



# PURELOGIC

Research And Development

## PLD545

### МИКРОШАГОВЫЙ ДРАЙВЕР ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

(питание 45В/5А, деление шага 1:1, 1:2, 1:4, 1:16)



Содержание:

1. Введение, общие положения .....	стр. 1
2. Технические характеристики, возможности .....	стр. 2
3. Подключение сигналов управления к модулю .....	стр. 3
4. Подключение шагового двигателя к модулю .....	стр. 3
5. Подключение источника питания к модулю, выбор напряжения и тока источника .....	стр. 5
6. Выбор деления шага, выбор рабочего тока, выбор тока удержания ШД .....	стр. 6
7. Защитные функции драйвера, аварийные ситуации .....	стр. 6



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

## ВВЕДЕНИЕ, ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**PLD545** — современный, качественный, доступный микрошаговый драйвер шагового двигателя (ШД). Использование современных технологий контроля и регулировки тока обмоток ШД позволило обеспечить минимальный нагрев ШД, элементов схемы драйвера и значительно повысить КПД системы в целом.

Драйвер используется для создания различных X-Y-Z координатных систем с применением шаговых двигателей - фрезерных станков ЧПУ, этикеточном оборудовании, граверов, лазерных резаках, раскладочных станках. Использование микрошага позволяет значительно снизить вибрации ротора ШД и повысить точность позиционирования системы.

Драйвер оптимально подходит для управления биполярными и униполярными шаговыми двигателями **PureLogic RND** серий **PL42/PL57/PL86** а также известных серий типа ДШИ200-1/2/3, FL57/FL86 и многих других.

Драйвер имеет дискретную регулировку рабочего тока фаз ШД, драйвер после 2 сек. простоя (отсутствие сигнала STEP) автоматически входит в режим удержания ротора ШД установленным током (режим AUTO-SLEEP). Драйвер имеет встроенную защиту от КЗ фаз ШД, от превышения питающего напряжения и от превышения рабочей частоты (сигнал STEP).

Во время работы, драйвер и ШД могут нагреваться, в зависимости от установленного рабочего тока. Если температура ШД и радиатора драйвера превышает 60°C – необходимо обеспечить дополнительный отвод тепла при помощи вентилятора.

**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](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 дискретности.

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 обмоток 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 обрабатывает 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 МОДУЛЯ

Напряжение питания модуля	18 ... 45В (типичное значение 40В)
Рабочий ток ШД	1.5 ... 5.0А (дискретная регулировка)
Деление шага ШД (микрошаг)	1:1, 1:2, 1:4, 1:16
Максимальная частота сигнала STEP	100 кГц
Максимальная частота вращения вала ШД	30 об/сек
Сопротивление изоляции	500 мОм
Рабочая температура	0 ... 50 °С
Вес модуля без упаковки	0,25 кг

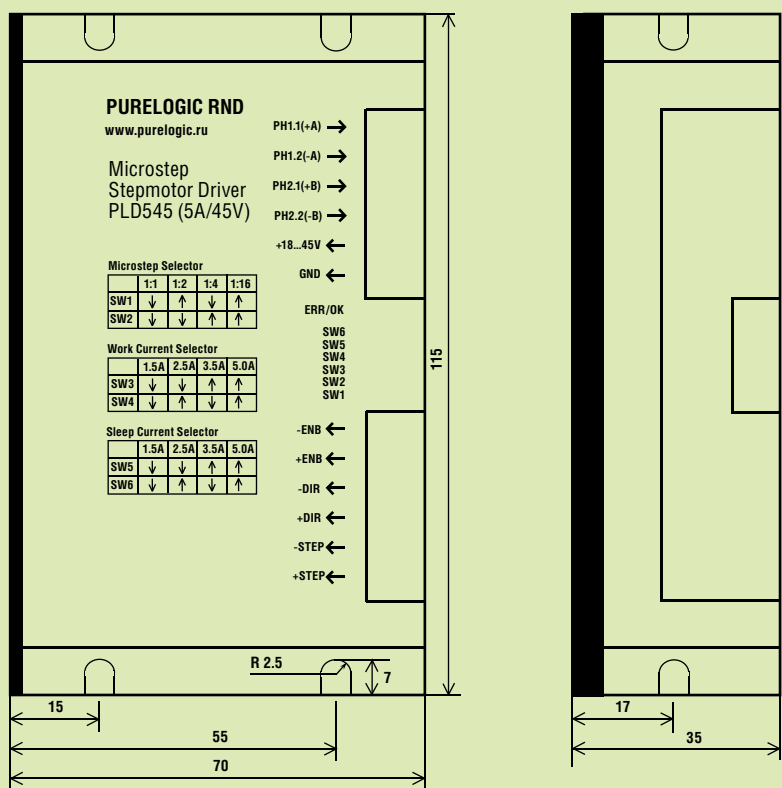


РИС.1 Размеры, подключение, настройки модуля.

