT порт (выход)	<b>REL_14</b>

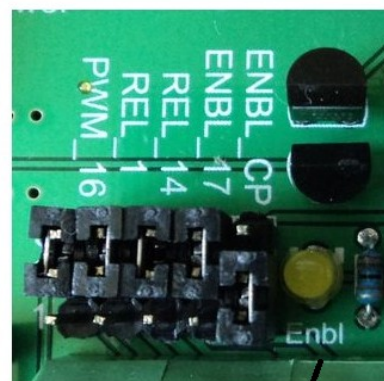


17	«17» LPT порт (выход)	<b>ENBL_17</b>
E	Вывод «Эмиттер» оптрона	читать ниже
C	Вывод «Коллектор» оптрона	читать ниже
+12	Шина питания +12В	Ток нагрузки не более 200мА
<b>GND</b>	Общий вывод шины питания	Не соединен с выводом <b>COM LPT</b>

### Дополнительный разъем выходов LPT порта



### Джамперы



**Enbl - Индикатор  
включения контроллера**

Что бы перевести выход LPT порта на дополнительный разъем, нужно переставить соответствующий джампер в положение «1-2»

Перевод соответствующих джамперов в положение «2-3» - управление соответствующим элементом на плате от LPT порта.

Джампер	Положение 1-2	Положение 2-3
<b>PWM_16</b>	Перевод LPT (16) на доп. разъем	Управление модулем ШИМ
<b>REL_1</b>	Перевод LPT (1) на доп. разъем	Реле 1
<b>REL_14</b>	Перевод LPT (14) на доп. разъем	Реле 14
<b>ENBL_17</b>	Перевод LPT (17) на доп. разъем	Управление функцией включения контроллера (сигнал включения поступает на <b>ENBL_CP</b> )
<b>ENBL_CP</b>	Включение от «Enable_Mach3»	Контроллер включен постоянно
<b>ENBL_CP</b>	<b>При снятом джампере включение контроллера происходит от Charge Pump (меандр 12,5 кГц)</b>	

**Индикатором включения контроллера K460\_V2 служит ЖЕЛТЫЙ светодиод — Enbl.**

Джампер **ENBL\_CP** зависит от джампера **ENBL\_17** !!!

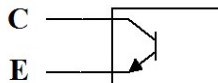
Если джампером **ENBL\_17** (вывод 17 LPT порта) переведен на дополнительный разъем, джампер **ENBL\_CP** должен быть установлен в положение «2-3» - **Включен постоянно!!!**

Выходы **Е** и **С** на дополнительном разъеме — открытые выходы транзисторного оптрона.

