



## **Руководство по эксплуатации**

# **Блок управления коллекторным двигателем постоянного тока**

# **AWD50v6**



Москва

2021

Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими характеристиками, условиями эксплуатации, технического обслуживания и хранения блока управления AWD50v6.

## Содержание

|        |                                                                                       |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1      | Описание и работа.....                                                                | 9  |
| 1.1    | Назначение .....                                                                      | 9  |
| 1.2    | Отличия блоков AWD50v6 от AWD50v5 .....                                               | 9  |
| 1.3    | Основные характеристики .....                                                         | 9  |
| 1.4    | Технические характеристики.....                                                       | 10 |
| 1.5    | Габаритные размеры.....                                                               | 12 |
| 1.6    | Устройство блока управления.....                                                      | 12 |
| 1.6.1  | Функциональная схема .....                                                            | 12 |
| 1.6.2  | IR регулятор .....                                                                    | 16 |
| 1.6.3  | Блок рекуперации .....                                                                | 17 |
| 1.6.4  | Блок защиты по току .....                                                             | 17 |
| 1.6.5  | Блок защиты по температуре.....                                                       | 17 |
| 1.6.6  | Блок управления двигателем .....                                                      | 17 |
| 1.6.7  | Описание разъёмов AWD50.....                                                          | 18 |
| 2      | Описание работы .....                                                                 | 20 |
| 2.1    | Режимы работы .....                                                                   | 20 |
| 2.1.1  | ШИМ.....                                                                              | 20 |
| 2.1.2  | Ск.....                                                                               | 20 |
| 2.1.3  | М.....                                                                                | 20 |
| 2.1.4  | СкМ.....                                                                              | 20 |
| 2.2    | Источник задания значений ПИ регуляторов.....                                         | 20 |
| 2.2.1  | Задание коэффициентов ПИ регуляторов потенциометрами SET1 и SET2.....                 | 20 |
| 2.2.2  | Задание коэффициентов ПИ регуляторов через RS485. ....                                | 21 |
| 2.3    | Источники сигнала задания скорости вращения .....                                     | 22 |
| 2.4    | Источники сигнала обратной связи по скорости .....                                    | 22 |
| 2.5    | Источники сигнала задания момента на валу двигателя .....                             | 22 |
| 2.6    | Источники сигнала обратной связи по моменту.....                                      | 23 |
| 2.7    | Источник сигнала концевых выключателей:.....                                          | 23 |
| 2.8    | Интерфейс связи .....                                                                 | 23 |
| 2.9    | Сетевой адрес.....                                                                    | 24 |
| 2.10   | Функциональная схема.....                                                             | 24 |
| 2.10.1 | Блок выбора сигнала задания скорости вращения $V_s$ .....                             | 25 |
| 2.10.2 | Расчет устанавливаемой скорости $V_{set}$ .....                                       | 25 |
| 2.10.3 | Блок выбора сигнала задания обратной связи для регулятора скорости вращения $V$ ..... | 25 |
| 2.10.4 | ПИ регулятор скорости .....                                                           | 25 |
| 2.10.5 | Регулятор скорости по току якоря IR.....                                              | 26 |
| 2.10.6 | Блок выбора сигнала задания тока (момента) двигателя $I_s$ .....                      | 26 |
| 2.10.7 | Расчет устанавливаемого значения $I_{set}$ .....                                      | 26 |
| 2.10.8 | Фильтр измеряемого тока (момента) $I$ .....                                           | 26 |
| 2.10.9 | ПИ регулятор тока (момента).....                                                      | 26 |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 2.10.10 Блок расчета траектории движения ..... | 26 |
| 3 Аналоговый выход для мониторинга .....       | 27 |
| 4 Регистры контроля и управления .....         | 27 |
| 4.1 Используемые переменные .....              | 27 |
| 4.1.100 I .....                                | 27 |
| 4.1.101 U .....                                | 27 |
| 4.1.102 V .....                                | 28 |
| 4.1.103 RegStat .....                          | 28 |
| 4.1.104 PWM .....                              | 28 |
| 4.1.105 dI .....                               | 29 |
| 4.1.106 J <sub>i</sub> .....                   | 29 |
| 4.1.107 Iset .....                             | 29 |
| 4.1.108 Is .....                               | 29 |
| 4.1.109 PWMI .....                             | 29 |
| 4.1.110 dV .....                               | 29 |
| 4.1.111 W <sub>i</sub> .....                   | 29 |
| 4.1.112 Vset .....                             | 29 |
| 4.1.113 Vs .....                               | 30 |
| 4.1.114 PWMV .....                             | 30 |
| 4.1.115 Blim .....                             | 31 |
| 4.1.116 RSV .....                              | 31 |
