АО Лаборатория Электроники

Руководство по эксплуатации

Блок управления коллекторным двигателем постоянного тока AWD10

Москва 2025 Данное руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления технического персонала с техническими характеристиками, условиями эксплуатации, технического обслуживания и хранения блока управления AWD10 версии 1.4.

Содержание

1 Описание и работа
1.1 Назначение 6
1.2 Функциональные возможности 6
1.3 Технические характеристики7
1.3.1 Габаритные и установочные размеры
1.4 Устройство блока управления9
1.4.1 Функциональная схема9
1.4.2 Описание разъёмов блока управления 10
1.4.3 Схема внутреннего подключения разъёмов 12
1.5 Описание работы 12
1.5.1 Режимы работы12
1.5.1.1 Режим стабилизации скорости вращения двигателя по уровню противо-ЭДС12
1.5.1.2 Режим стабилизации скорости вращения двигателя с обратной
связью от инкрементального энкодера
1.5.1.3 Режим слежения за внешним аналоговым сигналом
1.5.1.3.1 Подрежим слежения за внешним аналоговым сигналом 13
1.5.1.3.2 Подрежим принудительного управления
1.5.1.4 Режим ограничения момента на валу двигателя
1.5.2 Описание функциональных возможностей 14
1.5.2.1 Интерфейс связи14
1.5.2.2 Защита от короткого замыкания15
1.5.2.3 Торможение двигателя15
1.5.2.4 Аппаратное ограничение тока двигателя
1.5.2.5 ПИД-регулирование16
1.5.3 Описание настраиваемых параметров блока управления 17
1.5.3.1 Сетевой адрес17
1.5.3.2 Смещение нуля аналоговых входов
1.5.3.3 Ограничение значений ШИМ 18
1.5.3.4 Коэффициенты ПИД-регулятора18
1.5.3.5 Ограничение значений составляющих ПИД-регулятора18
1.5.3.6 Коэффициент периода вычисления составляющих
ПИД-регулятора
1.5.3.7 Коэффициент времени задержки перед измерением ЭДС двигателя
1.5.3.8 Количество измерений ЭДС двигателя

1.5.3.9 Ограничение пикового тока двигателя	19
1.5.3.10 Режим работы платы	19
1.5.3.11 Максимальная частота врашения энколера	19
1.5.3.12 Количество импульсов на один оборот энкодера	19
1.5.3.13 Лифференциальное значение	19
1.5.3.14 «Зона нечувствительности»	19
1.5.3.15 Скорость, при которой изменяется направление врашения.	
1.5.3.16 Скорость вращения при принулительном управлении	
1.5.3.17 Коэффициент усиления	
1.5.3.18 Максимальная скорость врашения в режиме стабилизации	
момента	20
2 Эксплуатация	21
2.1 Эксплуатационные ограничения	21
2.2 Ограничения на использование типов двигателей	21
2.3 Подготовка блока управления к эксплуатации	21
2.3.1 Подключение источников питания	22
2.3.2 Подключение по интерфейсу RS485	22
2.4 Примеры подключения для различных режимов работы блока	
управления	23
2.4.1 Подключение блока управления для работы в режиме Ст1	24
2.4.2 Подключение блока управления для работы в режиме Ст2	25
2.4.3 Подключение блока управления для работы в режиме Сл	26
2.4.4 Подключение блока управления для работы в режиме М	27
2.5 Программирование и настройка блока управления	28
2.5.1 Параметры интерфейса	
2.5.2 Описание протокола	28
2.5.2.1 Структура пакета	28
2.5.2.2 Контрольная сумма	29
2.5.2.3 Коды ошибок протокола	29
2.5.3 Команды управления	29
2.5.4 Описание параметров команд управления	30
2.5.4.1 Параметры команд установки и получения значений параме	тров
блока управления	30
2.5.4.2 Параметры команды выполнения действия	33
2.5.4.3 Параметры команды получения результата	35
2.5.4.4 Описание регистра конфигурации режима работы блока	
управления	36
2.5.4.5 Описание регистра статуса блока управления	38

2.6 Выбор сигналов и команд управления	39
2.6.1 Выбор сигналов и команд управления в режиме Ст1	39
2.6.1.1 Управление скоростью вращения двигателя в режиме Ст1	39
2.6.1.2 Управление направлением вращения в режиме Ст1	40
2.6.2 Выбор сигналов и команд управления в режиме Ст2	40
2.6.2.1 Настройка счётчика импульсов энкодера	41
2.6.3 Выбор сигналов и команд управления в режиме Сл	41
2.6.3.1 Управление двигателем в режиме Сл	42
2.6.3.2 Команда разрешения слежения	42
2.6.4 Выбор сигналов и команд управления в режиме М	42
2.6.4.1 Управление моментом и скоростью вращения двигателя в	
режиме М	43
2.6.4.2 Управление направлением вращения в режиме М	44
2.6.5 Описание работы цифровых входов управления	44
2.6.5.1 Цифровые входы концевых выключателей	44
2.6.5.2 Цифровые входы управления направлением вращения и	
разрешения вращения	44
2.7 Настройка ПИД-регулятора	45
2.7.1 Настройка ПИД-регулятора для режимов Ст1, Сл и М	45
2.7.2 Настройка ПИД-регулятора для режима Ст2	46
3 Техническое обслуживание	47
4 Текущий ремонт	47
5 Хранение	47
6 Транспортирование	48
7 Утилизация	48
8 Гарантии изготовителя	48
9 Изготовитель	48

1 Описание и работа

1.1 Назначение

Блок управления коллекторным двигателем постоянного тока AWD10 (далее – блок управления или блок AWD10) предназначен для управления скоростью и направлением вращения двигателя с рабочим напряжением от 12 до 90В и током до 10А.

1.2 Функциональные возможности

Функциональные возможности блока управления:

- стабилизация скорости вращения двигателя без тахогенератора;
- стабилизация скорости вращения двигателя с тахогенератором;
- стабилизация скорости вращения двигателя по сигналам инкрементального энкодера;
- регулируемое ограничение момента на валу двигателя;
- управление двигателем по интерфейсу RS485;
- управление двигателем кнопками и потенциометром;
- управление двигателем с помощью дискретных и аналоговых сигналов;
- настраиваемый ПИД-регулятор для стабилизации скорости вращения двигателя;
- обработка сигналов концевых выключателей для остановки вращения;
- настройка параметров и режима работы осуществляется по интерфейсу RS485;
- защита от короткого замыкания в цепи питания двигателя и замыкания любого из проводов двигателя на питание или общий провод;
- возможность получения по интерфейсу RS485 направления, величины скорости вращения двигателя и параметров состояния блока управления.

1.3 Технические характеристики

	Значение				
Наименование параметра	AWD10- 12	AWD10- 24	AWD10- 36	AWD10- 60	AWD10- 90
Ođ	бщие характ	геристики			
Напряжение питания двигателя, В	1218	1827	2742	4872	7290
Пиковый ток двигателя ¹ , А			10		
Ток срабатывания защиты от короткого замыкания, А			12		
Диапазон регулирования скорости вращения с погрешностью до 5%			1:100		
Напряжение питания блока управления по линии 12 В	H	Не требуетс	я	Треб	уется
Номинальный ток потребления, А			0,035		
Температурный диапазон работы, °С	От -40 до +50				
Габаритные размеры, мм	$100 \times 80 \times 25$				
Уровні	и управляю	щих сигнал	IOB		
The second secon	Логический ноль От 0 до 0,5				0,5
дискретные входы/выходы, в	Логическая единица			От 2,4 до 5	
Average program D	Минимальное значение			0	
Аналоговые входы, В	Максимальное значение 5				
Интерфейс связи					
Тип интерфейса	RS485				
Скорость передачи, кбит/с	9600				
Максимальное количество устройств в сети ² , шт.	255				
Сопротивление согласующего резистора ³ , Ом	120				

Таблица 1 – Технические характеристики

¹ Подробнее про ограничение тока описано в п. 1.5.2.4 .

² Согласующий резистор подключается путём замыкания перемычки на плате.

³ В одном сегменте сети RS485 можно подключать не более 31-го блока управления, 255 блоков AWD10 к одной сети можно подключить только при использовании повторителей сигналов интерфейсов RS485.

1.3.1 Габаритные и установочные размеры

Габаритные и установочные размеры представлены на рисунке 1. Размер со звездочкой максимальный.