**Е** - эмиттер, **С** - коллектор.

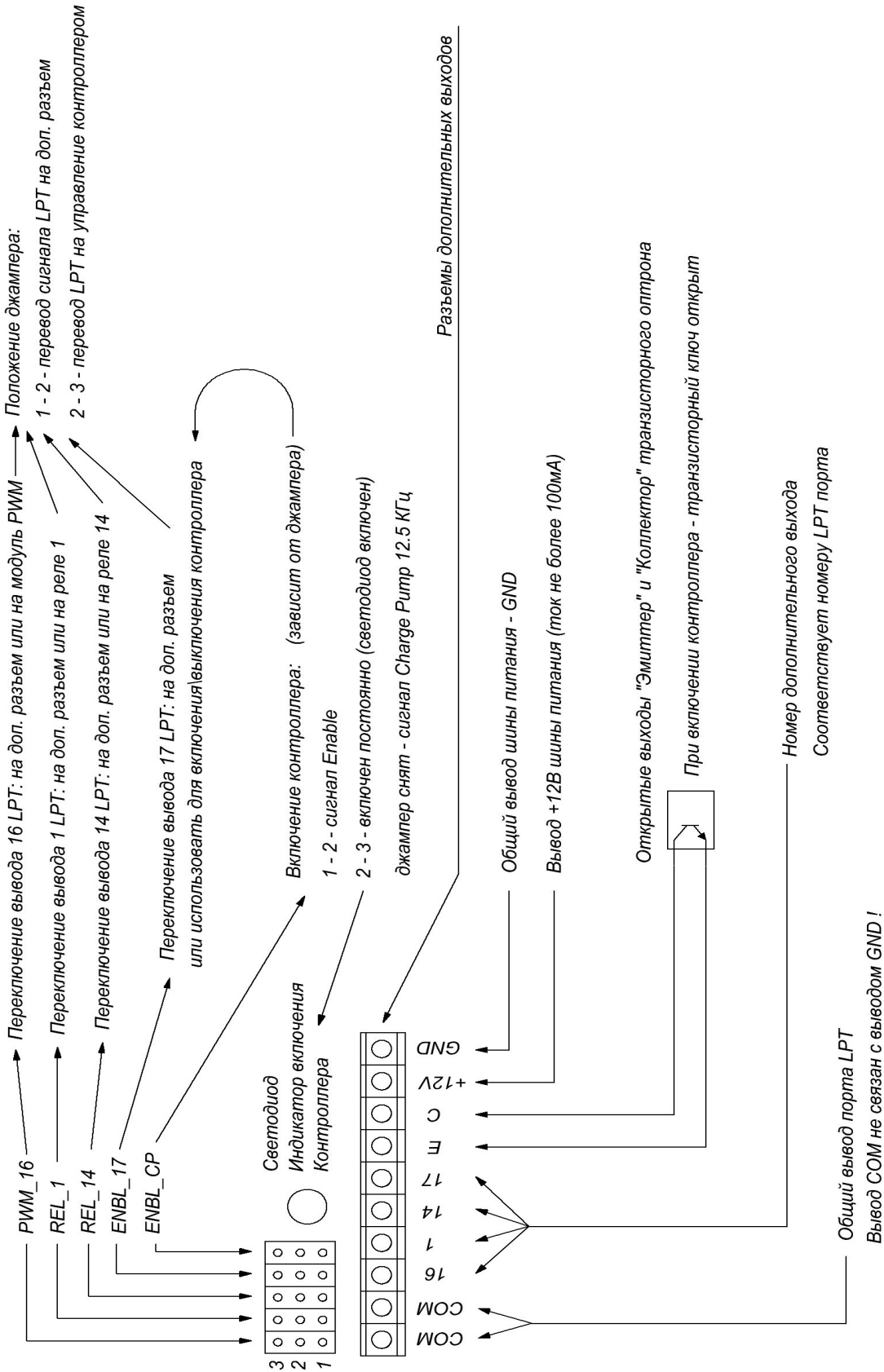
Транзистор оптрона открыт при общем включении контроллера (горит светодиод **Enbl**).

*Открытые выходы "Эмиттер" и "Коллектор" транзисторного оптрона*



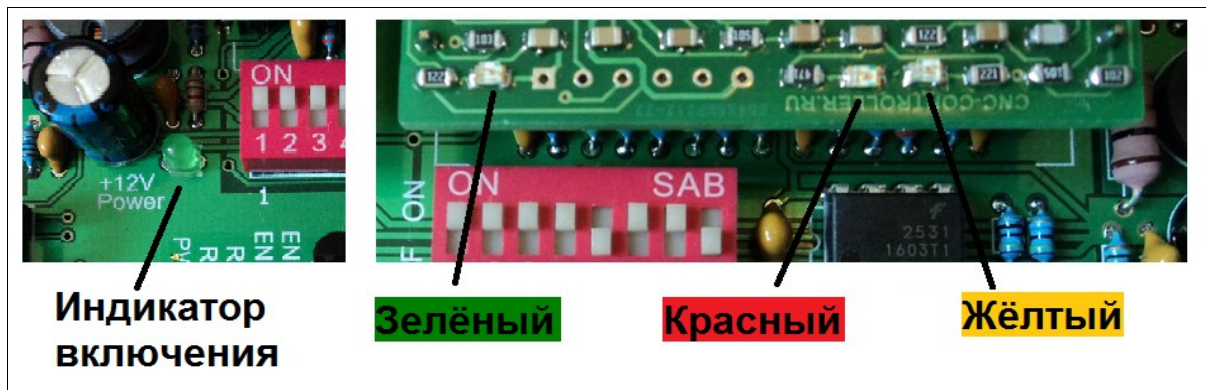
*При включении контроллера - транзисторный ключ открыт*

Назначение джамперов и разъемы дополнительных выходов



Контроллер K460 содержит общий индикатор включения +12V — показывает присутствует общее питание всей схемы (светиться постоянно).