| 4.1.117 RSM .....                              | 31 |
| 4.1.118 PWMR .....                             | 31 |
| 4.1.119 Term .....                             | 32 |
| 4.1.120 EEPwr .....                            | 32 |
| 4.1.121 AIN0 .....                             | 32 |
| 4.1.122 AIN1 .....                             | 32 |
| 4.1.123 SET1 .....                             | 32 |
| 4.1.124 SET2 .....                             | 32 |
| 4.1.125 EncLo .....                            | 32 |
| 4.1.126 EncHi .....                            | 33 |
| 4.1.127 StepLo .....                           | 33 |
| 4.1.128 StepHi .....                           | 33 |
| 4.1.129 SetLo .....                            | 33 |
| 4.1.130 SetHi .....                            | 33 |
| 4.1.131 PosLo .....                            | 33 |
| 4.1.132 PosHi .....                            | 34 |
| 4.2 Регистры управления .....                  | 34 |
| 4.2.0 Addr .....                               | 34 |
| 4.2.1 Mode .....                               | 34 |
| 4.2.2 Key_xor .....                            | 38 |
| 4.2.3 RConf .....                              | 41 |
| 4.2.4 Ki0 .....                                | 43 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 4.2.5 Ki .....             | 43 |
| 4.2.6 Kii .....            | 43 |
| 4.2.7 Inom.....            | 43 |
| 4.2.8 Idenom .....         | 43 |
| 4.2.9 KFIs .....           | 43 |
| 4.2.10 Isetmax.....        | 43 |
| 4.2.11 Idead .....         | 43 |
| 4.2.12 Umax .....          | 44 |
| 4.2.13 Rbreak.....         | 44 |
| 4.2.14 Kv0 .....           | 44 |
| 4.2.15 Kv .....            | 44 |
| 4.2.16 Kiv .....           | 44 |
| 4.2.17 Vnom .....          | 44 |
| 4.2.18 Vdenom .....        | 44 |
| 4.2.19 KfVs.....           | 45 |
| 4.2.20 Vsetmax .....       | 45 |
| 4.2.21 Vdead.....          | 45 |
| 4.2.22 ET .....            | 45 |
| 4.2.23 ETw.....            | 45 |
| 4.2.24 ETn .....           | 45 |
| 4.2.25 KFi.....            | 45 |
| 4.2.26 Iz .....            | 46 |
| 4.2.27 Vz.....             | 46 |
| 4.2.28 Vsz .....           | 46 |
| 4.2.29 Isz.....            | 46 |
| 4.2.30 TFin .....          | 46 |
| 4.2.31 Imax .....          | 46 |
| 4.2.32 Trackmax .....      | 46 |
| 4.2.33 R.....              | 47 |
| 4.2.34 DACz.....           | 47 |
| 4.2.35 DACK.....           | 47 |
| 4.2.36 Wait.....           | 47 |
| 4.2.37 MTerm .....         | 47 |
| 4.2.38 Accel .....         | 47 |
| 4.2.39 Deccel .....        | 48 |
| 4.2.40 SN .....            | 48 |
| 4.2.41 AN1min .....        | 48 |
| 4.2.42 AN1max.....         | 48 |
| 4.2.43 Ver.....            | 48 |
| 4.3 Дискретные Входы ..... | 48 |
| 4.3.1 FinRev .....         | 48 |
| 4.3.2 FinForw .....        | 48 |
| 4.3.3 KeyRev .....         | 49 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.4 KeyForw .....                                                        | 49 |
| 4.3.5 KeyEn .....                                                          | 49 |
| 4.3.6 Enc .....                                                            | 49 |
| 4.3.7 Step/Dir.....                                                        | 49 |
| 4.3.8 Set .....                                                            | 49 |
| 4.3.9 Pos .....                                                            | 49 |
| 4.4 Дискретные Выходы.....                                                 | 50 |
| 4.4.1 ErrOut .....                                                         | 50 |
| 4.4.2 RelOut.....                                                          | 50 |
| 4.5 Аналоговые Входы .....                                                 | 50 |
| 4.5.0 AN0.....                                                             | 50 |
| 4.5.1 AN1.....                                                             | 50 |
| 4.5.2 AN_SET1.....                                                         | 50 |
| 4.5.3 AN_SET2.....                                                         | 50 |
| 4.5.4 ADC0.....                                                            | 50 |
| 4.5.5 ADC6.....                                                            | 50 |
| 4.5.6 ADC1 .....                                                           | 51 |
| 4.6 Аналоговые Выходы.....                                                 | 51 |
| 4.6.0 DAC.....                                                             | 51 |
| 4.7 Константы.....                                                         | 51 |
| 4.7.0 Tadc.....                                                            | 51 |
| 4.7.1 PWMmax.....                                                          | 51 |
| 5 Эксплуатация.....                                                        | 51 |
| 5.1 Эксплуатационные ограничения .....                                     | 51 |
| 5.2 Ограничения на использование типов двигателей .....                    | 51 |
| 5.3 Подготовка блока управления к эксплуатации .....                       | 52 |
| 5.3.1 Подключение источников питания .....                                 | 52 |
| 5.3.2 Подключение по интерфейсу RS485.....                                 | 52 |
| 5.4 Примеры подключения для различных режимов работы блока управления..... | 53 |
| 5.4.1 Режим 1а .....                                                       | 53 |
| 5.4.2 Режим 1б.....                                                        | 55 |
| 5.4.3 Режим 1в.....                                                        | 55 |
| 5.4.4 Режим 2.....                                                         | 57 |
| 5.4.5 Режим 3.....                                                         | 58 |
| 5.4.6 Режим 4.....                                                         | 60 |
