



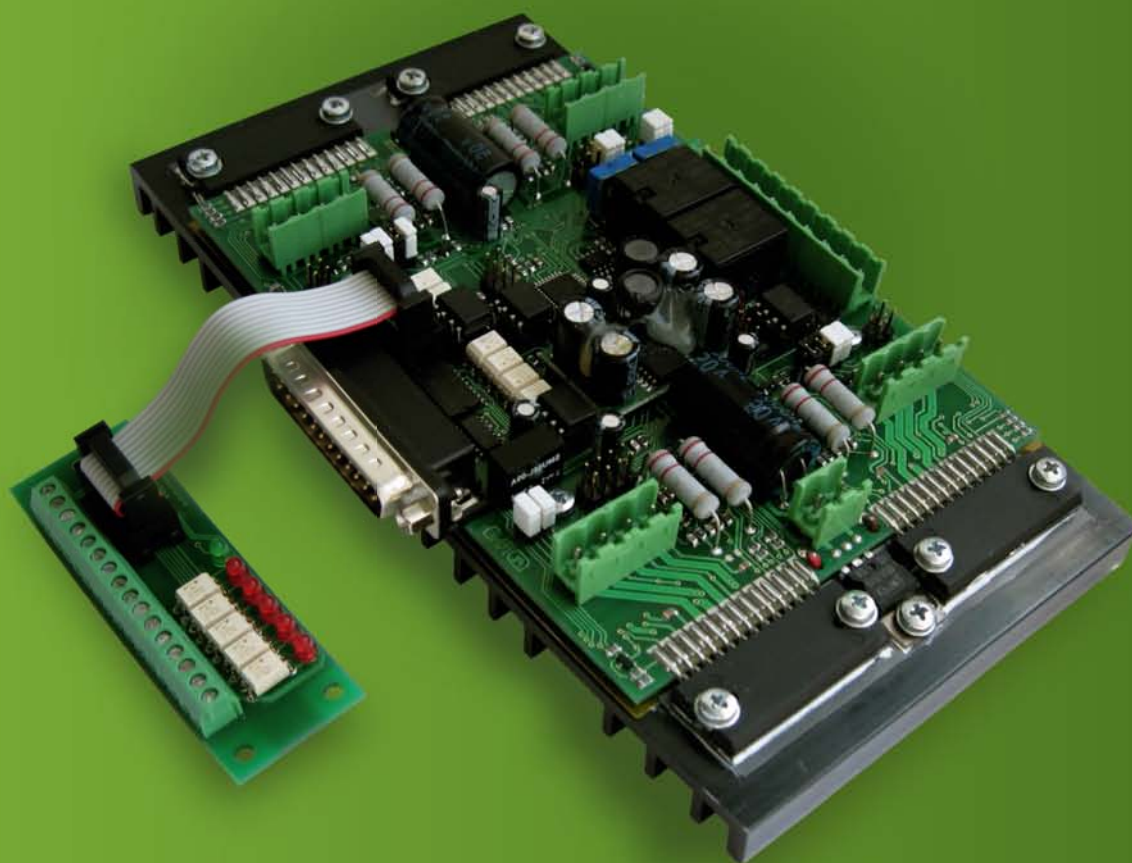
PURELOGIC

Research And Development

PLC330

**КОНТРОЛЛЕР УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМИ
ДВИГАТЕЛЯМИ ДЛЯ СТАНКА ЧПУ**

(LPT, 4 драйвера 3А/30В, микрошаг)



Содержание:

1. Введение, общие положения	стр. 1
2. Общие положения	стр. 3
3. Технические характеристики, возможности контроллера ...	стр. 3
4. Подключение сигналов управления к контроллеру	стр. 5
5. Подключение концевых выключателей к контроллеру	стр. 6
6. Подключение нагрузок реле K1, K2	стр. 7
8. Таймер коммутации помпы СОЖ (реле K1)	стр. 7
9. Конвертер ШИМ > НАПРЯЖЕНИЕ	стр. 7
10. Подключение шаговых двигателей к контроллеру	стр. 8
11. Подключение источника питания к модулю, выбор напряжения и тока источника	стр. 9
12. Выбор деления шага, выбор рабочего тока ШД	стр. 10
13. Защитные функции контроллера, типичные неисправности	стр. 11



**ВСЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КОНТРОЛЛЕРА
ПРОИЗВОДИТЬ ТОЛЬКО ПРИ ОТКЛЮЧЕННОМ ИСТОЧНИКЕ ПИТАНИЯ**

ВВЕДЕНИЕ

PLC330 — современный, качественный, доступный микрошаговый LPT контроллер управления 4-мя ШД в станках ЧПУ. Контроллер работает с любыми 2-х и 4-х фазными гибридными шаговыми двигателями. Использование современных технологий контроля и регулировки тока обмоток ШД позволило обеспечить минимальный нагрев ШД и элементов схемы контроллера и значительно повысить КПД системы в целом. Контроллер позволяет управлять 4-мя осями станка и имеет 2 управляемых реле для подключения внешних высоковольтных сильноточных нагрузок через клемные разъемы.