Так же, каждый модуль содержит три индикатора:



индикатор	назначение	что отображает
<b>зеленый</b>	питание	Присутствие питания модуля. Должен всегда светиться. Если индикатор погашен — модуль не рабочий.
<b>желтый</b>	ток шагового двигателя	Шаговый двигатель обрабатывает вест ток, который на него подается. В момент работы шагового двигателя, с ускорением вращения, желтый индикатор начинает медленно гаснуть, это говорит о том, что двигатель перестает обрабатывать заданный ток (ток не успевает достичь максимума). Шаговый двигатель отключен - индикатор не светиться.
<b>красный</b>	сработала защита или отсутствует сигнал включения ENABLE (вывод 17 LPT порта)	<p>В момент включения контроллера индикатор включен и гаснет через 1 сек.</p> <p>При <u>программном выключении контроллера индикатор светиться постоянно</u>, показывая, что контроллер отключен (зависит от сигнала джампера ENBL_CP, вывод 17 LPT порта).</p> <p>В момент срабатывания защиты индикатор включается, и горит постоянно, канал полностью отключен, драйверы шагового двигателя полностью отключены, канал (модуль) перестает реагировать на любые сигналы STEP \ DIR \ ENABLE.</p> <p><u>Сбрасывается только отключением общего питания</u> и устранения ошибки или К.З., и последующего подключения питания через 10 сек</p> <p>Если после сбрасывания индикатор продолжает светиться, и поступает сигнал включения ENABLE, то ошибка или К.З. Не устранены.</p>



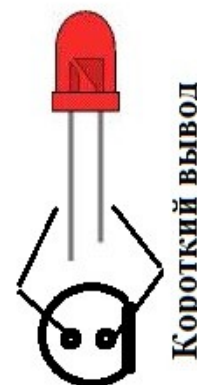
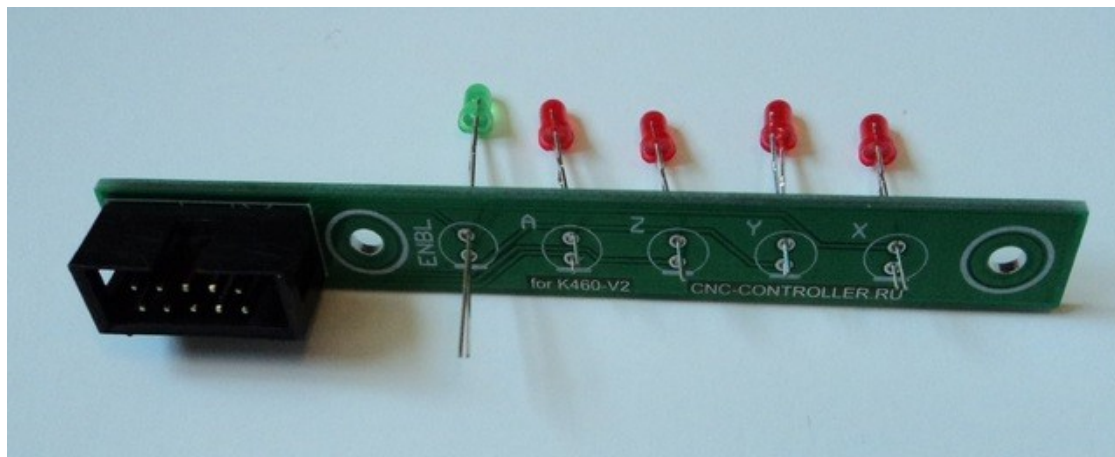
## Внешние индикаторы:

[оглавление](#)

Плата внешних индикаторов дублирует красные светодиоды (индикаторы ошибки каждого канала X Y Z A) и индикатор включения контроллера - Enbl и предназначена для установки индикаторов на внешнюю панель корпуса (если это необходимо).

