

# Leadshine ACS606

Блок управления бесщеточным серводвигателем



## Руководство по эксплуатации

### Оглавление

Раздел 1. Основные сведения.....	2
1.1 Описание .....	2
1.2 Технические характеристики .....	2
1.3 Функциональные особенности.....	2
1.4 Габаритные размеры .....	3
1.5 Описание разъемов.....	3
1.5 Коммутация управляющих сигналов .....	4
1.6 Подключение энкодера и датчика Холла .....	5
1.7 Подключение к СОМ-порту ПК.....	6
1.8 Типичная схема подключения.....	6
Раздел 2. Начало работы .....	7
2.1 Установка энкодера или датчика Холла .....	7
2.2 Тип источника питания .....	7
2.3 Выбор питающего напряжения.....	8
2.4 Подключение управляющих сигналов. ....	8
2.5 Выбор типа силовых кабелей.....	8
2.6 Зануление привода .....	8
2.7 Подключение питания.....	9
Раздел 3. ....	9
3.1 Включение привода .....	9
3.2 Настройка привода с помощью ПО ProTuner .....	9
3.2.1 Ввод начальных параметров.....	9
3.2.2 Настройка контура тока.....	10
3.2.3 Настройка контура контроля позиции .....	11
3.2.4 Настройка электронной редукции и максимального рассогласования.....	13
3.2.5 Загрузка данных в драйвер .....	13
Раздел 4. ....	13
4.1 Защитные функции драйвера .....	13

# Раздел 1. Основные сведения

## 1.1 Описание

Leadshine ACS606 – цифровой блок управления(драйвер) бесщеточным серводвигателем постоянного и переменного тока (BLDC servo motor, PMSM motor) серий BLM и ACM. Драйвер создан на основе 32-битного цифрового сигнального процессора с применением современных управляющих алгоритмов. Управление сигналами STEP/DIR позволяет применять приводы на основе драйверов ACS в качестве замены шаговым двигателям без изменения других частей ЧПУ-системы. ACS606 позволяет добиться плавного и точного движения с высоким моментом и надежностью, на всем диапазоне скоростей привода. Встроенный контроллер позволяет произвести тесты и настройку без подключения источника управляющих сигналов. С помощью поставляемого вместе с контроллером ПО также возможно произвести точную настройку управляющих контуров привода.

## 1.2 Технические характеристики

Параметр	Значение
Мощность	200 Ватт
Напряжение питания	18..60 В постоянного тока
Ток фазы	6 А (пиковый 15 А)
Динамическая ошибка позиционирования	±1 импульс энкодера
Точность позиционирования	±1 импульс энкодера
Мин. скорость	1 об/мин.
Точность управления скоростью	±2 об/мин
Ток потребления энкодера	100 мА
Класс защиты	IP20
Режимы контроля	Позиция
Тип датчика угла поворота(энкодера)	Инкрементальный
Частота входящего сигнала	200 кГц
Диапазон регулирования скорости	1/255...255
Входной сигнал	STEP/DIR CW/CCW

Длительность сигналов DIR и STEP – не менее 0,85 мкс. Смена сигнала DIR должна опережать STEP не менее чем на 5 мкс для корректной отработки смены направления.

## 1.3 Функциональные особенности

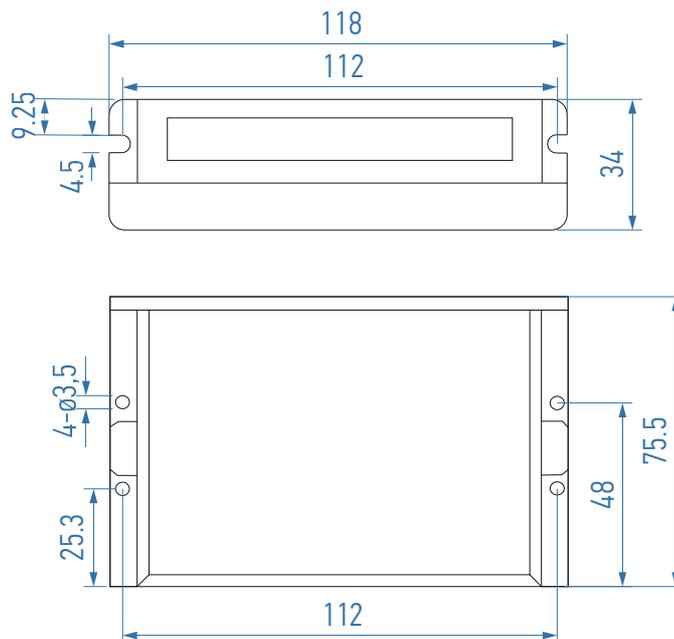
- Функция автономного тестирования с трапецеидальным профилем скорости
- Настройка параметров через COM-порт с компьютера
- Оптоизолированные входы, поддерживающие подключение по схеме общий коллектор и дифференциальных сигналов
- Настраиваемый предел рассогласования позиции
- Защита от превышения напряжения, превышения тока(короткого замыкания), ошибки энкодера
- 10 слотов сохранения ошибок

Приводы ACS606 подходят для автоматизированного оборудования среднего формата, таких как струйные принтеры, гравировальные и фрезерные станки с ЧПУ, 3D-принтеры, координатные столы, установщики компонентов, и т.п.