Рисунок 1 – Габаритные и установочные размеры блока управления

1.4 Устройство блока управления

1.4.1 Функциональная схема



Функциональная схема блока управления представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 – Функциональная схема блока управления AWD10

Силовое питание поступает на «регулятор напряжения», формирующий внутреннее напряжение питания 12В, и на «мостовую силовую схему», обеспечивающую реверсивное управление двигателем с помощью ШИМ. Блок «питание контроллера» обеспечивает формирование внутреннего стабилизированного напряжения питания 5В. Питание 12В необходимо в модификациях AWD10-60 и AWD10-90. «Датчик тока» обеспечивает измерение выходного тока блока управления, что необходимо для обеспечения работы функций защиты от короткого замыкания и ограничения момента. «Детектор обратной связи» обеспечивает формирование сигнала обратной связи по напряжению противо-ЭДС двигателя или по частоте импульсов от энкодера.

Дискретные и аналоговые входы служат только для управления двигателем. Интерфейс RS485 служит для настройки параметров блока AWD10 и управления двигателем.

Все функции управления выполняет «контроллер». Управление скоростью вращения осуществляется ПИД-регулятором, на вход которого поступает информация о требуемой и реальной скорости вращения двигателя. Выходным сигналом ПИД-регулятора является величина ШИМ, подаваемая через блок «управления ключами» на «мостовую силовую схему».

1.4.2 Описание разъёмов блока управления

Расположение разъёмов и индикаторов блока управления показано на рисунке 3, описание разъёмов представлено в таблице 2.



Рисунок 3 – Расположение разъёмов блока управления

Разъем	ŀ	Контакт	Назначение				
	1	Power-	Общий				
D1	2 Power+		Силовое питание двигателя и блока управления				
PI	3	Motor-	Двигатель «»				
	4	Motor+	Двигатель «+»				
	1	EXT +12	Вход для дополнительного питания блока 12 В				
	2	GND	Общий				
	3	GND	Общий				
	4	GND	Общий				
	5	+5	Выход 5 В, 100 мА				
	6	GND	Общий				
	7	В	Обратный дифференциальный вход/выход интерфейса RS485 (–Data)				
DO	8	А	Прямой дифференциальный вход/выход интерфейса RS485 (+Data)				
P2	9	EN	Разрешение вращения двигателя в режиме Сл				
	10	LRev	Концевой выключатель при вращении двигателя направлении «назад»				
	11	LForw	Концевой выключатель при вращении двигателя в направлении «вперед»				
	12	Rev	Разрешение вращения двигателя в направлении «назад»				
	13	Forw	Разрешение вращения двигателя в направлении «вперед»				
	14	Enc C	Импульсный вход инкрементального энкодера				
	15	AN1	Аналоговый вход 1				
	16	AN2	Аналоговый вход 2				
D2	1	+TxD LED	Плюс светодиода «индикатор передачи данных»				
P3	2	–TxD LED	Минус светодиода «индикатор передачи данных»				
	1	+Led Power	Плюс светодиода «индикатор питания»				
P4	2	–Led Power	Минус светодиода «индикатор питания»				
D	1	–Led Overload	Минус светодиода «индикатор короткого замыкания в цепи лвигателя»				
P5	2	+Led Overload	Плюс светодиода «индикатор короткого замыкания в цепи лвигателя»				

Таблица 2 – Описание	разъёмов блока	AWD10
----------------------	----------------	-------

1.4.3 Схема внутреннего подключения разъёмов

P2					P1
EXT +12	1	Регулятор		1	-Power
GND	2	напряжени:	┦┝╺┝╴┰╶┰	2	+Power
GND	3		Мостовая	3	-Motor
GND	4		схема	4	+Motor
+5	5				
GND	6				P3
В	7			1	-TxD LED
A	8			2	+TxD LED
EN	9				
LRev	10				P4
LForw	11		1k	1	+Power LED
Rev	12			2	-Power LED
Forv	13		Τ.		
Enc C	14				P5
AN1	15		<	1	-Overload LED
AN2	16		1k	2	+Overload LED

Схема внутреннего подключения разъёмов показана на рисунке 4.

Рисунок 4 – Схема внутреннего подключения входов/выходов блока управления

1.5 Описание работы

1.5.1 Режимы работы

Блок AWD10 способен работать в четырёх режимах:

- режим стабилизации скорости вращения двигателя по уровню противо-ЭДС (Ст1);
- режим стабилизации скорости вращения двигателя с обратной связью от инкрементального энкодера (Ст2);
- режим слежения за внешним аналоговым сигналом (Сл);
- режим ограничения момента на валу двигателя (М).

Стабилизация скорости вращения двигателя с тахогенератором реализована в режиме Сл.

1.5.1.1 Режим стабилизации скорости вращения двигателя по уровню противо-ЭДС

В режиме Ct1 реализована стабилизация оборотов коллекторного двигателя без использования внешнего тахогенератора. В качестве сигнала обратной связи используется противо-ЭДС двигателя. Скорость задается одним из следующих вариантов:

- внешним аналоговым сигналом напряжения;
- подключаемым потенциометром;
- непосредственной установкой значения скорости по интерфейсу RS485.

Направление вращения может задаваться:

- дискретными сигналами ТТЛ уровней;
- подключаемыми кнопками;
- знаком параметра скорости вращения двигателя, задаваемого по интерфейсу RS485.

1.5.1.2 Режим стабилизации скорости вращения двигателя с обратной связью от инкрементального энкодера

В режиме Ct2 реализована стабилизация оборотов коллекторного двигателя с использованием внешнего инкрементального или встроенного в двигатель энокодера. В качестве сигнала обратной связи используются импульсы, поступающие от энкодера. Скорость и направление вращения задаются аналогично режиму Ct1.

1.5.1.3 Режим слежения за внешним аналоговым сигналом

В режиме Сл блок управления может работать в следующих подрежимах:

• слежение за внешним аналоговым сигналом;

• прямое управление двигателем;

Стабилизация скорости вращения двигателя с тахогенератором реализована в подрежиме слежения за внешним аналоговым сигналом. При прямом управлении ПИД-регулирование отключено, а значение задаваемой скорости загружается непосредственно в регистр PWM.

1.5.1.3.1 Подрежим слежения за внешним аналоговым сигналом

Подрежим слежения за внешним аналоговым сигналом позволяет реализовать следящие системы, например, системы задающие координатное положение в зависимости от уровня аналогового сигнала.

В данном случае управление может осуществляться:

- внешними потенциометром и кнопками;
- внешним аналоговым и дискретными сигналами;
- установкой уровня управляющего сигнала по интерфейсу RS485.

Сама система должна быть реализована таким образом, чтобы уровень сигнала обратной связи укладывался в диапазон от 0 до 5В. Блок AWD10 будет воздействовать на двигатель таким образом, чтобы значение сигнала обратной связи равнялось уровню управляющего.

1.5.1.3.2 Подрежим принудительного управления

Подрежим принудительного управления позволяет реализовать управление двигателем следующими способами:

- по интерфейсу RS485 скорость задаётся значением программного параметра, направление знаком этого параметра;
- скорость устанавливается по интерфейсу RS485 программным параметром, направление логическими сигналами, подаваемыми на входы Rev и Forw.

Стабилизация скорости вращения в данном режиме всегда отключена.

1.5.1.4 Режим ограничения момента на валу двигателя

Режим стабилизации момента позволяет реализовать стабилизацию скорости вращения двигателя по сигналам противо-ЭДС при этом ограничение момента двигателя может осуществляться одним из следующих способов:

- внешним аналоговым сигналом;
- внешним потенциометром;
- командами по интерфейсу RS485.

Скорость и направление вращения может задаваться:

- внешними потенциометром и кнопками;
- внешним аналоговым и дискретными сигналами;
- командами по интерфейсу RS485.

1.5.2 Описание функциональных возможностей

1.5.2.1 Интерфейс связи

Интерфейс связи предназначен для подключения устройства в сеть, построенную на основе стандарта RS485. Использование интерфейса связи позволяет:

- осуществлять настройку параметров платы;
- управлять направлением и скоростью вращения двигателя;
- получать информацию о результатах работы, текущем состоянии блока AWD10 и двигателя.

1.5.2.2 Защита от короткого замыкания

Блок AWD10 имеет защиту от короткого замыкания в цепи питания двигателя и замыкания любого из проводов двигателя на питание или общий провод. При коротком замыкании блок управления автоматически на одну секунду отключает двигатель от силовых цепей. Светодиодный индикатор, подключенный к разъему P5, в течение этого времени сигнализирует об аварийном режиме работы. Далее блок AWD10 автоматически возвращается в рабочее состояние.

1.5.2.3 Торможение двигателя

Остановка двигателя для прекращения вращения или смены направления в блоке управления реализовано двумя способами:

- Отключением обмоток двигателя от силовых цепей (медленная остановка двигателя, зависящая от момента инерции на валу);
- Закорачиванием обмоток двигателя (быстрое торможение).

Данная функция может быть отключена программно.