Контроллер можно использовать для создания различных X-Y-Z координатных систем - фрезерных станков ЧПУ, этикеточном оборудовании, гравиров, лазерных резаках, раскладочных станках. Использование микрошага позволяет значительно снизить вибрации ротора ШД и повысить точность позиционирования системы.

Контроллер оптимально подходит для управления биполярными и униполярными шаговыми двигателями **PureLogic RND** серий **PL42/PL57** а также известных серий типа ДШИ200-1/2/3, FL57 и многих других.

На плате контроллера размещены 4 идентичные силовые части, имеющие характеристики согласно ТХ. Силовые части выполнены на микросхемах **TB6560HQ**. Каждый драйвер после 2 сек. простоя (отсутствие сигнала STEP) автоматически входит в режим удержания ротора ШД током около 300мА (режим AUTO-SLEEP). Контроллер имеет встроенные защиты от КЗ обмоток ШД и превышения напряжения питания.

Контроллер поддерживает управление частотным преобразователем (регулировка оборотов шпинделя, конвертор ШИМ>напряжение) от ШИМ сигнала программы управления (Mach) и имеет встроенный регулируемый таймер (регулируется время и длительность срабатывания реле) для коммутации помпы СОЖ.

Все управляющие сигналы, поступающие с LPT порта ПК, проходят через токоусилительный оптоизолированный буферный элемент (ток каждого контакта усилен до уровня 30мА). Поэтому контроллер совместим со всеми LPT портами и предотвращает защелкивание порта от перегрузки по току.

Контроллер имеет 5 оптоизолированных входов для подключения концевых выключателей. Контроллер смонтирован на радиаторе. Во время работы, контроллер и ШД могут нагреваться, в зависимости от выставленного рабочего тока. Если температура ШД и радиатора контроллера превышает 60°C – необходимо обеспечить дополнительный отвод тепла при помощи вентилятора.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Шаговый двигатель — это синхронная электрическая машина, т.е. ротор ШД вращается синхронно с электромагнитным полем в статоре. О типах ШД можно прочитать в статье по ссылке http://www.purelogic.ru/PDF/DOCs/SM_connection.pdf. ШД имеет фиксированный единичный угол поворота ротора — шаг. Обычно для гибридных ШД это 0.9 или 1.8 градуса на шаг.

Управлять ШД намного сложнее чем обычным коллекторным двигателем — нужно в определенной последовательности переключать напряжения в обмотках с одновременным контролем тока. Поэтому для управления ШД разработаны специальные устройства — драйверы ШД. Драйвер ШД позволяет управлять вращением ротора ШД в соответствии с сигналами управления и электронным образом делить физический шаг ШД на более мелкие дискреты.

К драйверу ШД подключается источник питания, сам ШД (его обмотки) и сигналы управления. Стандартом по сигналам управления является управление сигналами **STEP/DIR/ENABLE**.

Также многие драйверы ШД имеют дополнительные функции — контроль от перегрузок по току, контроль от переплюсовки при подключении ШД и питающих напряжений, контроль рабочей температуры, режим автоматического снижения тока обмотки при простое (отсутствии сигнала STEP) для снижения нагрева ШД и потребляемого тока (**режим AUTO-SLEEP**).

Сигнал STEP — Тактирующий сигнал, сигнал шага. Один импульс приводит к повороту ротора ШД на один шаг (не физический шаг ШД, а шаг выставленный на драйвере — 1:1, 1:2, 1:4 и т.д.). Обычно драйвер отрабатывает шаг по переднему или заднему фронту импульса.

Сигнал DIR — Потенциальный сигнал, сигнал направления. Логическая единица — ШД вращается по часовой стрелке, ноль — ШД вращается против часовой стрелки, или наоборот.