### Температурный режим привода

Привод надежно работает при температуре корпуса не более 70°C и температуре двигателя до 80°C. При монтаже привода старайтесь увеличить площадь поверхности теплоотвода.

### 1.4 Габаритные размеры



### 1.5 Описание разъемов

#### Разъем подключения энкодера

№ контакта	Сигнал	Описание
1	EA+	Вход сигнала энкодера A+
2	EB+	Вход сигнала энкодера B+
3	EGD	«земля»
4	HW	Вход сигнала W датчика Холла
5	HU	Вход сигнала U датчика Холла
6	FG	
7	EZ+	зарезервировано
8	EZ+	зарезервировано
9	HV	Вход сигнала V датчика Холла
10	NC	-не используется-
11	EA-	Вход сигнала энкодера A-
12	EB-	Вход сигнала энкодера B-
13	VCC	питание +5 В (ток не более 100 мА)
14	NC	-не используется-
15	NC	-не используется-

#### Разъем подключения управляющих сигналов

№ контакта	Сигнал	Описание
1	PUL+	Сигнал «шаг» STEP+
2	PUL-	Сигнал «шаг» STEP-
3	DIR+	Сигнал направления DIR+
4	DIR-	Сигнал направления DIR-
5	ENA+	Сигнал ENABLE+
6	ENA-	Сигнал ENABLE-

### Разъем RS232 для настройки драйвера

№ контакта	Сигнал	Описание
1	NC	-не используется-
2	+5V	Сигнал «шаг» STEP-
3	TxD	Сигнал направления DIR+
4	GND	Сигнал направления DIR-
5	RxD	Сигнал ENABLE+
6	NC	-не используется-

### Разъем силовых контактов

№ контакта	Сигнал	Описание
1	U	Фаза двигателя U
2	V	Фаза двигателя V
3	W	Фаза двигателя W
4	+Vdc	Источник питания 16..60 В
5	GND	«земля»

### 1.5 Коммутация управляющих сигналов

Драйвер ACS606 имеет 3 дифференциальных входы для логических сигналов STEP, DIR и ENABLE. Входы гальванически развязаны. Для подсоединения драйвера к источнику сигналов рекомендуется использовать экранированную витую пару. Не прокладывайте этот кабель вблизи силовых цепей. Сигналы STEP/DIR/ENABLE могут быть подсоединены 2 способами: по дифференциальной схеме и по схеме с общим анодом.