Внимание! При включённой функции быстрого торможения во время остановки двигателя вся запасённая энергия выделяется на активном сопротивлении обмоток в виде тепла. Поэтому часто применять динамическое торможение не рекомендуется.

1.5.2.4 Аппаратное ограничение тока двигателя

Блок управления позволяет задавать ограничение тока двигателя в пределах от $\frac{10}{16}$ до 10A с шагом $\frac{10}{16}$ A.



Рисунок 5 – Осциллограмма тока двигателя в импульсе ШИМ, измеряемого в блоке управления. Величина деления по горизонтали 20 мкс, по вертикали 2 А.

На рисунке 5 изображена осциллограмма тока двигателя измеряемого в блоке управления. При достижении тока двигателя значения 10 А напряжение

на двигателе отключается до начала следующего импульса ШИМ. На рисунке 6 приведена осциллограмма тока в цепи двигателя.

Примечание. При подключении двигателя с малой индуктивностью средний ток, измеряемый амперметром, установленным в цепи двигателя может значительно отличаться от пикового тока в импульсе ШИМ.



Рисунок 6 – Осциллограмма тока двигателя в импульсе ШИМ, измеряемого в цепи двигателя. Величина деления по горизонтали 20 мкс, по вертикали 2 А.

1.5.2.5 ПИД-регулирование

ПИД-регулятор является одним из основных элементов блока AWD10, позволяющих осуществлять автоматическую стабилизацию скорости вращения двигателя.

Расчет регулирующего воздействия на двигатель *U* выполняется по следующей формуле:

$$U = \frac{K_{\Pi}}{0xFF} \cdot e(k) + \sum \frac{K_{\Pi}}{0xFF} \cdot e(k) + \frac{K_{\Pi}}{0xFF} \cdot (e(k) - e(k-1)), (1)$$

где:

U – уровень управляющего воздействия;

е(*k*) – текущая ошибка регулирования;

е(*k*-1) – предыдущая ошибка регулирования;

К_П – пропорциональный коэффициент регулятора;

*К*_и – интегральный коэффициент регулятора;

*К*_л – дифференциальный коэффициент регулятора;

0xFF – константа в шестнадцатеричном формате.

Уровень управляющего воздействия *U* является беззнаковым числом, принимающим значения от 0 до 1023. Его знак определяет направление вращения, а модуль – значение выходного ШИМ.

Текущая ошибка регулирования определяется как разность текущей *Wдв_meк* и задаваемой *Wдв* скорости вращения двигателя.

$$e(k) = W_{\partial e} - W_{\partial e_{mek}}, (2)$$

В режимах Ст1, Сл и М на валу двигателя текущая относительная скорость вращения определяется по противо-ЭДС.

$$W_{\partial \sigma} = \frac{U_{\mathcal{I}\mathcal{I}C}}{U_{\mathcal{I}\mathcal{I}C_{MAX}}}, (3)$$

где:

Uэ ∂c – текущее значение противо-ЭДС двигателя;

UэдсМАХ – максимальное значение противо-ЭДС двигателя, равное номинальному напряжению питания двигателя и определяется индексом в названии блока управления.

В режиме Ст2 относительная скорость вращения двигателя *Wdb_mek* определяется количеством импульсов *Ne_mek*, накопленных за время периода *Tn*, задаваемого программно.

$$W_{\partial e} = \frac{N e_{me\kappa}}{N e_{MAX}}, (4)$$

где:

Ne meк – количество импульсов, накопленных за время *Tn*;

Ne_max — максимальное возможное количество импульсов, накапливаемых за время *Tn*. Параметры *Tn* и *Ne_max* задаются программно.

1.5.3 Описание настраиваемых параметров блока управления

Управляющие параметры хранятся в энергонезависимой памяти блока управления и могут быть изменены только через интерфейс RS485.

1.5.3.1 Сетевой адрес

Сетевой адрес применяется в качестве идентификационного номера для независимого управления отдельными устройствами, присоединенными к общей шине.

1.5.3.2 Смещение нуля аналоговых входов

Данный параметр приводит минимальное значение напряжения диапазона входных сигналов в нулевую отметку. Коррекция может быть осуществлена для четырёх аналоговых сигналов:

- внешнего аналогового входа 1;
- внешнего аналогового входа 2;
- аналогового входа «ЭДС двигателя».

Значение смещения вычитается из оцифрованного значения соответствующего аналогового сигнала.

1.5.3.3 Ограничение значений ШИМ

Параметры ограничения значений ШИМ определяют диапазон возможных скоростей, задавая минимальное и максимальное значения.

Внимание! Максимальное значение ШИМ превышающее 993 может вызвать неправильную работу блока управления.

1.5.3.4 Коэффициенты ПИД-регулятора

Параметры устанавливают пропорциональный, интегральный и дифференциальный коэффициенты ПИД-регулятора. Для корректного регулирования скорости вращения двигателя необходимо подбирать коэффициенты для каждого типа двигателей отдельно. Последовательность подбора коэффициентов ПИД-регулятора описана в п. 2.6.5.

1.5.3.5 Ограничение значений составляющих ПИД-регулятора

Параметр ограничения значений составляющих ПИД-регулятора устанавливает максимальное значение пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих ПИД-регулятора. При установке параметра в ноль, соответствующая компонента будет исключена из расчета в ПИД-регуляторе.

1.5.3.6 Коэффициент периода вычисления составляющих ПИД-регулятора

Для режимов Ст1, Сл и М параметр *Кn* устанавливает время периода вычисления параметров ПИД-регулятора *Tn*. Для режима Ст2 — время накопления импульсов, поступающих от энкодера.

$$T_{\Pi} = 200 \, \text{мкc} \cdot K_{\Pi}, \, (5)$$

1.5.3.7 Коэффициент времени задержки перед измерением ЭДС двигателя

Параметр *Кз* устанавливает время задержки после отключения двигателя от источника питания до момента измерения ЭДС двигателя *Тз* в соответствии с формулой:

$$T_3 = 200 \, \text{мкc} \cdot K_3, \, (6)$$

1.5.3.8 Количество измерений ЭДС двигателя

Параметр устанавливает количество измерений ЭДС двигателя *Nэдс* для повышения точности измерений путем усреднения полученных значений *Uэдс*_{*i*}.

$$U_{\mathcal{AC}} = \frac{1}{N_{\mathcal{AC}}} \sum_{i=1}^{N_{\mathcal{AC}}} U_{\mathcal{AC}_i} , (7)$$

1.5.3.9 Ограничение пикового тока двигателя

Параметр устанавливает пиковое значение тока двигателя в каждом импульсе ШИМ. При достижении заданного значения блок управления отключает напряжение на двигателе до начала следующего импульса ШИМ.

1.5.3.10 Режим работы платы

Данный параметр позволяет настроить режим работы платы. А также выбрать источники управляющих сигналы.

1.5.3.11 Максимальная частота вращения энкодера

Параметр устанавливает максимальное значение частоты вращения энкодера, соответствующее максимальной скорости вращения двигателя. Единица измерения - об/с.

1.5.3.12 Количество импульсов на один оборот энкодера

Данный параметр задает количество импульсов на один оборот энкодера.

1.5.3.13 Дифференциальное значение

Параметр задаёт десятибитное значение опорного сигнала Son, используемого в режимах Cт1 и Cт2. Зависимость задаваемой скорости вращения двигателя от параметра «дифференциальное значение» представлена на рисунке 7.

1.5.3.14 «Зона нечувствительности»

«Зона нечувствительности» необходима для формирования устойчивой «зоны нуля» после нахождения разности управляющих аналоговых сигналов (или управляющего аналогового сигнала и опорного сигнала Son). Параметр «зона нечувствительности» используется в режимах Ст1, Ст2 и Сл. Рисунок 7 поясняет работу данного параметра на примере режима Ст1:

- 1. Дифференциальное значение Son=1023, зона нечувствительности N=0.
- 2. Дифференциальное значение Son=650, зона нечувствительности N=50.
- 3. Дифференциальное значение Son=11, зона нечувствительности N=21.



Рисунок 7 – Зависимость скорости вращения от параметров «дифференциальное значение» и «зона нечувствительности»

1.5.3.15 Скорость, при которой изменяется направление вращения

Параметр задает значение скорости, при которой блоку управления разрешается переключать направление вращения двигателя.

1.5.3.16 Скорость вращения при принудительном управлении

Параметр задает скорость вращения двигателя при принудительном управлении в режиме Сл.

1.5.3.17 Коэффициент усиления

Коэффициент усиления *G* используется для дополнительного усиления/уменьшения разности управляющих аналоговых сигналов (или управляющего аналогового сигнала и опорного сигнала Son). Параметр «коэффициент усиления» используется в режимах Ст1 и Ст2.

$$W_{\partial e} = \frac{G}{0xFF} \cdot (S1 - S2), (8)$$

Wдв – значение задаваемой скорости на выходе блока усиления;

G – коэффициент усиления;

0xFF – константа в шестнадцатеричном формате;

S1 – значение управляющего сигнала на входе AN1;

S2 – значение управляющего сигнала на входе AN2.