Сигнал ENABLE — Потенциальный сигнал, сигнал включения драйвера. Логическая единица — драйвер ШД включен, ноль — драйвер ШД выключен и обмотки ШД обесточены.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЛЕРА

Метод управления	STEP/DIR/EN от порта LPT
Напряжение питания модуля	18 ... 30В (типичное значение 27В)
Рабочий ток каждого ШД	0.5 ... 3.0А (дискретная регулировка)
Деление шага ШД (микрошаг)	1:2, 1:8, 1:16
Максимальная частота сигнала STEP	100 кГц
Максимальная частота вращения вала ШД	30 об/сек
Параметры установленных реле	220В/10А
Параметры таймера управления СОЖ	Частота срабатывания — 8...60 сек. Длительность — 1...8 сек.
Параметры конвертера ШИМ>напряжение	Uвых=0...9.5В (при изменении скважности Q=0...1) Питание 10В от частотного преобразователя
Сопротивление изоляции	500 мОм
Рабочая температура	0 ... 50 °С
Вес модуля без упаковки	0,5 кг

Возможности модуля:

- Работа с любой LPT ЧПУ программой (STEP/DIR – Mach, TurboCNC и пр.).
- Использование одного питающего напряжения для питания всей схемы, система плавного запуска модуля.
- Управление одновременно 4-мя ШД - любыми биполярными или униполярными ШД (4, 6 или 8 выводов) типа ДШИ 200-х-х, FL57 и многими другими.
- 4 идентичных драйвера ШД (микрошаг 1:2, 1:8, 1:16, режим AUTO-SLEEP). Регулировка тока в обмотках каждого из 4-х ШД. Фиксированная частота ШИМ 20кГц для управления током в обмотках ШД.
- Режим AUTO-SLEEP, автоматически снижает ток в обмотках ШД и уменьшает акустический шум при простое.
- Защита модуля от КЗ в обмотках ШД, от неправильного подключения ШД и от превышения питающего напряжения.
- Оптоизоляция модуля и LPT порта ПК. Буферизация по току всех управляющих пинов порта LPT.
- Управление 2-мя сильноточными реле 7А/220В для коммутации дополнительных устройств станка (шпинделя, помпы СОЖ или электровентилятора).
- Встроенный регулируемый таймер (регулируется время и длительность срабатывания реле) для коммутации помпы СОЖ.
- Поддержка управления частотным инвертором (регулировка оборотов шпинделя, конвертор ШИМ>напряжение) от ШИМ сигнала программы управления (Mach).
- Контроль состояния 5-ти внешних датчиков (концевых выключателей). Входы оптоизолированы.
- Удобные разборные клемные разъемы подключения ШД и нагрузок реле.