Плата индикаторов соединяется с платой контроллера при помощи шлейфа идущего в комплекте (разъемы на шлейфе равнозначны).

**Светодиоды припаивать самостоятельно!** Высота установки светодиодов зависит от высоты стоек крепления платы индикаторов. Не важно, с какой стороны платы припаивать светодиоды, главное соблюдать полярность, иначе светодиоды не будут работать.



## Дампер:

[оглавление](#)

В моменты торможения шагового двигателя возникает ЭДС самоиндукции, которая генерирует ток, и вызывает повышение напряжения питания. Особенно это очень заметно при резкой остановке двигателя и может превысить напряжение питания в десятки вольт! Так же, обратная ЭДС зависит от размеров двигателя и его индуктивности, чем больше индуктивность - тем больше обратная ЭДС.

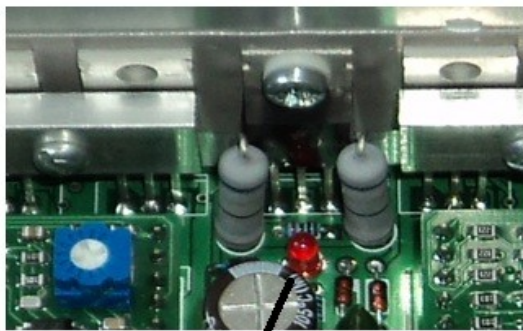
При использовании (ИБП) импульсного блока питания (как самый распространенный вариант и более доступный), у ИБП может сработать защита от превышения напряжения на зажимах блока питания, что приведет к кратковременному или полному отключению питания.

На плате контроллера K460\_V2 установлен ДАМПЕР - защита от обратной ЭДС. При возникновении обратной ЭДС, большей чем напряжение питания, дампер гасит "лишнее" напряжение, до уровня напряжения питания (закорачивает шину питания через резистивный балласт).

В моменты срабатывания ДАМПЕРА загорается индикатор на плате. Не рекомендуется работать, если индикатор дампера "горит" постоянно (резистивный балласт будет перегреваться). Рекомендуется выбрать другой режим работы (скорость, торможение, установленный ток).

Так же, индикатор ДАМПЕРА может быть включен, если питать контроллер переменным током или пульсирующим током, что категорически запрещено!

**Категорически запрещается питать контроллер K460\_V2 переменным током (напрямую от трансформатора)!!!**



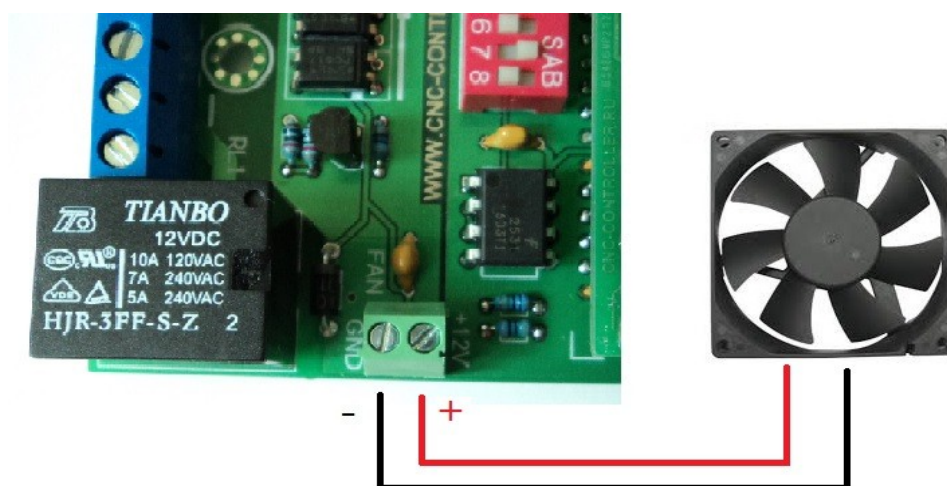
**Индикатор дампера**

### **Охлаждение (подключение вентилятора):**

[оглавление](#)

Для охлаждения радиатора контроллера, на котором установлены транзисторы, рекомендуется применять вентилятор. Чем выше напряжение питания контроллера и установленный ток шагового двигателя, тем сильнее будет нагреваться радиатор. Достаточно вентилятора размером 60х60мм.