Параметр «коэффициент усиления» может принимать значения от 0x0000 до 0xFFFF, значение по умолчанию 0xFF соответствует единичному усилению.

1.5.3.18 Максимальная скорость вращения в режиме стабилизации момента

Данный параметр задает ограничение скорости *Wdв_макс* в режиме ограничения момента.

2 Эксплуатация

2.1 Эксплуатационные ограничения

Условия эксплуатации:

- запрещается соединять разъемы при включенном питании;
- запрещается использовать блок управления при наличии в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей;
- не допускается эксплуатация блока управления с механическими повреждениями;
- не допускается попадание влаги на разъёмы и плату блока управления;
- температура окружающего воздуха должна быть в пределах от -40 до +50°C;
- относительная влажность воздуха должна быть не более 80% при температуре 20°С.

2.2 Ограничения на использование типов двигателей

Существует ограничение на использование режимов работы блока управления в зависимости от используемого типа двигателя.

В режимах стабилизации скорости вращения двигателя без использования тахогенератора и ограничения момента на валу двигателя возможно применение только двигателей с постоянными магнитами или двигателей с независимым возбуждением обмоток якоря и статора.

Для режимов стабилизации скорости вращения двигателя с обратной связью от инкрементального энкодера и слежения за внешним аналоговым сигналом подходят любые типы коллекторных двигателей постоянного тока.

Примечание. При подключении двигателей с последовательным, параллельным или смешанным возбуждением не возможно управлять направлением вращения.

Внимание! При подключении нагрузки с малой индуктивностью (десятки мкГн) и малым активным сопротивлением (менее 10 Ом) возможно срабатывания защиты от короткого замыкания. В этом случае необходимо установить последовательно с нагрузкой дроссель с индуктивностью более 50 мкГн.

2.3 Подготовка блока управления к эксплуатации

Перед началом эксплуатации блока AWD10 необходимо:

- 1. Убедиться в отсутствии внешних повреждений.
- 2. Подключить к клеммам блока управления кабели от управляющих элементов и источника питания согласно выбранному режиму работы.

3. Подать на блок управления питание (для моделей AWD10-60 и AWD10-90 подать 12B).

Внимание! На вход +12 ЕХТ запрещено подавать свыше 20 В.

- 4. Настроить параметры блока управления согласно выбранному режиму работы.
- 5. Отключить питание блока управления.
- 6. Подключить к клеммам блока управления кабели от двигателя.
- 7. Включить питание блока управления.

Примечание. В случае моделей AWD10-60 и AWD10-90 во избежание повреждений блока управления сначала подается питание 12В, затем силовое питание. Отключение питания осуществляется в обратном порядке – сначала силовое, затем питание низковольтовой части блока управления.

2.3.1 Подключение источников питания

Питание блока управления моделей AWD10-12, AWD10-24 и AWD10-36 подключается к клеммам P1. При использовании блоков управления AWD10-60 и AWD10-90, питающее напряжение блока управления и силовое питание двигателя разделяются. Питание двигателя подается на клеммы P1. Напряжение питания низковольтной части блока управления осуществляется от дополнительного источника питания 12В 100мА. Питание подается на первые два контакта разъёма P2. Источники питания гальванически не развязаны и имеют общее заземление.

2.3.2 Подключение по интерфейсу RS485

Возможно два варианта подключения блока управления к управляющему устройству по интерфейсу RS485:

- подключение одного блока управления к управляющему устройству;
- подключение одного или нескольких блоков управления к сети RS485.

В первом случае подключение может осуществляться к управляющему устройству (промышленному контроллеру или персональному компьютеру) через преобразователь сигналов интерфейсов⁴ (RS232 \leftrightarrow RS485 или USB \leftrightarrow RS485). На обоих концах соединительного кабеля должны быть установлены согласующие резисторы Rc = 120 Ом. В блоке AWD10 согласующий резистор установлен, для его подключения необходимо замкнуть перемычку JP1 (см. рисунок 3).

⁴ Преобразователь сигналов интерфейсов должен поддерживать функцию автоматического определения направления передачи информации.

При подключении одного или нескольких блоков AWD10 к сети RS485, согласующие резисторы должны быть установлены только на двух максимально удалённых друг от друга устройствах. Пример подключения блоков управления к сети RS485 показан на рисунке 8.



Рисунок 8 – Пример подключения блока AWD10 к сети RS485

Основные рекомендации при подключении:

- в качестве соединительных кабелей рекомендуется применять экранированную витую пару;
- сеть должна соответствовать топологии шины;
- на концах шины должны быть подключены терминальные (согласующие) резисторы;
- максимальная длина шины не должна превышать 1200м;
- максимальное количество блоков управления, подключаемых к одной сети 31 шт.

2.4 Примеры подключения для различных режимов работы блока управления

В данном разделе представлены примеры подключения внешних элементов управления к блоку AWD10 для различных режимов работы.

Чёрным цветом отмечены элементы, необходимые для настройки и управления двигателем; элементы, отмеченные синим цветом допускается не подключать:

- дополнительный источника питания необходим только для моделей AWD10-60 и AWD10-90;
- если концевые выключатели отсутствуют или не используются, входы LRev и LForw должны быть замкнуты на общий провод, либо опрос концевых выключателей должен быть отключен программно;
- допускается подключение одной кнопки на один из входов Rev или Forw, если не требуется реверсивное управление или используется управление от двух аналоговых сигналов;
- потенциометр к аналоговому входу AN2 подключается, если требуется управление от двух аналоговых сигналов.

2.4.1 Подключение блока управления для работы в режиме Ст1

Пример подключения блока AWD10 для работы в режиме стабилизации по уровню противо-ЭДС показан на рисунке 9.



Рисунок 9 – Пример подключения блока AWD10 для работы в режиме Cт1

В данном режиме работы возможны следующие варианты:

- 1. Управление должно осуществляться от промышленного контроллера или персонального компьютера по интерфейсу RS485.
- 2. Управление должно осуществляться от внешних аналоговых и цифровых сигналов.

В первом случае необходимо подключить:

- ПК или промышленный контроллер;
- концевые выключатели (если требуется).

Во втором случае необходимо подключить:

- кнопки управления направлением вращения;
- потенциометр к аналоговому входу AN1;
- концевые выключатели (если требуется).

2.4.2 Подключение блока управления для работы в режиме Ст2

Пример подключения блока управления для работы в режиме Ст2 показан на рисунке 10.



Рисунок 10 – Пример подключения блока AWD10 для работы в режиме Ст2

В данном режиме работы возможны следующие варианты:

- 1. Управление должно осуществляться от промышленного контроллера или персонального компьютера по интерфейсу RS485.
- 2. Управление должно осуществляться от внешних аналоговых и цифровых сигналов.

В первом случае необходимо подключить:

- ПК или промышленный контроллер;
- концевые выключатели (если требуется).

Во втором случае необходимо подключить:

- кнопки управления направлением вращения;
- потенциометр к аналоговому входу AN1;
- концевые выключатели (если требуется).

2.4.3 Подключение блока управления для работы в режиме Сл

Пример подключения блока управления для работы в режиме Сл показан на рисунке 11.



Рисунок 11 – Пример подключения блока AWD10 для работы в режиме Сл

В данном режиме работы возможны следующие варианты:

- 1. Управление должно осуществляться от промышленного контроллера или персонального компьютера по интерфейсу RS485.
- 2. Управление должно осуществляться от внешних аналоговых и цифровых сигналов.

В первом случае необходимо подключить:

- ПК или промышленный контроллер;
- концевые выключатели (если требуется).

Во втором случае необходимо подключить:

- кнопки управления направлением вращения;
- потенциометр к аналоговому входу AN1;
- концевые выключатели (если требуется).

Подключать тахогенератор к блоку управления можно только через делитель напряжений, чтобы максимальное напряжение на входе AN2 не превышало 5В.

2.4.4 Подключение блока управления для работы в режиме М

Пример подключения блока управления для работы в режиме стабилизации момента на валу двигателя показан на рисунке 12.



Рисунок 12 – Пример подключения блока AWD10 для работы в режиме М

В данном режиме работы возможны следующие варианты:

- 1. Управление должно осуществляться от промышленного контроллера или персонального компьютера по интерфейсу RS485.
- 2. Управление должно осуществляться от внешних аналоговых и цифровых сигналов.

В первом случае необходимо подключить:

- ПК или промышленный контроллер;
- концевые выключатели (если требуется).