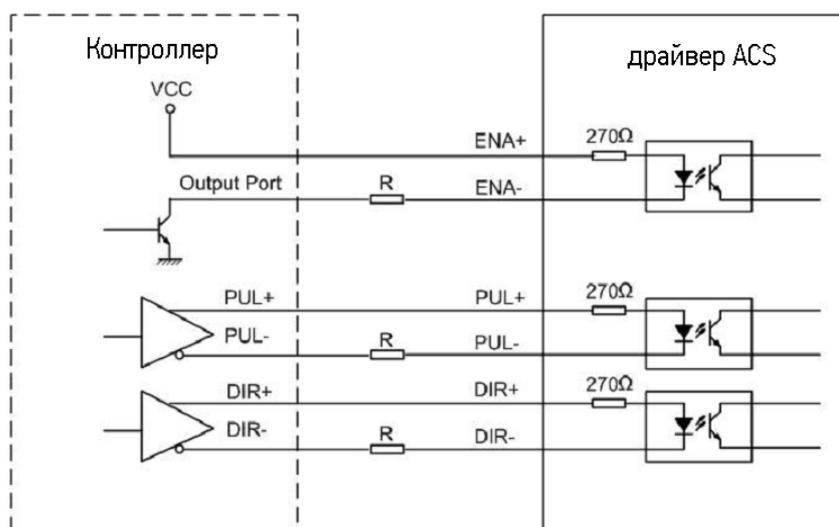


Рис. 2. Подключение по схеме дифференциальных сигналов

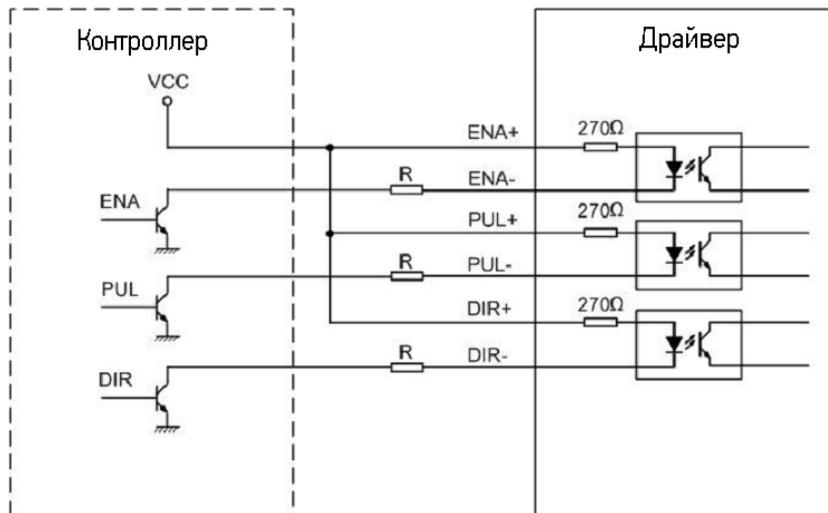


Рис. 3. Подключение по схеме с общим анодом

### 1.6 Подключение энкодера и датчика Холла

Серводрайвер ACS606 допускает подключение как инкрементального квадратурного энкодера так и датчика Холла для определения позиции вала двигателя. Подключение рекомендуется осуществлять с помощью витой пары для повышения помехоустойчивости.

Если датчик питается напряжением 5 В и потребляет ток не более 100 мА, то он может питаться напрямую с ACS606(см. рис. 4). Если потребление превышает 100мА, необходимо использовать внешний источник питания 5 В(рис. 5).

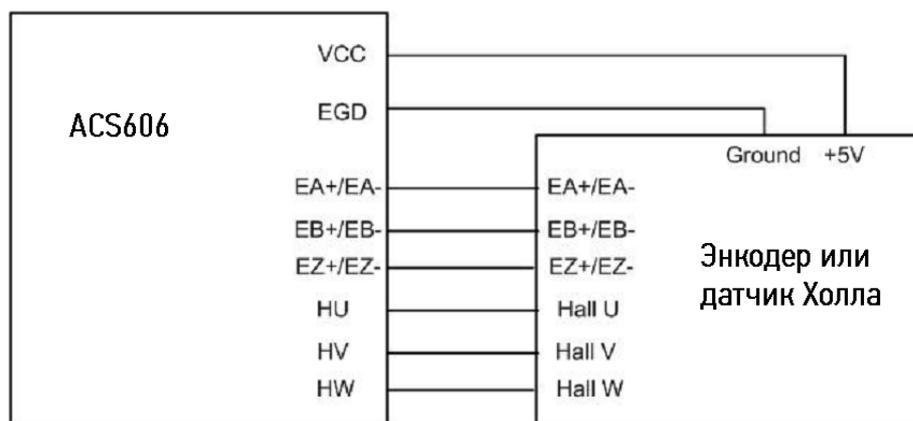


Рис. 4. Подключение энкодера с питанием от драйвера(ток потребления &lt;100 мА)