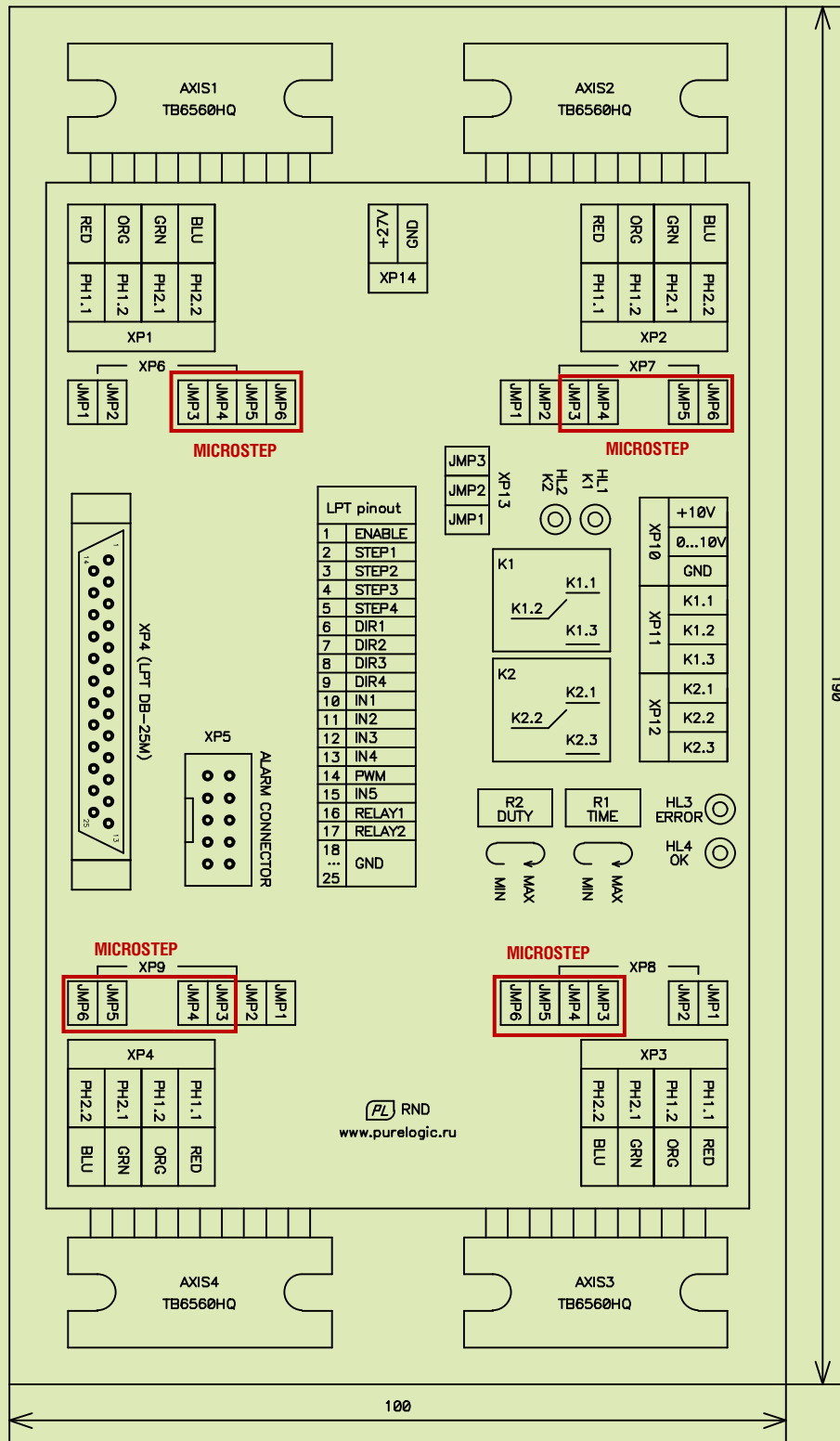


Рис.1 Размеры, подключение, настройки контроллера

ПОДКЛЮЧЕНИЕ СИГНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ К КОНТРОЛЛЕРУ

Контроллер **PLC330** управляет 4-мя ШД используя стандартные сигналы STEP/DIR/ENABLE.

Драйвер каждого канала имеет свою пару сигналов STEP1/2/3/4 и DIR1/2/3/4, а сигнал ENABLE общий на все каналы.

Сигналы STEP/DIR/ENABLE гальванически развязаны от контроллера и буферизированы. Сигналы STEP/DIR/ENABLE выведены на разъем XP4 типа DB-25M (LPT порт ПК) согласно **рис.1** для удобного подключения к LPT порту ПК или любому другому устройству, генерирующему сигналы STEP/DIR/ENABLE.

Расположение контактов с сигналами в разъеме XP4 типа DB-25M (LPT порт ПК) согласно **рис.1** представлено на **рис.2**.

LPT pinout
1 ENABLE
2 STEP 1
3 STEP 2
4 STEP 3
5 STEP 4
6 DIR 1
7 DIR 2
8 DIR 3
9 DIR 4
10 IN 1
11 IN 2
12 IN 3
13 IN 4
14 PWM
15 IN 5
16 RELAY 1
17 RELAY 2
18 GND 25

Рис.2 Сигналы в разъеме DB-25M (LPT порт ПК)

Параметры сигнала STEP — Рабочее напряжение 3...5В, ток потребления 0.1мА, минимальная длительность сигнала 10мкс. Шаг ШД осуществляется по заднему фронту сигнала.

Параметры сигнала DIR — Рабочее напряжение 3...5В, ток потребления 0.1мА, время срабатывания 1мкс.

Параметры сигнала ENABLE — Рабочее напряжение 3...5В, ток потребления 0.1мА, время срабатывания 1мкс.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ КОНЦЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ К КОНТРОЛЛЕРУ

Контроллер **PLC330** имеет 5 оптоизолированных входов для подключения концевых выключателей. Концевые выключатели подключаются через дополнительную плату расширения. Плата расширения соединяется с основной платой шлейфом через разъем **XP5** согласно **рис.1**.

Чертеж дополнительной платы расширения представлен на **рис.3**.

К плате можно подключить обычные контактные концевые выключатели (кнопки, подключение тип «А») и бесконтактные датчики (индуктивные, емкостные, подключение тип «В») типа **PLL01** (индуктивный бесконтактный датчик) с сигнальным выходом. Для этого каждая группа подключения концевых выключателей имеет выход питания +5В, земли и сигнального входа.

Светодиод **HL1** индицирует наличие напряжения питания платы, светодиоды **HL2...HL6** индицируют срабатывание концевых выключателей на входах **IN1...IN5**.

Подключение осуществляется согласно **рис.3**.