#### ВОЗМОЖНОСТИ МОДУЛЯ:

- Использование одного питающего напряжения для питания всей схемы модуля.
- Оптоизоляция сигналов управления модуля STEP/DIR/ENABLE.
- Фиксированная частота ШИМ 20кГц для управления током в обмотках ШД.
- Режим AUTO-SLEEP, автоматически снижает ток в обмотках ШД при простое, для уменьшения нагрева ШД.
- Защита модуля от КЗ в обмотках ШД, от неправильного подключения ШД, от превышения питающего напряжения и от превышения рабочей частоты (сигнал STEP).
- Удобные разборные клемные разъемы подключения ШД, источника питания и управляющих сигналов.

### ПОДКЛЮЧЕНИЕ СИГНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ К МОДУЛЮ

Для управления модулем используются стандартные сигналы **STEP/DIR/ENABLE**. Сигналы **STEP/DIR/ENABLE** подаются на дифференциальные оптоизолированные входы.

Дифференциальная схема используется для повышения помехоустойчивости и дает возможность подключить модуль к любой системе управления (контроллеру).

На **рис.2** схематично показано устройство дифференциальных входов управления и метод подключения к системе управления (контроллеру) с выходами типа «открытый коллектор». Подключение сигналов управления к модулю осуществляется согласно **рис.1**.

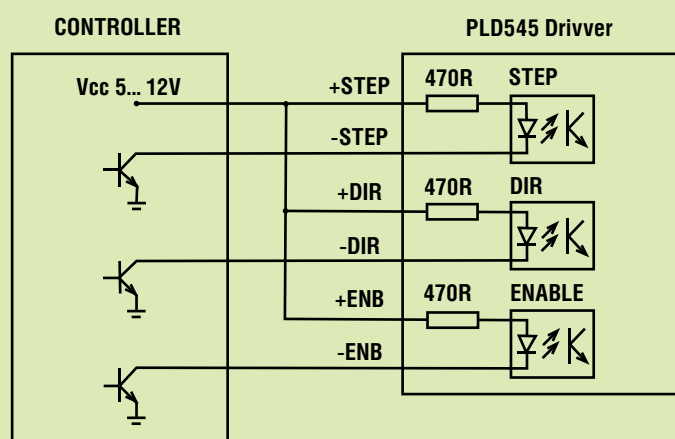


РИС.2 Устройство дифференциальных входов управления, подключение.

**Параметры сигнала STEP** — Рабочее напряжение 5...12В, ток потребления 10мА...20мА, минимальная длительность сигнала 10мкс. Шаг ШД осуществляется по заднему фронту сигнала.

**Параметры сигнала DIR** — Рабочее напряжение 5...12В, ток потребления 10мА...20мА, время срабатывания 1мкс.

**Параметры сигнала ENABLE** — Рабочее напряжение 5...12В, ток потребления 10мА...20мА, время срабатывания 1мкс.

### ПОДКЛЮЧЕНИЕ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ К МОДУЛЮ

Драйвер PLD545 предназначен для работы с любыми 2/4-х фазными (биполярными или униполярными) ШД типоразмера 57, 86 мм (NEMA 23/34) 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** (клеммы PH1.1[+A], PH1.2[-A] и PH2.1[+B], PH2.2[-B]). 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.3**.