Подключать провода вентилятора к разъему FAN. Обдув вентилятора направлять на радиатор.



### Автоматическое устранение среднечастотного резонанса (mid-band resonance):

*Выдержка из статьи «Микроэлектронные проекты. Ридико Леонид Иванович. Контроллер шагового двигателя»*  
Шаговым двигателям свойственен нежелательный эффект, называемый резонансом. Эффект проявляется в виде внезапного падения момента на некоторых скоростях. Это может привести к пропуску шагов и потере синхронности. Эффект проявляется в том случае, если частота шагов совпадает с собственной резонансной частотой ротора двигателя. Когда двигатель совершает шаг, ротор не сразу устанавливается в новую позицию, а совершает затухающие колебания. Дело в том, что систему ротор – магнитное поле – статор можно рассматривать как пружинный маятник, частота колебаний которого зависит от момента инерции ротора (плюс нагрузки) и величины магнитного поля. Ввиду сложной конфигурации магнитного поля, резонансная частота ротора зависит от амплитуды колебаний. При уменьшении амплитуды частота растет, приближаясь к малоамплитудной частоте, которая более просто вычисляется количественно. Эта частота зависит от угла шага и от отношения момента удержания к моменту инерции ротора. Больший момент удержания и меньший момент инерции приводят к увеличению резонансной частоты...

Функция автоматического устранения среднечастотного резонанса постоянно отслеживает возникновение резонанса шагового двигателя и пытается *максимально* устранить возникший резонанс. Работает автоматически и никаких подстроек не требует. Данная функция проверялась на многих распространенных моделях шаговых двигателей, 57-й, 86-й и 110-й серии с разной индуктивностью обмоток и на всех проверяемых двигателях резонанс не проявлялся или сводился к минимуму. Если резонанс все таки проявляется и система не может устранить резонанс, то это уже особенности конкретного шагового двигателя.

### Переход в полный шаг — морфинг (morphing):

*Выдержки из статьи «Микроэлектронные проекты. Ридико Леонид Иванович. Контроллер шагового двигателя»*  
..Результатом использования микрошагового режима является намного более плавное вращение ротора на низких частотах. На частотах в 2 – 3 раза выше собственной резонансной частоты ротора и нагрузки, микрошаговый режим дает незначительные преимущества по сравнению с полу- или полношаговыми режимами. Причиной этого является фильтрующее действие инерции ротора и нагрузки. Система с шаговым двигателем работает подобно фильтру нижних частот. В микрошаговом режиме можно осуществлять только разгон и торможение, а основное время работать в полношаговом режиме...

...Более того, при очень больших скоростях вообще рекомендуется работать в обычном полношаговом режиме, так как управление гармоническим сигналом теряет преимущества. Происходит это по той причине, что обмотки двигателя представляют собой индуктивность, соответственно любая конкретная схема драйвера с конкретным напряжением питания обеспечивает вполне определенную максимальную скорость нарастания тока. Поэтому при повышении частоты форма тока начинает отклоняться от синусоидальной и на очень больших частотах становится треугольной.

Микрошаг на большой скорости теряет все свои свойства и становится бесполезным!

**Морфинг — это плавный переход из микрошага в полный шаг (и наоборот), на определенной частоте шагов.**

Именно **ПЛАВНЫЙ**, а не скачкообразный! (примечание: вспомните, например, как в компьютерной графике, женское лицо плавно изменяется на мужское - это и есть морфинг). Переход осуществляется на скорости 5-10 об./сек При всем этом, морфинг работает совместно с функцией автоматического устранения среднечастотного резонанса. Морфинг неким образом не влияет на пропуск шагов количество шагов полученное от компьютера, всегда остается под контролем). Так же морфинг увеличивает крутящий момент шагового двигателя на 30%, на большой скорости, по сравнению с микрошагом на такой же скорости. И так же плавно происходит возврат в микрошаг, при уменьшении скорости вращения.