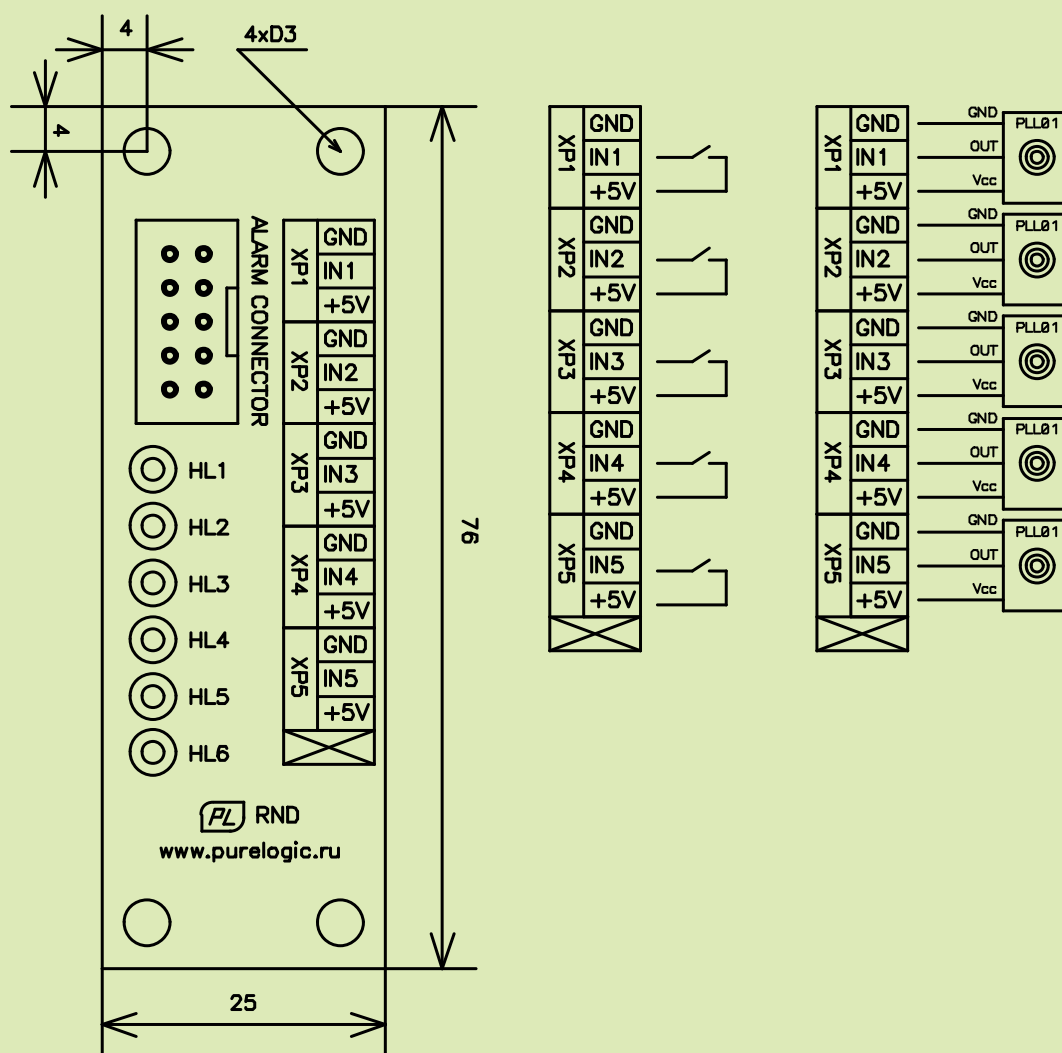


Рис.3 Дополнительная плата расширения, подключение концевых выключателей

ПОДКЛЮЧЕНИЕ НАГРУЗОК РЕЛЕ K1, K2

Контроллер **PLC330** поддерживает управление 2-мя сильноточными реле K1 и K2 согласно **рис.1**. для коммутации дополнительных устройств станка (шпинделя, насоса охлаждающей жидкости или электроventилиатора). Светодиод HL1 индицирует срабатывание реле K1, HL2 индицирует срабатывание реле K2.

На клемные разъемы XP11, XP12 выведены 3 контакта реле (перекидные). Подключение нагрузок реле осуществляется согласно **рис.1**. На рисунке показана коммутация реле в выключенном состоянии. Управление каждым реле происходит с соответствующего контакта в разьеме XP1 типа DB-25M (LPT порт ПК) согласно **рис.2**.

Обратите внимание, что реле K1 работает в режиме управления от порта LPT только при разомкнутом выключателе JMP1 в разьеме XP13.

ТАЙМЕР КОММУТАЦИИ ПОМПЫ СОЖ (реле K1)

Контроллер PLC330 имеет встроенный таймер коммутации помпы СОЖ. Таймер управляет включением/выключением реле K1. Таймер запускается только при наличии логической "1" на 16 контакте разьема LPT, согласно **рис.2**. Если на 16 контакте разьема LPT установлен логический "0", то таймер СОЖ отключен и реле K1 выключено.