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.3 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.**

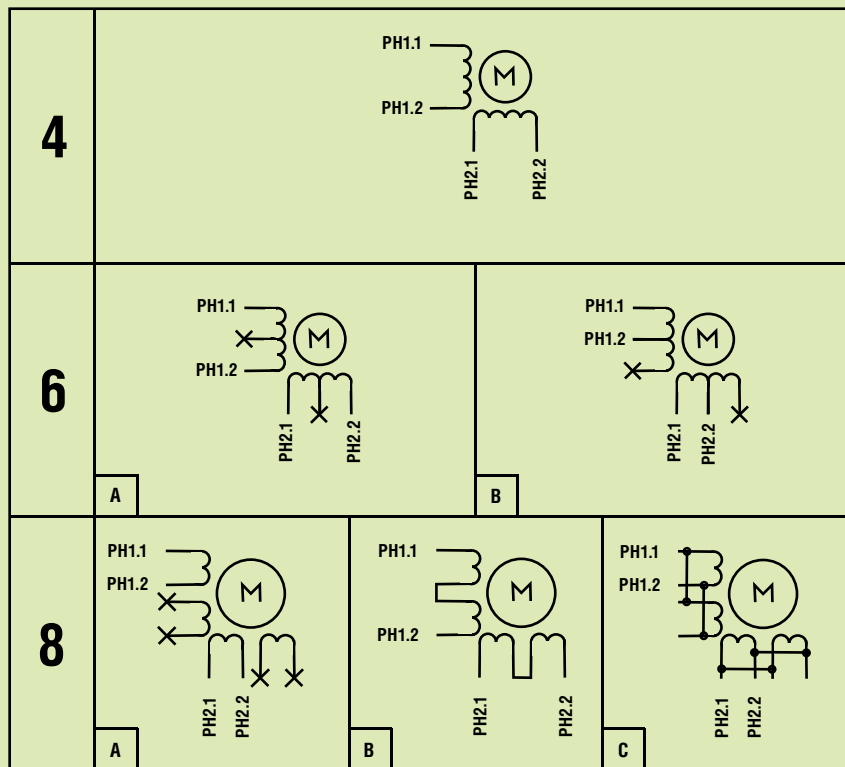


РИС.4 Схемы подключения 4,6 и 8-ми выводных шаговых двигателей.

К драйверу можно подключить 4,6 и 8-ми выводные ШД. Схемы подключения таких шаговых двигателей приведены на рис.4. 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  $\uparrow$  1.4 раза, момент более стабилен на низких частотах (относительно **В**). **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  $\uparrow$  1.4 раза, момент более стабилен на низких частотах (относительно **А**). **Подключение типа С** – момент  $\uparrow$  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 драйвер 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 48В. Поэтому при достаточно плавных замедлениях, драйвер способен работать с ШД при максимальном напряжении питания 45В. Если замедления резкие и защита включается часто — рекомендуется понизить напряжение питания до 40В.

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 переплестать 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, ВЫБОР ТОКА УДЕРЖАНИЯ ШД

Драйвер позволяет электронным способом делить физический шаг ШД (обычно 1.8 град. на шаг, всего 200 шагов на оборот) на целое значение - 1, 2, 4 и 16. Таким образом повышается точность позиционирования — 200, 400, 800 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 (4, 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. Деление на 1 — режим шага — использовать не рекомендуется, поскольку в этом режиме наиболее сильно выражены резонансные явления ШД.

Переключение режима деления шага осуществляется согласно **рис.1** дип-переключателем. Выбор деления шага необходимо осуществлять только при выключенном питании драйвера.

Драйвер позволяет устанавливать максимальный рабочий ток обмотки ШД. 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. Установка рабочего тока осуществляется согласно **рис.1** дип-переключателем. Установку рабочего тока необходимо осуществлять только при выключенном питании драйвера.

При отсутствии сигнала STEP больше чем 2 секунды, драйвер переходит в спящий режим (режим AUTO-SLEEP) и снижает ток обмотки на значение, установленное дип-переключателем согласно **рис.1**. Это позволяет уменьшить нагрев ШД при простое и снизить потребление тока. Установку тока удержания необходимо осуществлять только при выключенном питании драйвера.

## ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ ДРАЙВЕРА, АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Драйвер PLD545 имеет встроенные защиты:

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

**Защита от скачков питающего напряжения** — защита включается при подаче напряжения питания больше 48В, для защиты драйвера от эффекта «обратной ЭДС» от ШД.

**Защита от превышения частоты сигнала STEP** — защита включается при подаче сигнала STEP, с частотой превышающей допустимую для выбранного диапазона деления шага.

Частота вращения вала ШД в любом из четырех диапазонов деления шага ограничена значением 30 об/сек, поскольку при больших значениях частоты вращения момент на валу ШД становится минимальным. Для деления шага 1:1 максимальная частота STEP — 6кГц, для 1:2 — 12кГц, для 1:4 — 25кГц и для 1:16 — 100кГц.

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

ТАБЛ.1 Аварийные ситуации модуля и методы по их устранения

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.