**В данной версии контроллера K460\_V2 морфинг не зависит от деления шага. На всех**

**режимах переход в полный шаг осуществляется на одинаковой скорости вращения 5-10 об/сек.**

Не нужно задумываться как программа управления будет делать переход из микрошага в полный шаг и обратно, программа управления вообще об этом ничего не знает и не может это сделать — это осуществляет сам контроллер.

### **Устранение низкочастотных вибраций:**

Низкочастотные вибрации проявляются себя на низких оборотах, до 1-2 об/сек. Для устранения низкочастотных вибраций служит подстроечный резистор (установлен на каждом модуле, регулировка каждого канала по отдельности. Особенно актуально для станков с реечной передачей).

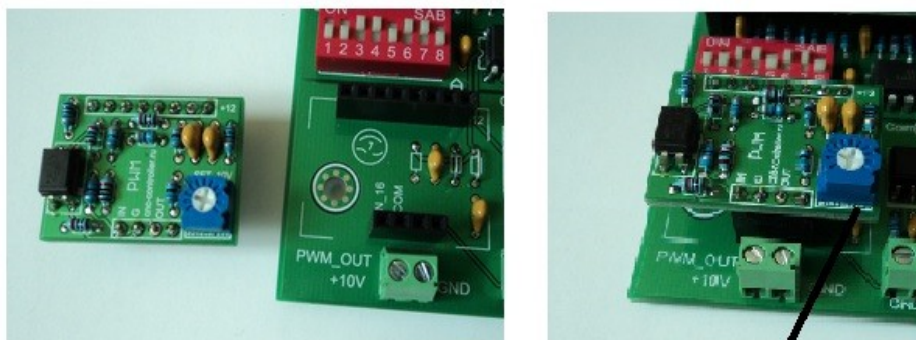
Регулировка:

Установить скорость вращения вала мотора около 1 об/сек (или на малой скорости, где наблюдается максимум вибраций) подстроечным резистором установить минимальную вибрацию. Если вибрацию не удастся устранить полностью (особенность шагового двигателя), то свести её к минимуму.





Преобразователь ШИМ-НАПРЯЖЕНИЕ идет в комплектации к контроллеру как опция. Служит для регулировки оборотов шпинделя, которым управляет **частотный преобразователь**, при помощи управляющей программы, например *Mach3*. На вход преобразователя поступают импульсы частотой 400 Гц и коэффициентом заполнения от 0% до 100%. На выходе преобразователя напряжение будет меняться от 0В до 10В, в зависимости от коэффициента заполнения. Напряжение на выходе практически линейно. Ток нагрузки не более 50мА.