Во втором случае необходимо подключить:

- кнопки управления направлением вращения;
- потенциометр к аналоговому входу AN1;
- концевые выключатели (если требуется).

2.5 Программирование и настройка блока управления

Программирование и настройка блока управления осуществляются командами по интерфейсу RS485.

2.5.1 Параметры интерфейса

Параметры интерфейса RS485 приведены в таблице 3 и не могут изменяться пользователем.

Таблина	3 — Па	раметры	интера	bейса	RS485
таозппца	5 114	pamerphi	mitepe	penea	100 100

Наименование параметра	Значение
Скорость обмена, бит/с	9600
Старт бит	1
Стоп бит	1
Биты данных	8
Чётность	Нет
Управление потоком	Нет
Тип обмена	Полудуплексный

2.5.2 Описание протокола

2.5.2.1 Структура пакета

Команды передаются блоками по восемь байт, в ответ блок управления передает сообщение о результате выполнения команды. Формат команд и ответных сообщений приведен на рисунке 13. Описание приведено в таблице 4.

AddressCmdCodeParam1Param0Data1Data0SatusCS

Рисунок 13 – Структура пакета сообщения

Таблица 4 – Описание полей пакета сообщения

Название байта	Описание		
Address	Сетевой адрес		
CmdCode	Код выполняемой команды		
Param1 Старший байт номера параметра			
Param0	Младший байт номера параметра		
Data1	Старший байт значения параметра		
Data0	Младший байт значения параметра		
Status	Байт статуса состояния блока управления		
CS	Контрольная сумма		

Значения всех параметров, кроме Data0 и Data1 могут быть только положительными числами. Отрицательные значения представляются в дополнительном коде.

Ответное сообщение содержит в **CmdCode** код выполненной команды и совпадает с кодом, переданным в команде в случае успешного выполнения. Если во время выполнения команды произошла ошибка, то в **CmdCode** ответного сообщения содержится код ошибки.

Блок управления поддерживает широковещательную передачу сообщений. Для широковещательной рассылки необходимо задать сетевой адрес, равный 0x00. При получении широковещательного пакета, ответного сообщения блок управления не передаёт.

2.5.2.2 Контрольная сумма

Значение контрольной суммы вычисляется как дополнение до нуля суммы всех полей сообщения. Контрольная сумма всегда однобайтовая.

Пример расчёта контрольной суммы.

Для последовательности «0x05, 0x87, 0x0F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x65» контрольная сумма вычисляется как:

0x65 = 0x00 - (0x05 + 0x87 + 0x0F + 0x00 + 0x00 + 0x00 + 0x00).

2.5.2.3 Коды ошибок протокола

Коды ошибок протокола приведены в таблице 5.

Таблина	5 -	Колы	ошибок	протокола
гаолица	J_{-}	коды	OIIINOOK	протокола

Код ошибки	Описание ошибки
0xE1	Ошибка CRC
0xD2	Команда не поддерживается
0xC3	Неправильный параметр команды
0xB4	Ошибка выполнения команды

2.5.3 Команды управления

Для осуществления процесса управления используется пять типов команд, записываемых в поле CmdCode:

- «эхо» запрос;
- команда записи значений параметров;
- команда считывания значений параметров;
- команда выполнения действия;
- команда получения текущего состояния параметров двигателя и блока управления.

Команда ЕСНО («эхо» запрос) предназначена для проверки связи с блоком AWD10. Ответом блока управления будет последовательность символов 0х47, 0х57, 0х44, что в кодировке ASCII соответствует символам A, W, D. Формат команды ЕСНО приведён в таблице 13.

В таблице 6 приведены коды команд управления.

Address	Cn	ndCode	Param1	Param0	Data1	Data0	Satus	CS	
Код команды Обозначение команды Описание команды									
0xF0		ECHO		«эхо» запрос					
0x78		CMDS	ETPARAM	команда	команда записи значений параметров				
0x87		CMDG	ETPARAM	команда считывания значений параметров					
0x4B		CMDE	EXECCMD	команда выполнения действия					
0x3C	0x3C CMDGETRESULT команда получения текущего параметров двигателя и блока управл		ущего управлени	состояния 1я					

Пример команды «Эхо» запрос. Команда ЕСНО («эхо» запрос) предназначена для проверки связи с блоком AWD10.

F ~	Значен	ие поля	
Баит данных	Сообщение запроса	Сообщение ответа	
Address	Сетевой адрес	Сетевой адрес	
CmdCode	0xF0 0xF0		
Param1	0	0x41	
Param0	0	0x57	
Data1	0	0x44	
Data0	0 0		
Status	0 Статус		
CS	Контрольная сумма	Контрольная сумма	

2.5.4 Описание параметров команд управления

2.5.4.1 Параметры команд установки и получения значений параметров блока управления

Номера параметров и диапазон значений для команд CMDGETPARAM и CMDSETPARAM приведены в таблице 7.

Tob ~

Таолица 7 – Сводная таолица описания параметров олока Ам D10							
Address	CmdCode (0x87 или 0x78)	Param1	Param0 (0x00)	Data1	Data0	Satus	CS
					_		
Код парам- етра	Обозначение параметра Наз		Название параметра			пазон іений	Значение по умолчанию
0x00	Параметр 0	Сетевой ад	Įpec		0x00	- 0xFF	0x0005
0x01	Параметр 1	Смещение аналоговов	нуля то входа 1	внешнего	0x00 -	0x03FF	0x0003
0x02	Параметр 2	Смещение аналоговов	нуля то входа 2	внешнего	0x00 -	0x03FF	0x0004
0x03	Параметр 3	Смещение входа «про	нуля а отиво-ЭДС»	аналогового ,	0x00 -	0x03FF	0x0005
0x04	Параметр 4	Смещение входа «ток	нуля а »	аналогового	0x00 -	0x03FF	0x0006
0x0D	Параметр 13	Ограничен значения I	ие ми ШИМ	нимального	0x00 -	0x03FF	0x0000
0x0E	Параметр 14	Ограничен значения I	ие мак ШИМ	симального	0x00 -	0x03FF	0x03E1
0x0F	Параметр 15	Пропорци коэффицие	Пропорциональный коэффициент ПИЛ-регулятора			0xFFFF	0x0010
0x10	Параметр 16	Интеграль ПИД-регул	ный ко іятора	ээффициент	0x00 -	0xFFFF	0x000F
0x11	Параметр 17	Дифферен коэффицие	циальный ент ПИД-ре	сгулятора	0x00 -	0xFFFF	0x0000
0x15	Параметр 21	Ограничен части ПИД	ие пропор [-регулятор	циональной a	0x00 -	0xFFFF	0x03F0
0x16	Параметр 22	Ограничен части ПИД	ие ин [-регулятор	нтегральной ра	0x00 -	0xFFFF	0x03E8
0x17	Параметр 23	Ограничен части ПИД	ие диффер І-регулятор	енциальной a	0x00 -	0xFFFF	0x03FF
0x18	Параметр 24	Коэффици вычислени	ент ія ПИД-рег	периода улятора	0x00 -	0x0FFF	0x0258
0x19	Параметр 25	Коэффици перед двигателя	ент времен измерение	и задержки м ЭДС	0x00 -	0x000F	0x000A
0x1A	Параметр 26	Количеств двигателя	о измере	ний ЭДС	0x01 0x04, 0z	, 0x02, x08, 0x10	0x10
0x1B	Параметр 27	Ограничен	ие мак	симального	0x00	- 0x0F	0x0F

АО «Лаборатория Электроники»

Параметр 28

Параметр 29

Параметр 30

0x1C

0x1D

0x1E

Максимальная частота вращения

Количество импульсов на оборот

тока двигателя

вала энкодера

энкодера

Режим работы платы

0x00 - 0x0FFF

0x01 - 0x2710

0x01 - 0x1388

0x1000

0x001E

0x0050

Код парам- етра	Обозначение параметра	Название параметра	Диапазон значений	Значение по умолчанию
0x1F	Параметр 31	Дифференциальное значение (см. прим.)	0x00 – 0x03FF	0x0000
0x20	Параметр 32	«Зона нечувствительности»	0x00 - 0x03FF	0x0015
0x21	Параметр 33	Скорость, при которой изменяется направление вращения	0x00 – 0x03FF	0x00FF
0x22	Параметр 34	Скорость вращения при принудительном управлении в режиме Сл	0x00 – 0x03FF	0x0200
0x23	Параметр 35	Коэффициент усиления	0x01 - 0xFFFF	0x00FF
0x24	Параметр 36	Ограничение максимальной скорости в режиме М	0x00 - 0x03FF	0x03FF

Код параметра записывается в поле Param1, в поле Param0 всегда записывается 0x00.

В сообщении запроса считывания значения параметра в полях Data0 и Data1 должны передаваться 0х00.