Обратите внимание, что реле K1 работает в режиме управления от встроенного таймера только при замкнутом выключателе JMP1 в разьеме XP13.

Частота включения реле K1 устанавливается подстроечным резистором R1 (частота, 16...500 сек.), длительность удержания реле во включенном состоянии устанавливается подстроечным резистором R2 (скважность, 1...8 сек.). Частота и длительность срабатывания таймера устанавливается только в момент включения питания модуля. Поэтому, после изменения значений подстроечных резисторов, необходимо включить/выключить контроллер.

КОНВЕРТОР ШИМ > НАПРЯЖЕНИЕ

Контроллер **PLC330** имеет встроенный конвертер ШИМ>напряжение. Конвертер преобразует скважность сигнала управления в напряжение — скважность $Q=0...1$ > напряжение $U=0...10V$.

Конвертер используется для управления частотным преобразователем (ЧП), к которому подключен шпиндель (позволяет электронным способом от программы управления ЧПУ изменять обороты шпинделя).

Конвертер оптоизолирован от платы контроллера PLC330 и питается от ЧП. Стандартно, ЧП имеет 3 контакта подключения конвертера — питание 10V, земля и вход напряжения 0...10V, пропорционально которому меняется частота вращения шпинделя. ШИМ сигнал управления ЧП генерируется управляющей ЧПУ программой (Mach) и подается на соответствующий контакт в разьеме XP4 (14 контакт).

Подключение осуществляется согласно **рис.1** в разьеме XP10.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ К КОНТРОЛЛЕРУ

Контроллер **PLC330** предназначен для работы с любыми 2/4-х фазными (биполярными или униполярными)

ШД типоразмера 57 мм (NEMA 23) имеющими 4, 6 или 8 выводов (обратите внимание, не поддерживается работа с униполярными 5-ти выводными ШД).

Подключение ШД к драйверу осуществляется согласно **рис.1** (разъемы XP1, XP2, XP3, XP4). Драйвер имеет защиту от неправильного подключения обмоток ШД и от КЗ обмоток ШД между собой / на «+» питания.

Подключение ШД производства **PureLogic RND** к драйверу осуществляется согласно рис.4. Обратите внимание, если поменять местами пары (фазы) ШД PH1.x<>PH2.x, то двигатель начнет вращаться в противоположную сторону (аналог инверсии сигнала DIR).




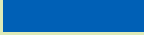
PH1.1[+A]		красный (RED)
PH1.2[-A]		оранжевый (ORG)
PH2.1[+B]		зеленый (GRN)
PH2.2[-B]		синий (BLU)

Рис.4 Подключение ШД производства PureLogic RND к драйверу

Длина проводов идущих к ШД от драйвера не должна превышать **2-х метров**. Более длинные провода могут привести к сбоям в работе драйвера (из-за мощных электромагнитных помех, создаваемых в момент коммутации обмоток ШД). Настоятельно рекомендуется пофазно переплести между собой провода ШД, полученные жгуты уложить в экранирующие металлические оплетки. Оплетки должны быть заземлены, корпус ШД должен быть заземлен. Под землей понимается масса станка, соединенная с заземленной шиной.