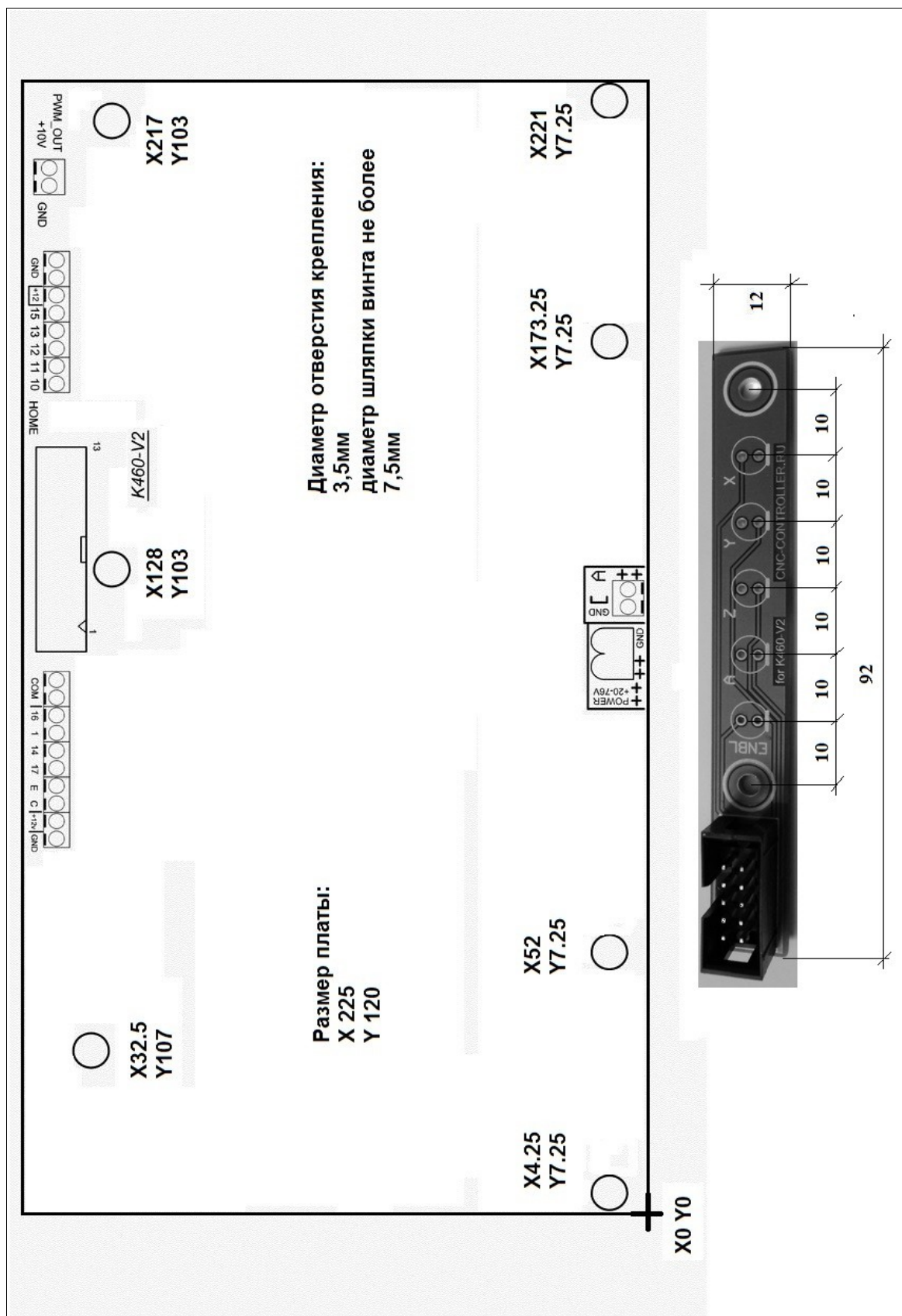


**Подстроечный резистор установки +10В**



Преобразователь не будет регулировать обороты, если к нему «напрямую» подключить «просто моторчик» которому нужно напряжение 6-12В. Так же, Преобразователь не будет регулировать обороты любого другого устройства, которое не имеет специальных выводов для регулировки оборотов или для этого потребуются специально переделывать это устройство!

Например, блок управления шпинделем фрезерного станка может работать с данным преобразователем, но для этого его (блок управления) нужно переделать, если этот блок управления НЕ ИМЕЕТ специально отведенных для этого выводов!



## Координаты отверстий крепления:

(3.5 mm)  
X4.25Y7.25  
X52  
X173.25  
X221  
X217Y103  
X128  
X32.5Y107

Размер платы: 225 x 120 мм

## Комплектация:

[оглавление](#)

- контроллер K460\_V2
- шлейф подключения платы контроллера к LPT порту компьютера (20-23см, удобно выводить на панель корпуса)
- ответная часть разъемов для подключения шаговых двигателей (8 шт.)
- плата внешних индикаторов (разъем припаян) + 5 светодиодов
- шлейф подключения платы внешних индикаторов (25-30 см)
- модуль ШИМ-НАПРЯЖЕНИЕ (только как опция)
- файл с настройками для программы Mach3 высылаю по почте (+ инструкция по настройке программы)

Все четыре модуля на плате контроллера K460\_V2 — взаимозаменяемые.

Инструкция v1.0