Пример команды установки значения пропорционального коэффициента ПИД регулятора равным 150. В шестнадцатеричном формате значение равно 0х96, оно устанавливается в младший байт поля Data.

ГЧ	Значение поля				
Баит данных	Сообщение запроса	Сообщение ответа			
Address	0x05	0x05			
CmdCode	0x78	0x78			
Param1	0x0F	0x0F			
Param0	0x00	0x00			
Data1	0x00	0x00			
Data0	0x96	0x96			
Status	0x00	0x30			
CS	0xDE	0xAE			

Пример команды считывания значения интегрального коэффициента ПИД регулятора. Значение 0x32 в поле Data0 соответствует значению интегрального коэффициента 50 в десятичном формате. В сообщении запроса в полях Data0 и Data1 должны передаваться 0x00.

ГŸ	Значение поля				
Баит данных	Сообщение запроса	Сообщение ответа			
Address	0x05	0x05			
CmdCode	0x78	0x78			
Param1	0x10	0x10			
Param0	0x00	0x00			
Data1	0x00	0x00			
Data0	0x00	0x32			
Status	0x00	0x30			
CS	0xDE	0x02			

2.5.4.2 Параметры команды выполнения действия

Номера параметров и диапазон значений для команды выполнения действия приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Номера параметров для команды CMDEXECCMD

	1 1	1						
Address	CmdCode (0x4B)	Param1	Param0 (0x00)	Data1	Data0	Satus		CS
						\searrow		
Код параме- тра	Описани	е выполня	емых дейст	гвий	Диапаз значени	он Ий	Обо	значение
008	Позволяет за скорости, мо двигателя	давать и п мента ⁵ , наг	юлучать па правления в	раметры ращения	000 01	So4Do4		
0x08	В режиме Сл из поля Dat PWM блока у	і выполняе: а непосред правления ⁶	гся запись з цственно в	значения регистр	0x00 – 0x1	Selkol		
0x09	Позволяет у управления п	/становить о умолчани	настройки ю	и блока	любое знач	Re	esetAWD	
0x0A	Закончить выполнение режима. Обнулить составляющие управляющего воздействия любое значение StopMo ПИД-регулятора ⁷					opMode		
0x0B	Начать выпо внешним ана:	лнение ре логовым си	жима слеж гналом (реж	сения за ким Сл) ⁸	любое знач	нение		EnRot

⁵ В режиме М диапазон значений уменьшается до 0xFFF1–0x000F (от -15 до +15 в десятичном коде).

⁶ Для записи значения поля Data в регистр PWM блока управления, необходимо, чтобы разница управляющих сигналов была больше или равна значению параметра 32.

⁷ Выполнение команды необходимо каждый раз перед изменением режима работы блока управления. Нет необходимости использовать данную команду, если флаги разрешения управления по интерфейсу RS485 в регистре конфигурации (IntrfEN, IntrfVal, IntrfDir) равны 0, т.е. управление осуществляется от внешних сигналов.

⁸ Выполнение команды возможно, если в регистре конфигурации блока управления флаг **IntrfEN** равен 1.

Пример команды установки скорости вращения двигателя 200 в обратном направлении. В шестнадцатеричном формате -200 соответствует значению 0xFF38, которое записывается в поля Data1 и Data0. В сообщении ответа будет передан модуль текущей скорости двигателя в полях Data0 и Data1. Направление вращения передается в 5-ом бите байта статуса блока управления (Status).

Γ×	Значение поля				
Баит данных	Сообщение запроса	Сообщение ответа			
Address	0x05	0x05			
CmdCode	0x4B	0x4B			
Param1	0x08	0x08			
Param0	0x00	0x00			
Data1	0xFF	0x00			
Data0	0x38	0x5E			
Status	0x00	0x50			
CS	0x71	0xFA			

2.5.4.3 Параметры команды получения результата

Номера параметров и диапазон значений для команды CMDGETRESULT приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Номера параметров для команды CMDGETRESULT

Address	CmdCode (0x3C)	Param1	Param0 (0x00)	Data1	Data0	Satus	CS
				\sim		/	

Код параметра	Название параметра	Диапазон значений
0x00	Значение АЩП внешнего аналогового канала 1	0x00 - 0x3FF
0x01	Значение АЦП внешнего аналогового канала 2	0x00 - 0x3FF
0x04	Статус блока управления	0x00 - 0xFF
0x05	Величина скорости вращения двигателя	0x00 - 0x3FF
0x06	Величина управляющего ШИМ	0x00 - 0x3FF

Пример команды получения текущей скорости вращения двигателя.

	Значение поля			
Баит данных	Сообщение запроса	Сообщение ответа		
Address	0x05	0x05		
CmdCode	0x3C	0x3C		
Param1	0x05	0x05		
Param0	0x00	0x00		
Data1	0x00	0x00		
Data0	0x00	0xD6		
Status	0x00	0x30		
CS	0xBA	0xB4		

2.5.4.4 Описание регистра конфигурации режима работы блока управления

Byte 0

-	-	-	-	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
-	-	-	-	SkipCV	Md2	Md1	Md0
bit7							bit0

Примечание. Здесь и далее в описании регистров \mathbf{R} означает возможность чтения бита, \mathbf{W} – записи. После тире указано значение бита по умолчанию.

bit4-7 Не используется

bit3 SkipCV: Способ обработки контрольной суммы в поле CS

1 = При приеме данных игнорировать контрольное значение в поля CS. При передаче ответа поле CS равно 0x00.

0 = При приеме данных обрабатывать контрольное значение, находящееся в поле CS. При передаче ответа в поле CS находится рассчитанное контрольное значение.

bit2-0 **Мd2:Мd0** Режим платы

000 = режим Ст1 – стабилизация скорости с обратной связью от ЭДС двигателя

001 = режим Ст2 – стабилизация скорости с обратной связью от инкрементального энкодера

010 = режим Сл – слежение за внешним аналоговым сигналом

011 = режим М – стабилизация момента на валу двигателя

Byte	1						
R/W-	0 R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
FB	SkipLim	LimDrop	StopDrop	IntrfEN	IntrfVal	IntrfDir	SrcParam
bit7							bit0
bit7	FB : Управ	ление обрат	ной связью				
	1 = Велич двигателя	ина сигнала	а обратной о	связи проп	орциональн	а скорости	вращения
	0 = Велич нулю	ина сигнала	обратной сн	вязи прину	цительно ус	ганавливает	ся равной
bit6	SkipLim:	Не использо	вать входы і	концевых в	ыключателе	й	
	1 = Не исп	юльзовать с	игналы от ко	онцевых вы	іключателей	[
	0 = Испол	ьзовать сигн	алы от конц	евых выкл	ючателей		
bit5	LimDrop : двигатель	При ср	абатывании	концевого	о выключа	геля не уд	держивать
	1 = Не уде	рживать дви	игатель				
	0 = Удерж	ивать двига:	гель с нулево	ой скорости	ЬЮ		
bit4	StopDrop	При остано	овке вращени	ия не удерж	кивать двига	итель	
	1 = Не уде	рживать дви	игатель				
1.1.0	0 = Удерж	ивать двига:	гель с нулево	ой скорости	ЬЮ		
b1t3	IntrfEN: S	правлять ра	азрешением	режима «с.	пежения» че	рез интерф	ейс RS485
	$I = y_{\Pi} p_{\Pi} $	іять разреш	ением режим	ма «слежен	ия» через и	нтерфеис К	5485
	0 = Упра цифрового	влять разр о сигнала на	ешением ре входе EN	ежима «сл	ежения» с	помощью	внешнего
bit2	IntrfVal: Y	/правлять ве	еличиной ско	орости или	момента че	рез интерфе	ейс RS485
	1 = Управ Сл) или ве	лять скорос личиной мо	стью через и мента (для р	интерфейс режима М)	RS485 (для	режимов С	Ст1, Ст2 и
	0 = Упран режимов (влять скоро Ст1, Ст2 и С	стью с пом л) или велич	ощью внен иной моме	шних анало ента (для рез	говых сигн жима М)	алов (для
bit1	IntrfDir: Y	Иправлять на	аправлением	ичерез инт	ерфейс RS48	85	
	1 = Управл	іять направл	тением через	з интерфей	c RS485		
	0 = Упран входах For	злять напра rw и Rev.	влением с і	томощью і	внешних ци	фровых си	гналов на
bit0	SrcParam	: Выбор ист	очника опор	ного сигна	ла		
	1 = Испол	ьзовать анал	юговый вход	IAN2			
	0 = Испол	ьзовать пар	аметр 31 (дл	ія режимов	в Ст1, Ст2 и	Сл) или па	раметр 36
I	(для режи	ма M)					
	Примечание. Н флагов IntrfE необходимо вы	Если перед N, IntrfVa l полнить ко	выполнение I, IntrfDir манду Stop	м записи и имеет зн Mode. Эт	в регистры начение «1 а команда	конфигурац », то пре, остановит	ции один из дварительно выполнение
	текущего режи	ма. Для на	ачала работ	ы в новом	и режиме н	необходимо	выполнить
	команду SeRot. (IntrfEN, Intrl требуется, рабо	В случае е Val, IntrfI ота блока	сли флаги р)ir) равны управления	азрешения нулю, то начинает	управления применени ся от соот	и по интерф ие команды ветствующи	рейсу RS485 i SeRot не их входных
	цифровых упра	вляющих си	гналов.				