! Запрещается соединение заземления и «-» источника питания

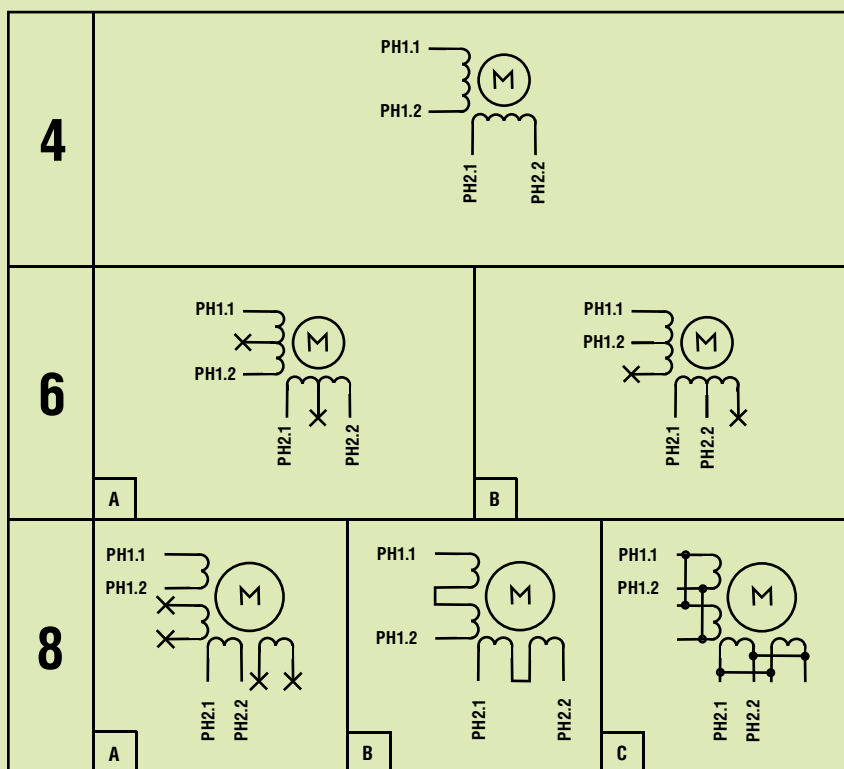


Рис.5 Схемы подключения 4,6 и 8-ми выводных шаговых двигателей

К драйверу можно подключить 4,6 и 8-ми выводные ШД. Схемы подключения таких шаговых двигателей приведены на **рис.5**. Рассмотрим по порядку преимущества и недостатки этих методов:

ШД с 4-мя выводами. Это биполярный ШД, подключение однозначно. Фазность подключения обмоток не имеет значения.

ШД с 6-ю выводами. Это либо биполярный ШД с отводом третьего проводника от середины обмотки, либо униполярный 4-х фазный ШД с внутренним объединением проводников двух соседних обмоток. Подключение типа А – момент ≈ 1.4 раза, момент более стабилен на низких частотах. Подключение типа В – ШД работает с характеристиками, заявленными в описании (момент, ток), момент более стабилен на высоких частотах.

ШД с 8-ю выводами. Это униполярный 4-х фазный ШД. Подключение типа А – ШД работает с характеристиками, заявленными в описании (момент, ток), момент более стабилен на высоких частотах. Подключение типа В – момент ≈ 1.4 раза, момент более стабилен на низких частотах (относительно А). Подключение типа С – момент ≈ 1.96 раза, момент более стабилен на высоких частотах (относительно А).

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ К МОДУЛЮ, ВЫБОР НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА ИСТОЧНИКА

От правильного выбора источника питания зависит насколько правильно и оптимально будет работать контроллер и управляться шаговый двигатель. Поэтому стоит уделить особое внимание разводке питающих шин и выбору источника.

Выбор максимального напряжения питания драйвера ограничено так называемым эффектом «обратной ЭДС». При замедлении вращения, ШД вырабатывает напряжение, которое складывается с напряжением питания и кратковременно увеличивает его. При более быстром замедлении, напряжение обратной ЭДС больше и больше скачок напряжения питания. Этот скачок напряжения питания может привести к выходу из строя драйвера, поэтому драйвер имеет защиту от скачков питающего напряжения. Защита включается при подаче напряжения питания больше 30В. Поэтому при достаточно плавных замедлениях, драйвер способен работать с ШД при максимальном напряжении питания 27В. Если замедления резкие и защита включается часто — рекомендуемое напряжение питания 25В.

Более высокое напряжение питания, с одной стороны, увеличивает максимальную частоту вращения ШД, с другой стороны, приводит к повышенному нагреву ШД, шуму при работе и влияет на стабильность работы драйвера. Поэтому без необходимости не стоит использовать высокие напряжения питания и по возможности использовать невысокие значения напряжений.

Выбор максимального тока источника основывается на следующих рассуждениях - если, например, на ШД указан ток обмотки 4А, то от источника питания драйвер с таким ШД будет потреблять не больше 2А (и даже меньше) при небольших скоростях вращения. При увеличении частоты вращения потребляемый ток может упасть до 0.5А. Связано это с импульсным регулированием тока в обмотках ШИМ — потребление тока идет только в момент открытия транзисторов и средний ток меньше импульсного. Поэтому ток источника питания нужно выбирать с расчетом 50...70% от заявленного тока обмотки ШД.

Выбор типа источника питания — стабилизированный (импульсный) или не стабилизированный (трансформаторный с диодным выпрямителем) — зависит от конечного пользователя и ряда преимуществ/недостатков каждого типа:

Стабилизированный (импульсный) источник — имеет небольшие габариты и вес, среднюю цену, прост в использовании и является современным стандартным решением. Обычно имеет защиту от КЗ. Поскольку драйвер управляет ШД при помощи ШИМ, потребление тока от источника носит импульсный характер. Поэтому при использовании этого типа источника следует выбирать источник с запасом 30% по току, от расчетного значения потребляемого тока системой. Также можно подключить дополнительный электролитический конденсатор по питанию для уменьшения влияния импульсных нагрузок.