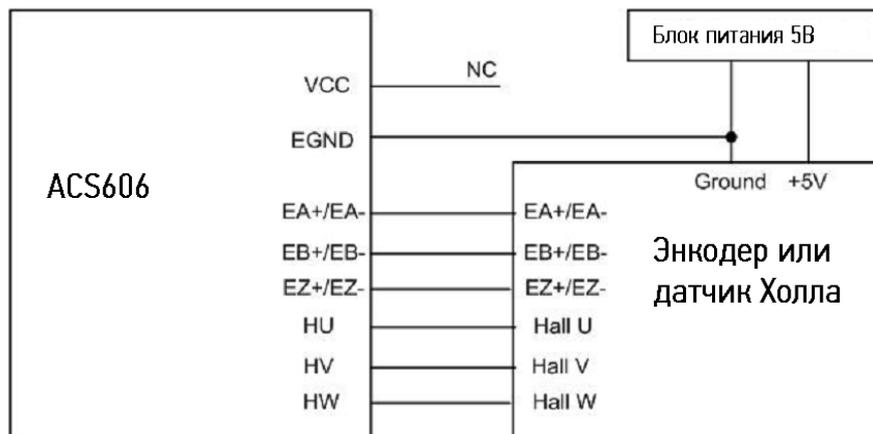
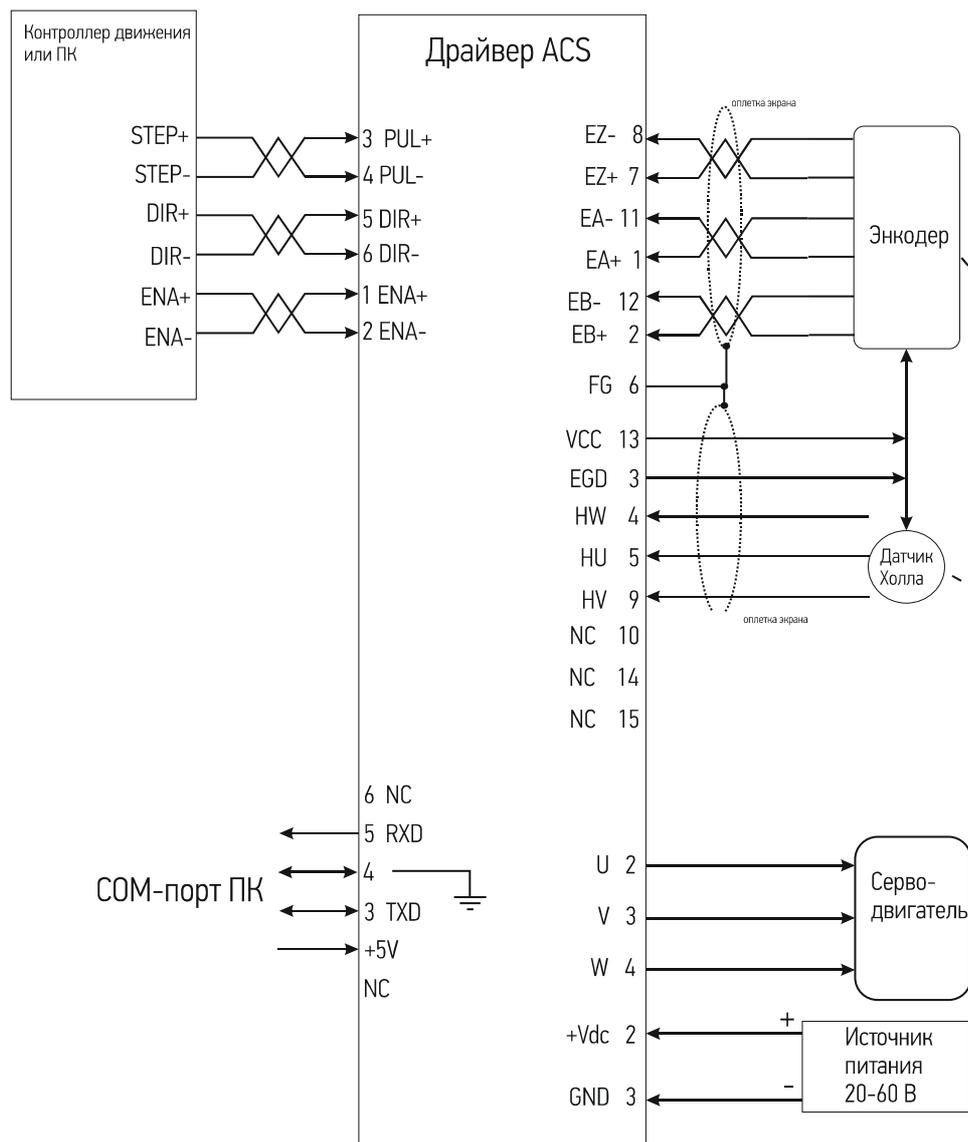


Рис. 5. Подключение энкодера с питанием от внешнего источника(ток потребления >100 мА)

### 1.7 Подключение к COM-порту ПК

Подключение драйвера к компьютеру с ПО ProTuner для настройки параметров осуществляется с помощью кабеля RJ12-RS232, поставляемого вместе с драйвером(по запросу).

### 1.8 Типичная схема подключения



## Раздел 2. Начало работы

### 2.1 Установка энкодера или датчика Холла

Энкодер и датчик Холла дают приводу информацию о положении вала двигателя и ориентации магнитного поля ротора. Перед подключением двигателя к драйверу убедитесь, что на моторе корректно установлены энкодер (не менее чем 200 линий) и датчик Холла.

Поставляемые вместе с приводами ACS бесщеточные двигатели серии BLM оснащены энкодером и датчиком Холла. При подключении двигателей BLM разместите кабели датчиков как можно дальше от возможных источников помех (минимум на 5 см).