2.5.4.5 Описание регистра статуса блока управления

Byte 1							
R	R	R	R	R	R	R	R
StOverCur	StMaxPWM	StDirFrwRev	StMotAct	StInRev	StInFrw	StLimRev	StLimFrw
bit7							bit0
bit7	StOverCur : И	ндикатор токон	зой зашиты				
	1 = Токовая зап	щита сработала	a				
	0 = Токовая зап	щита не сработ	ала				
bit6	StMaxPWM: 1	Индикатор мак	симального	управляю	щего сиги	нала (ШИМ))
	1 = Управляют	ций сигнал дос	стиг максим	ального зн	начения		
	0 = Управляют	ций сигнал не	достиг макс	имального	о значения	Я	
bit5	StDirFrwRev:	Индикатор на	правления в	ращения			
	1 = Выдано уп	равляющее воз	здействие в	направлен	нии «впер	ед»	
	0 = Выдано уп	равляющее воз	здействие в	направлен	нии «назад	Ţ»	
bit4	StMotAct: Признак вращения двигателя						
	1 = Двигатель вращается						
	0 = Двигатель не вращается						
bit3	StInRev: Состояние входа «движение назад» Rev						
	1 = На входе Rev присутствует сигнал, разрешающий вращение двигателя						
	0 = На входе R	ev отсутствует	сигнал, раз	врешающи	ій вращен	ие двигателя	Я
bit2	StInFrw: Coct	ояние входа «д	цвижение вп	еред» For	W		
	1 = На входе F	orw присутств	ует сигнал,	разрешаю	щий враш	ение двигат	еля
	0 = На входе F	orw отсутствуе	ет сигнал, ра	азрешаюш	ций враще	ние двигате.	ЛЯ
bit1	StLimRev: Co	стояние входа	«концевой в	выключате	ль «движ	ение назад»	LRev
	1 = На входе L	Rev присутств	ует сигнал,	разрешаю	щий врац	цение двигат	геля
	0 = На входе L	Rev отсутству	ет сигнал, р	азрешаюц	ций враще	ние двигате	ЛЯ
bit0	StLimFrw: Co	стояние входа	«концевой і	выключате	ель «движ	ение вперед	>>
	1 = На входе L	Forw присутст	вует сигнал	, разреша	ющий вра	щение двига	ателя
	0 = На входе L	Forw otcytctb	ует сигнал,	разрешаю	щий враш	ение двигат	еля

2.6 Выбор сигналов и команд управления

2.6.1 Выбор сигналов и команд управления в режиме Ст1

Сигналы и команды управления режима Ст1 схематично представлены на рисунке 14.



Рисунок 14 – Выбор сигналов и команд управления в режиме Ст1

2.6.1.1 Управление скоростью вращения двигателя в режиме Ст1

Величина скорости вращения двигателя может быть сформирована несколькими способами:

- как разностное значение двух сигналов S1 и S2;
- как разностное значение цифрового значения сигнала S1 и опорного сигнала Son, задаваемого параметром 31;
- непосредственной установкой значения параметра Data команды SetRot по интерфейсу RS485.

Выбор источника значения скорости вращения осуществляется флагом **IntrfVal** в регистре конфигурации блока управления (параметр 28). В таблице 10 приведено описание работы флага IntrfVal.

IntrfVal	Описание состояния
0	Величина скорости вращения двигателя формируется как разностное значение двух сигналов (аналоговое управление)
1	Величина скорости вращения двигателя определяется значением параметра Data команды SetRot (управление командами по интерфейсу RS485)

Таблица 10 – Описание работы флага IntrfVal в режиме Ст1

В случае аналогового управления, первый сигнал формируется непосредственно с аналогового входа AN1. Второй сигнал задается либо величиной параметра 31 (дифференциальное значение), либо непосредственно формируется с аналогового входа AN2. Выбор источника опорного сигнала определяется флагом **SrcParam** в регистре конфигурации блока управления (параметр 28). В таблице 11 приведено описание работы флага **SrcParam**.

Таблица 11 – Описание работы флага SrcParam в режиме Ст1

SrcParam	Описание состояния
0	Уровень опорного сигнала задаётся параметром 31
1	Уровень опорного сигнала задаётся аналоговым сигналом на входе AN2

2.6.1.2 Управление направлением вращения в режиме Ст1

Направление вращения двигателя задается либо знаком параметра Data команды SetRot, передаваемой по интерфейсу RS485, либо непосредственно подается на цифровой вход блока управления Forw или Rev. Выбор способа управления определяется состоянием флага IntrfDir в регистре конфигурации. В таблице 12 приведено описание работы флага IntrfDir.

Таблица 12 – Описание работы флага IntrfDir

IntrfDir	Описание состояния
0	Направление вращения определяется состоянием цифровых входов Rev и Forw и знаком разности управляющих сигналов
1	Направление вращения определяется знаком значения параметра Data команды SetRot

2.6.2 Выбор сигналов и команд управления в режиме Ст2

Выбор сигналов и команд управления в режиме Ст2 представлены на рисунке 15. Описание аналогично режиму Ст1 за исключением настроек обратной связи. Перед началом эксплуатации необходимо настроить счётчик импульсов на правильную работу с энкодером.



Рисунок 15 – Выбор сигналов и команд управления в режиме Ст2

2.6.2.1 Настройка счётчика импульсов энкодера

Перед началом работы в данном режиме необходимо задать три параметра, влияющие на характеристику стабилизации скорости двигателя:

- период накопления импульсов, поступающих от энкодера Тп;
- количество импульсов на один оборот энкодера;
- максимальная частота вращения вала энкодера. Единица измерения об/с.

Период накопления импульсов задается параметром 24 «коэффициент периода вычисления ПИД-регулятора». Количество импульсов на один оборот энкодера задается параметром 30. Максимальная частота вращения вала энкодера задается параметром 29.

2.6.3 Выбор сигналов и команд управления в режиме Сл

В данном режиме блок управления всегда пытается установить разность двух сигналов, управляющего и подстраиваемого, равной величине зоны устойчивого нуля (параметр 32). Управление осуществляется одним из сигналов, при этом блок управления будет воздействовать на двигатель таким образом, чтобы уровень второго стремился к уровню первого.

Сигналы и команды управления режима Сл схематично представлены на рисунке 16.



Рисунок 16 – Выбор сигналов и команд управления в режиме Сл

2.6.3.1 Управление двигателем в режиме Сл

Управляющий сигнал задается либо величиной параметра 31, либо непосредственно формируется с аналогового входа AN2. Выбор источника управляющего сигнала определяется состоянием флага SrcParam в регистре конфигурации блока управления и описан в таблице 13.

Таблица 13 – Описание рабо	гы флага в режиме Сл
----------------------------	----------------------

SrcParam	Описание состояния
0	Уровень опорного сигнала задаётся параметром 31
1	Уровень опорного сигнала задаётся аналоговым сигналом на входе AN2

2.6.3.2 Команда разрешения слежения

Разрешение запуска слежения задается либо командой EnRot, передаваемой по интерфейсу RS485, либо непосредственно подается на цифровой вход блока управления EN. Выбор источника команды разрешения слежения определяется состоянием флага IntrfEn в регистре конфигурации блока управления и описан в таблице 14.

Таблица 14 – Описание работы флага IntrfEn

IntrfEn	Описание состояния
0	Разрешение слежения определяется сигналом на цифровом входе EN
1	Начало слежения задаётся командой EnRot по интерфейсу RS485

2.6.4 Выбор сигналов и команд управления в режиме М

Сигналы и команды управления режима М схематично представлены на рисунке 17.



Рисунок 17 – Выбор сигналов и команд управления в режиме М

2.6.4.1 Управление моментом и скоростью вращения двигателя в режиме М

Величина момента формируется либо непосредственно с аналогового входа AN1, либо величиной параметра Data1:Data0 команды SetRot. Выбор источника величины момента определяется состоянием флага IntrfVal в регистре конфигурации блока управления и описан в таблице 15.