| 5.4.7 Режим 5.....                                                         | 61 |
| 5.4.8 Режим 6.....                                                         | 64 |
| 5.4.9 Режим 7.....                                                         | 65 |
| 5.4.10 Режим 8.....                                                        | 67 |
| 5.4.11 Режим 9.....                                                        | 69 |
| 5.4.12 Режим 10.....                                                       | 71 |
| 5.4.13 Режим 11 .....                                                      | 72 |
| 5.4.14 Режим 12.....                                                       | 73 |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.5 Программирование и настройка блока управления .....                          | 75 |
| 5.6 Выбор сигналов и команд управления.....                                      | 75 |
| 5.6.1 Цифровые входы концевых выключателей .....                                 | 75 |
| 5.6.2 Цифровые входы управления направлением вращения и разрешения вращения..... | 75 |
| 6 Программное обеспечение.....                                                   | 76 |
| 6.1 Управление .....                                                             | 76 |
| 6.1.1 Индикаторы .....                                                           | 76 |
| 6.1.2 Регулировка параметров в процессе работы. ....                             | 77 |
| 6.1.3 Передача через RS485 .....                                                 | 78 |
| 6.1.4 Запрос доступных параметров .....                                          | 78 |
| 6.1.5 Очистка графика параметров .....                                           | 78 |
| 6.1.6 Параметры сдвига тока(момента)/скорости.....                               | 78 |
| 6.1.7 Запись параметров сдвига тока(момента)/скорости в AWD50.....               | 79 |
| 6.1.8 Текущая температура .....                                                  | 79 |
| 6.1.9 График температуры.....                                                    | 79 |
| 6.1.10 График параметров .....                                                   | 79 |
| 6.1.11 Блок параметров графика.....                                              | 79 |
| 6.2 Коэффициенты .....                                                           | 80 |
| 6.2.1 Передача данных с/на плату AWD50 .....                                     | 81 |
| 6.2.2 Обмен.....                                                                 | 82 |
| 6.2.3 Режим работы.....                                                          | 82 |
| 6.2.4 Установка битов в регистре Mode .....                                      | 83 |
| 6.2.5 Установка бит в регистре Key_xor .....                                     | 83 |
| 6.2.6 Управление DAC.....                                                        | 84 |
| 6.2.7 Установка битов в регистре RConf.....                                      | 84 |
| 6.2.8 Управление моментом .....                                                  | 86 |
| 6.2.9 Управление скоростью .....                                                 | 86 |
| 6.2.10 Измерение ЭДС и тока .....                                                | 87 |
| 6.2.11 Управление движением .....                                                | 87 |
| 6.2.12 Ограничение AN1 .....                                                     | 88 |
| 6.3 Координата .....                                                             | 88 |
| 6.3.1 Энкодер.....                                                               | 89 |
| 6.3.2 Step/Dir.....                                                              | 89 |
| 6.3.3 Pos .....                                                                  | 90 |
| 6.3.4 Set .....                                                                  | 90 |
| 6.3.5 TstepHi/TstepLo .....                                                      | 90 |
| 6.3.6 Разность параметров .....                                                  | 90 |
| 6.3.7 Режим StepDir .....                                                        | 91 |
| 6.4 Статус.....                                                                  | 92 |
| 6.4.1 SearchCom.....                                                             | 92 |
| 6.4.2 Ошибки считывания/записи коэффициентов/переменных.....                     | 92 |
| 6.4.3 Блок «Ошибки».....                                                         | 93 |
| 7 Первое включение платы AWD50 .....                                             | 93 |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 7.1 Регулирование скорости.....                                     | 93 |
| 7.2 Регулирование момента.....                                      | 93 |
| 7.3 Работа с выключателями.....                                     | 94 |
| 8 Изменение параметров режима работы (Подключение через RS485)..... | 94 |
| 8.1 Изменение параметров заданного режима работы.....               | 94 |
| 8.2 Задание параметров замыкания/размыкания .....                   | 95 |
| 8.3 Задание параметров ПИ-регуляторов скорости и момента .....      | 95 |
| 9 Обновление ПО платы .....                                         | 95 |
| 10 Техническое обслуживание .....                                   | 95 |
| 11 Текущий ремонт.....                                              | 96 |
| 12 Хранение.....                                                    | 96 |
| 13 Транспортирование.....                                           | 96 |
| 14 Утилизация .....                                                 | 96 |
| 15 Гарантии изготовителя .....                                      | 96 |
| 16 Изготовитель .....                                               | 96 |