### 2.2 Тип источника питания

Драйвер может быть запитан любым источником постоянного напряжения в пределах допустимого диапазона. Однако, вследствие выраженного импульсного характера потребления тока сервоприводом, при использовании регулируемых импульсных

источников питания важно иметь большой запас по току – максимальный ток ИБП должен превышать рабочий ток сервомотора на 30-60%. По этой причине наиболее предпочтительными являются линейные трансформаторные источники питания и нерегулируемые источники питания Leadshine серии SPS, которые являются более эффективными источниками тока для привода и без последствий переносят скачкообразное изменение потребляемой мощности. Применение линейных и нерегулируемых источников позволяет применять блоки питания с номинальным током, меньшим, чем рабочий ток двигателя (обычно примерно 70% от тока двигателя).

### 2.3 Выбор питающего напряжения

Напряжение питания ACS606 может лежать в пределах 18-60 В постоянного тока, включая обратную ЭДС и скачки питающего напряжения. При этом необходимо учитывать напряжение питания, заявленного производителем серводвигателя. Нельзя питать драйвер напряжением, значительно (на 5В и более) превосходящим данное значение.

### 2.4 Подключение управляющих сигналов.

**Внимание! Все коммутации и операции с кабелями необходимо выполнять на обесточенных устройствах!**

Подключение управляющих сигналов желательно выполнять с помощью экранированной витой пары. Подключение выполняется согласно вышеприведенной схеме (см. Раздел 1).

### 2.5 Выбор типа силовых кабелей

Кабели фаз серводвигателей должны соответствовать пиковому току потребления мотора. При наращивании длины силовых проводов желательно соблюдать следующие требования:

Ток	Сечение провода
10 А	AWG #20
15 А	AWG #18
20 А	AWG #16

### 2.6 Зануление привода

Все кабели общего провода изолированной системы рекомендуется заземлить, соединив по схеме «звезда» - в одной точке, соединенной с землей проводником малого сопротивления. Аналогично, экраны кабелей также должны быть заземлены в одной точке – экран на одном конце кабеля должен быть свободен, второй подключен к земле. Обратите внимание на наличие кабеля заземления корпуса двигателя. Если двигатель оснащен данным проводом, то его заземление приведет к тому, что корпус двигателя, будучи установленным на заземленную станину и данный кабель образуют кольцо, по которому будут идти выравнивающие токи.

## 2.7 Подключение питания

**Внимательно проверяйте полярность напряжения питания! Подключение питания в обратной полярности повредит драйвер!**

Расстояние(длина кабеля) от источника питания до драйвера должно быть минимальным в целях снижения электромагнитных помех. Если кабель питания длиннее 500 мм, рекомендуется установить на входе драйвера(между клеммами) электролитический конденсатор на 1000мкФ, с макс. напряжением до 100В, для сглаживания помех. При подключении нескольких драйверов к одному источнику питания используйте только схему подключения «звезда». При невозможности подключить приводы к ИП по схеме звезда - используйте несколько блоков питания.

# Раздел 3.

## 3.1 Включение привода

После подключения кабелей согласно схеме, включите питание. Загорание зеленого светодиода и блокировка ротора двигателя свидетельствует о нормальном функционировании драйвера и готовности к работе. Рывок двигателя и индикация красным светодиодом говорит о неправильном подключении энкодера или фаз двигателя(в этом случае откройте фирменное ПО ProTuner и проверьте статус привода в пункте **Err\_Check**).

## 3.2 Настройка привода с помощью ПО ProTuner

Сервопривод – привод с обратной связью по положению, т.е. драйвер старается устранить ошибку позиционирования, при этом «сила» коррекции(«усиление») зависит от величины расхождения реальной и заданной позиции(рассогласования позиции) и некоторых других параметров. Система с большим «усилением» может давать большой крутящий момент при очень малом рассогласовании.

Ротор серводвигателя и нагрузка обладают моментами инерции, которые сервопривод должен разгонять и тормозить согласно управляющим сигналам. Влияние моментов инерции проявляется в том, что реальное положение ротора постоянно смещается им относительно требуемой позиции, в результате чего ротор совершает постоянные микроколебания вокруг требуемой точки. Если эти колебания велики, такое состояние будем называть «недостаточно демпфированным». Данные колебания должны быть сглажены с помощью интегрирования сигнала рассогласования. Однако, избыточный вклад интегральной составляющей может привести к тому, что привод будет реагировать на изменения слишком медленно, что приведет к «чрезмерно демпфированному» состоянию. Задача настройки - в нахождении таких коэффициентов, когда привод достаточно быстро реагирует на изменения рассогласования, при этом не происходит перебегов, вибраций и самоколебаний вокруг заданной позиции. Настройка сервосистемы производится в порядке, в каком следуют пункты данного раздела