Таблица 15 – 0	Описание работы флага Intrf Val в режиме М
	0

IntrfVal	Описание состояния
0	Величина момента двигателя формируется непосредственно с аналогового входа AN1
1	Величина момента двигателя задаётся значением параметра Data команды SetRot

Примечание. Параметр Data команды SetRot в режиме М может принимать значения от –15 до +15 в десятичном коде.

Ограничение максимальной скорости вращения двигателя задается либо величиной параметра 36, либо непосредственно формируется с аналогового входа AN2 блока управления. Выбор способа управления максимальной скорости определяется состоянием флага SrcParam в регистре конфигурации и описан в таблице 16.

Sici al alli	
SrcParam	Описание состояния

Таблица 16 – Описание работы флага SrcParam в режиме М

0	Максимальная скорость вращения двигателя определяется значением параметра 36
1	Максимальная скорость вращения двигателя задаётся уровнем сигнала на аналоговом входе AN2

2.6.4.2 Управление направлением вращения в режиме М

Направление вращения двигателя задается либо знаком параметра Data команды SetRot, передаваемой по интерфейсу RS485, либо непосредственно подается на цифровой вход Forw или Rev. Выбор способа управления направлением определяется состоянием флага IntrfDir и описан в таблице 17.

Таблица 17 – Описание работы флага IntrfDir в режиме М

IntrfDir	Описание состояния				
0	Направление вращения определяется состоянием цифровых входов Forw и Rev				
1	Направление вращения определяется знаком значения параметра Data команды SetRot				

2.6.5 Описание работы цифровых входов управления

2.6.5.1 Цифровые входы концевых выключателей

Описание работы цифровых входов концевых выключателей приведено в таблице 18.

Контакт	Подключение	Описание работы
LForw	GND	Разрешено вращение двигателя в направлении «вперед»
	5В/Не подкл.	Запрещено вращение двигателя в направлении «вперед»
LRev	GND	Разрешено вращение двигателя в направлении «назад»
	5В/Не подкл.	Запрещено вращение двигателя в направлении «назад»

Таблица 18 – Описание работы цифровых входов концевых выключателей

2.6.5.2 Цифровые входы управления направлением вращения и разрешения вращения

Описание работы цифровых входов управления направлением вращения приведено в таблице 19.

Контакт	Подключение	Описание работы
Forw	5B	Разрешено вращение двигателя в направлении «вперед»
	GND/Не подкл.	Запрещено вращение двигателя в направлении «вперед»
Rev	5B	Разрешено вращение двигателя в направлении «назад»
	GND/Не подкл.	Запрещено вращение двигателя в направлении «назад»
EN ⁹	GND	Разрешено вращение двигателя в режиме «слежение»
	5В/Не подкл.	Запрещено вращение двигателя в режиме «слежение»

Таблица 19 – Описание работы цифровых входов управления направлением вращения

⁹ Цифровой вход EN используется только в режиме Сл.

2.7 Настройка ПИД-регулятора

2.7.1 Настройка ПИД-регулятора для режимов Ст1, Сл и М

От настройки его параметров ПИД-регулятора зависит скорость и качество стабилизации скорости вращения двигателя. Настройка платы осуществляется по переходной характеристике, которую можно определить с помощью AWD Setup Software (бесплатно поставляется вместе с платой, последнюю версию можно скачать с сайта производителя).

Порядок действий при подборе параметров ПИД-регулятора:

- 1. Запустить программу, перейти на вкладку «графики» и установить время обновления 100 мс.
- 2. Настроить пропорциональный коэффициент ПИД-регулятора:
 - а. Обнулить интегральный и дифференциальный коэффициенты регулятора.
 - b. Установить пропорциональный коэффициент равным 10, а скорость вращения на уровне 10% от максимально возможной.
 - с. Повысить коэффициент пропорциональной части К_П и проверить переходную характеристику.
 - d. Повторять шаг 4, пока не появится эффект перерегулирования.
 - е. Уменьшить значение коэффициента К_П до уровня 0,5 от найденного.
- 3. Настроить интегральный коэффициент ПИД-регулятора:
 - а. Повысить коэффициент интегральной части К_и и проверить переходную характеристику.
 - b. Повторять шаг 7, пока не появится эффект перерегулирования.
 - с. Уменьшить значение коэффициента К_{И.} до уровня 0,5 от найденного.
- 4. В случае, когда от системы требуется большее быстродействие необходимо увеличить коэффициент интегральной части К_д. Для большинства систем его изменять не требуется.
- 5. Проверить систему на стабильность, задавая различные значения скорости.

2.7.2 Настройка ПИД-регулятора для режима Ст2

Для использования полного диапазона скоростей и правильного отображения текущей скорости двигателя в режиме Ст2 настраивать параметры ПИД-регулятора и энкодера необходимо одновременно. Пример настройки блока управления с помощью программы AWD Setup Software приведен ниже:

- 1. Запустить программу, перейти на вкладку «графики» и установить время обновления 100 мс.
- 2. Настроить пропорциональный коэффициент ПИД-регулятора:
 - а. Обнулить интегральный и дифференциальный коэффициенты ПИД-регулятора.
 - b. Пропорциональный коэффициент Кп сделать равным 10.
 - с. Параметром SetRot установить скорость вращения двигателя равной 200.
 - d. В случае отсутствия перерегулирований повысить Кп.
 - e. Повторять выполнение шага d) до появления эффекта перерегулирования.
 - f. Установить значение коэффициента К_П на уровне 0,5 от найденного.
- 3. Настроить параметры энкодера:
 - а. Установить количество импульсов на один оборот энкодера согласно документации энкодера.
 - b. Установить значение максимальной частоты вращения вала энкодера равным 100.
 - с. Интегральный коэффициент сделать равным 5.
 - d. Параметром SetRot задать скорость вращения 200 и проверить, что значение текущей скорости соответствует заданной. Если величины отличаются, необходимо уменьшить значение параметра 29 в 10 раз:
 - если отображаемая скорость вращения возросла, но не достигла заданного значения, необходимо повторить предыдущий шаг;
 - если уменьшение параметра 29 перестало приводить к возрастанию отображаемой скорости вращения, необходимо изменить значение параметра 30.
 - если отображаемая скорость равна заданной, убедиться, что уменьшение параметра 29 не приводит к её увеличению.

- е. Установить скорость вращения равной 1000. Считать значение текущей скорости вращения. Если она равна 1000, повторить шаг d).
- f. Рассчитать оптимальное значение параметра 29 согласно формуле:

$$Ne_{\max_onm} = \frac{W_{\partial e_me\kappa}}{1000} \cdot Ne_{\max_me\kappa}$$
,

где:

*Ne*_{max_onm} – оптимальное значение максимальной частоты вращения вала энкодера;

*W*_{дв тек} – текущая скорость вращения двигателя;

*Ne*_{тах *тек*} – текущее значение параметра 29;

- g. Установить значение максимальной частоты вращения вала энкодера равным, округлённым в меньшую сторону.
- h. Проверить правильность параметра 29 для нескольких значений скорости.

4. Настроить интегральный коэффициент ПИД-регулятора:

- а. Повысить интегральный коэффициент К_и и проверить переходную характеристику.
- b. Повторять шаг а) до появления перерегулирования.
- с. Установить значение интегрального коэффициента К_и на уровне 0,5 от найденного.

5. Проверить системы на стабильность, задавая различные значения.

В случае необходимости уменьшения разброса значений текущей скорости вращения, следует увеличить значение параметра 24 (время накопления импульсов от энкодера).

3 Техническое обслуживание

Блок управления не требует технического обслуживания.

4 Текущий ремонт

Ремонт блока управления осуществляется только у изготовителя.

5 Хранение

Блок управления следует хранить в закрытых помещениях с естественной вентиляцией при температуре от -50 до + 85°С и относительной влажности воздуха 80% при температуре 20°С. Наличие в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей не допускается.

6 Транспортирование

Блок управления может транспортироваться всеми видами закрытого транспорта в соответствии с правилами перевозок, действующими на каждом виде транспорта.

7 Утилизация

Утилизация блока управления производится в порядке, принятом на предприятии-потребителе. После окончания срока службы блок управления не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

8 Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие блока управления требованиям технической документации при соблюдении потребителем условий эксплуатации, хранения и транспортирования.

Гарантийный срок эксплуатации – 24 месяца со дня продажи и не более 36 месяцев со дня изготовления.

9 Изготовитель

АО Лаборатория Электроники

Юридический адрес: Тетеринский пер., д. 16, стр. 1, помещение ТАРП ЦАО, г. Москва, Россия, 109004

Фактический адрес: ул. Стромынка, д. 18, г. Москва, Россия, 107076

Тел./факс: 8-495-783-26-18

Электронный адрес:

www.ellab.ru; www.ellab.info; www.ellab.su

Электронная почта:

info@ellab.ru; support@ellab.ru