Не стабилизированный (трансформаторный с диодным выпрямителем) — Проще собрать в домашних условиях, лучше переносит импульсные перегрузки по току. Однако он занимает больше места, имеет больший вес и требует дополнительной электронной обвязки для защиты от КЗ по выходу.

Провода питания драйвера необходимо переплести для уменьшения влияния помех. При подключении нескольких драйверов к одному источнику питания необходимо производить подключение «звездой» - т.е. от каждого драйвера вести свой провод питания и подключать его к клеммам источника.



**Запрещается последовательное подключение драйверов по питанию.
Запрещается соединение «-» источника питания с заземлением станка.
Строго соблюдайте полярность подключения источника питания,
в противном случае драйвер может выйти из строя.**

ВЫБОР ДЕЛЕНИЯ ШАГА, ВЫБОР РАБОЧЕГО ТОКА ШД

Драйвер позволяет электронным способом делить физический шаг ШД (обычно 1.8 град. на шаг, всего 200 шагов на оборот) на целое значение - 2, 8 и 16. Таким образом повышается точность позиционирования — 400, 1600 и 3200 шагов на оборот (при физическом шаге 1.8 град.). Режим с делением шага называется режимом микрошага. Режим микрошага позволяет уменьшить резонансы ШД на низких оборотах, однако при использовании микрошага уменьшается заявленный момент на валу ШД.

На практике микрошаг (8, 16) стоит использовать только в системах где скорости вращения небольшие — 1...3 оборота в секунду. При более высоких скоростях достаточно использовать деление на 2 — режим полушага.

Переключение режима деления шага драйвера каждого канала осуществляется согласно **рис.1** и **рис.6** съёмными перемычками в разъемах XP6(канал №1), XP7(канал №2), XP8(канал №3), XP9(канал №4). Выбор деления шага необходимо осуществлять только при выключенном питании драйвера.

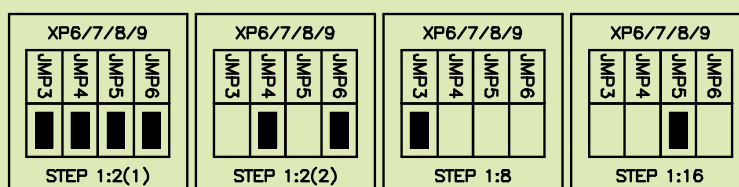
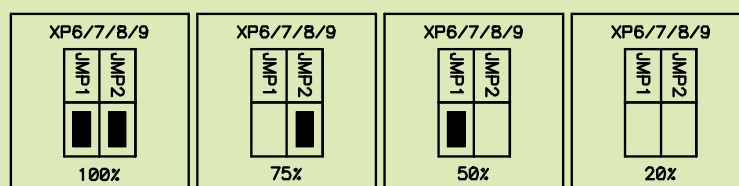


Рис.6 Выбор деления шага для каждого канала контроллера

Драйвер позволяет устанавливать максимальный рабочий ток обмотки ШД для каждого канала. Ток обмотки определяет момент, отдаваемый ШД в нагрузку. Однако максимальный ток ограничен производителем, поэтому его стоит выбирать согласно техническим характеристикам конкретного ШД. Неправильно выбранный ток обмотки приведет к перегреву ШД и выходу его из строя. Установку рабочего тока осуществляется согласно **рис.1** и **рис.7** съёмными перемычками в разъемах XP6(канал №1), XP7(канал №2), XP8(канал №3), XP9(канал №4). Установку рабочего тока необходимо осуществлять только при выключенном питании драйвера.



ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ КОНТРОЛЛЕРА, ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

Контроллер **PLC330** имеет встроенные защиты:

Защита от КЗ обмоток ШД — от неправильного подключения обмоток ШД и от КЗ обмоток ШД между собой / на «+» питания.

Защита от скачков питающего напряжения — защита включается при подаче напряжения питания больше 30В, для защиты драйвера от эффекта «обратной ЭДС» от ШД.

Типичные неисправности модуля и методы их устранения приведены в **табл.1**.

ТАБЛ.1 Типичные неисправности модуля и методы по их устраненияя

Горит зеленый светодиод	Нормальная работа драйвера.
Зеленый светодиод не горит. Горит красный светодиод.	Сработала защита по КЗ обмоток ШД. Ток через обмотку превысил допустимый. Проверьте соединения ШД.
Зеленый светодиод не горит. Красный светодиод медленно мигает.	Сработала защита по превышению напряжения питания. Необходимо уменьшить напряжение питания или снизить скорость торможения ШД.
Зеленый светодиод не горит. Красный светодиод быстро мигает.	Сработала защита по максимальной частоте STEP в данном диапазоне деления шага. Необходимо снизить частоту STEP. Возможно частота STEP нестабильна или зашумлена. Устраните эту неисправность.