### 3.2.1 Ввод начальных параметров

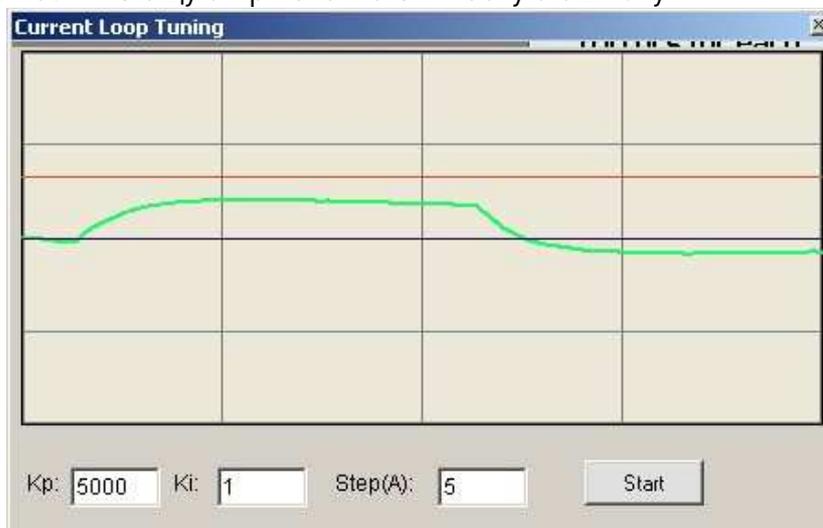
Перед настройкой регуляторов необходимо сконфигурировать следующие параметры системы в меню **Tuning->Position Loop**:

- а) **Motor pole pairs** (число полюсов). Для двигателей серии BLM это число равно 2, для двигателей ACM – 4
- б) **Encoder resolution**. Данный параметр отвечает за число **импульсов**, которое равно числу линий, умноженному на 4. Для двигателей серии BLM параметр Encoder lines = 4000.

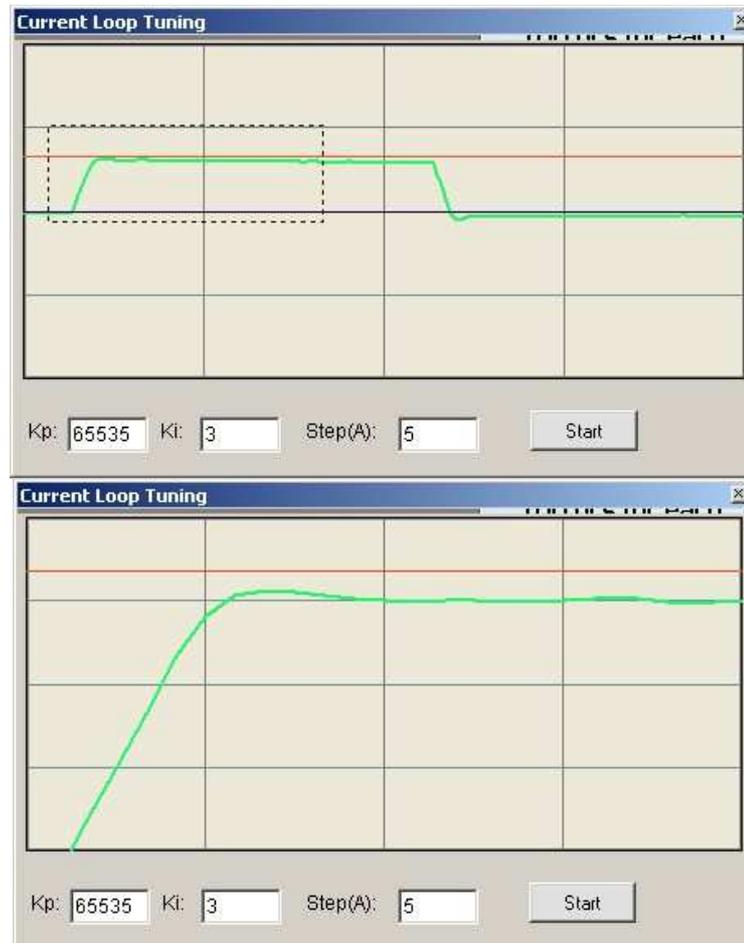
### 3.2.2 Настройка контура тока

Уровень тока в обмотках регулируется ПИ-регулятором и настраивается в меню **Tuning->Current Loop**. Установите в поле I-test значение, равное рабочему току двигателя, и нажмите кнопку Start. Система поднимет уровень тока в обмотке до заданного значения и снизит обратно, выведя график зависимости тока (зеленым отмечен уровень тока обмоток, красным – заданный уровень). Задача настройки регулятора – получить фигуру, максимально близкую к прямоугольнику.  $K_p$  – коэффициент пропорционального усиления. С увеличением  $K_p$  система быстрее реагирует на отклонение реального тока от необходимого уровня, слишком большие значения приводят к нестабильности и перебегу – значение тока может «проскакивать» нужный уровень. Очень большие значения могут привести к возникновению самоколебаний тока.  $K_i$  – интегральный коэффициент, обладает сглаживающим эффектом и устраняет «статическую ошибку». Увеличение  $K_i$  приводит к увеличению «инерции» системы, замедлению её реакции. Слишком большие значения вызывают автоколебания регулируемого сигнала.

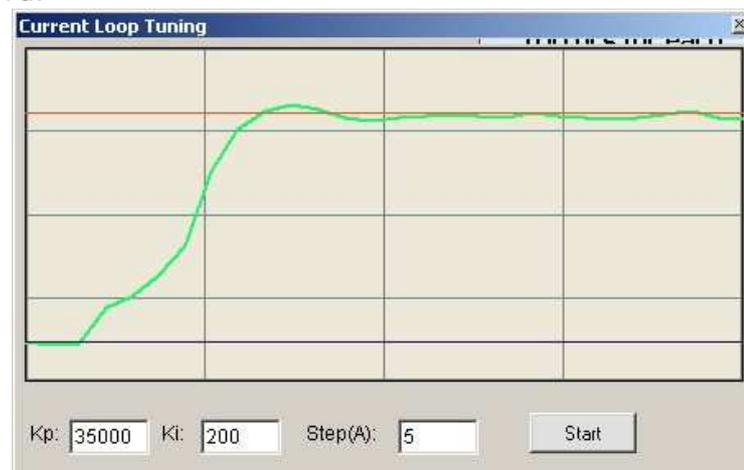
Ниже показан пример с заниженными коэффициентами  $K_p$  и  $K_i$ . Малое значение  $K_p$  приводит к слишком медленному нарастанию тока, по мере приближения тока к заданному значению влияние  $K_p$  падает все сильнее, а слишком малый  $K_i$  не способен компенсировать возникающую при этом статическую ошибку



Резко увеличив пропорциональный коэффициент, можно устранить медленную реакцию системы, однако, при этом возникает перебег и уровень тока все еще удерживается на некотором расстоянии от необходимого. Картинку можно приблизить, выделив участок мышью:



Увеличение  $K_i$  компенсирует эту статическую ошибку, сравнивая уровень тока с заданным, однако, увеличившаяся инерция системы привела к возникновению некоторого перебега:



Небольшой перебег не является ошибкой, если при этом не возникает неустойчивости или колебаний тока в обмотках.

### 3.2.3 Настройка контура контроля позиции

После настройки контура тока настраивается контур контроля позиции.

На графике отображается:

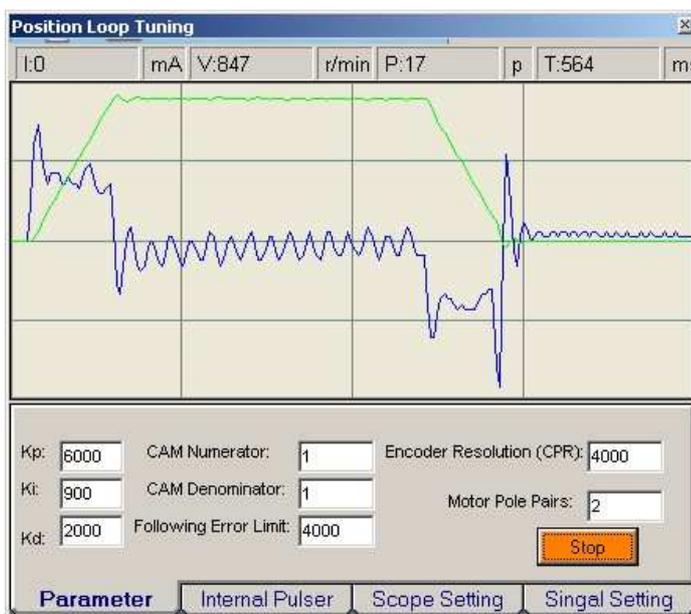
Зеленым цветом - профиль скорости (зависимость скорости от времени)

Синим цветом - зависимость отклонения реальной позиции от заданной (рассогласование) от времени.

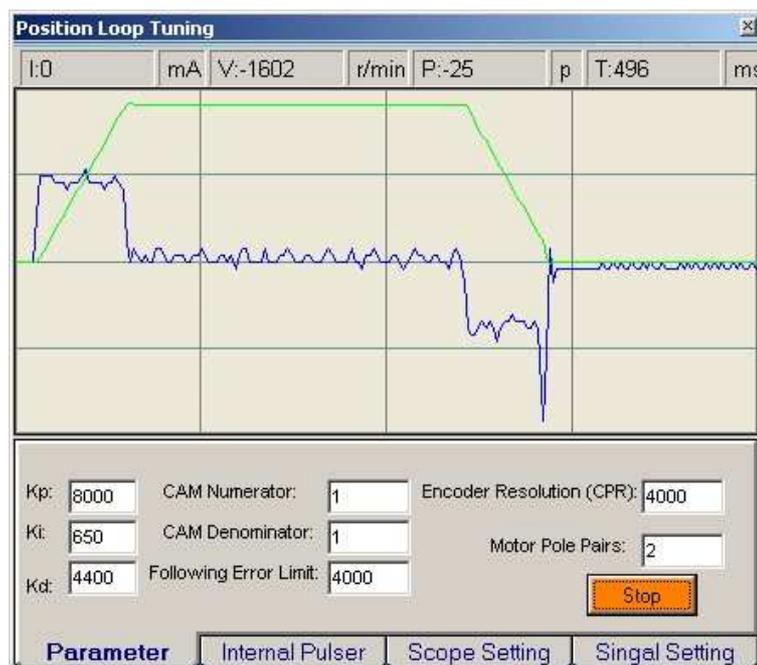
Оранжевым - зависимость тока от времени.

Шкала времени для всех графиков общая.

На вкладке **Internal pulser** необходимо задать параметры движения, при которых будет производиться настройка - скорости и ускорения. Их лучше выбирать такими, чтобы они совпадали с рабочими скоростью и ускорением станка, на который будет установлен привод. Затем, перейдя на вкладку **Parameter**, нажать кнопку **Start**. Будут построены графики описанных величин. Основным графиком является синий график рассогласования. Идеальным случаем является рассогласование, равное нулю на протяжении всего отрезка (ровная горизонтальная линия), однако в реальности рассогласование колеблется около этого значения, особенно велико рассогласование в участках с ненулевым ускорением и ненулевыми производными от него. На графике видно два всплеска рассогласования в момент старта и остановки мотора:



Задача подбора параметров заключается в максимальном уменьшении рассогласования и сглаживании его графика. Рассогласование регулируется ПИД-регулятором с коэффициентами  $K_p$ ,  $K_i$  имеющими тот же смысл, что и при настройке контура тока, и коэффициента  $K_d$ , реагирующего на скорость изменения рассогласования. На вышеприведенном графике коэффициенты  $K_p$  и  $K_d$  были искусственно занижены, что привело к медленной реакции на возникновение отклонений. Увеличение этих коэффициентов с одновременным понижением вклада интегральной составляющей (т.к. перебег в точке старта и стопа был слишком значительный) существенно улучшает график рассогласования:



### 3.2.4 Настройка электронной редукции и максимального рассогласования

По умолчанию каждый импульс STEP соответствует одному импульсу энкодера, так, для двигателей серии BLM требуется 4000 импульсов STEP на 1 оборот. Это соотношение может быть изменено путем изменения параметров CAM Numerator и CAM Denominator.

$$\text{Импульсов на оборот} = \frac{4 \times \text{Разрешение энкодера} \times \text{CAM Denominator}}{\text{CAM Numerator}}$$

Максимальное рассогласование устанавливается параметром Following Error Limit. При достижении этого значения драйвер выдает сигнал ошибки.

### 3.2.5 Загрузка данных в драйвер

После окончания настройки данные необходимо отправить в память EEPROM драйвера через пункт меню **Options->SaveToDrive**

## Раздел 4.

### 4.1 Защитные функции драйвера

Для индикации ошибок используется один красный светодиод. Период мигания составляет 5 сек, тип ошибки идентифицируется по числу загораний диода в период

#### Превышение тока или короткое замыкание – 1 раз

Данная ошибка индицируется при превышении тока в 20 А.

#### Превышение напряжения – 2 раза

Данная ошибка индицируется при превышении напряжения в 64.5 В

**Ошибка фаз двигателя – 4 раза**

Данная ошибка возникает при неправильно подключенных фазах двигателя и/или кабеля энкодера

**Ошибка энкодера – 5 раз**

Данная ошибка возникает при неправильно подключенном энкодере и/или датчике Холла

**Ошибка рассогласования – 7 раз**

Данная ошибка возникает при достижении допустимого предела рассогласования. Эта ошибка также возникает при неправильном подключении двигателя.

**Внимание! В драйвере нет защиты от неправильной полярности питающего напряжения!**