# 1 Описание и работа

## 1.1 Назначение

Блок управления коллекторным двигателем постоянного тока AWD50 (далее – блок управления или блок AWD50) предназначен для управления скоростью, положением и моментом двигателей с рабочим напряжением от 12 до 110В и током до 50А.

Блок AWD50 позволяет реализовать сервопривод на основе коллекторного двигателя постоянного тока. Большая часть функций не требует установки дополнительных датчиков.

## 1.2 Отличия блоков AWD50v6 от AWD50v5

- Дополнительный выход твердотельного реле позволяет подключить обмотку возбуждения двигателя, электрический тормоз или вентилятор охлаждения с регулировкой температуры срабатывания.
- Входы энкодеров заменены на дифференциальные с возможностью подключения и не дифференциальных энкодеров.
- Напряжение питания логической части расширено до 10...36 В

## 1.3 Основные характеристики

Функциональные возможности блока управления:

- ПИ регулятор скорости вращения двигателя
- ПИ регулятор момента на валу двигателя
- Фильтрация входных сигналов с заданной постоянной времени
- Программирование диапазона изменения входных аналоговых сигналов
- Возможность инверсии дискретных сигналов запуска и концевых выключателей
- Встроенный формирователь траектории движения от точки к точке с заданием координаты, скорости и ускорения с обратной связью по энкодеру
- Постоянный подсчет числа импульсов (32 разряда) на входах энкодера *Enc* и *Step/Dir*
- Возможность установки преобразователя СКВТ-энкодер
- Напряжение питания двигателей от 12 до 110В
- Максимальный ток двигателя 50А
- Возможность управления коллекторными двигателями с постоянными магнитами, независимым или последовательным возбуждением
- Плавный разгон и торможение с заданием ускорения
- Встроенный тормозной резистор со схемой управления и возможностью подключения внешнего сопротивления
- Возможность работы в режиме рекуперации при питании от аккумуляторов
- Обработка концевых выключателей и входа разрешение движения
- Защита от перегрева

- Защита от короткого замыкания выхода
- Управление внешним реле для включения вентилятора охлаждения или тормоза
- Аналоговый выход для мониторинга скорости или момента
- Управление по интерфейсу RS485 ModBus или аналоговыми и дискретными сигналами
- Рабочий температурный диапазон от -40 до +55 С

## 1.4 Технические характеристики

Таблица 1 – Технические характеристики

| Наименование параметра                                        | Значение                   |           |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|
| Общие характеристики                                          |                            |           |
| Напряжение питания двигателя, В                               | 12, 24, 36, 60, 110        |           |
| Максимальный ток двигателя, А                                 | 50                         |           |
| Ток срабатывания защиты от короткого замыкания, А             | 75                         |           |
| Диапазон регулирования скорости вращения с погрешностью до 5% | 1:100                      |           |
| Напряжение питания блока управления, В                        | 10-36                      |           |
| Номинальный ток потребления, А при питании 24 В               | 0,2                        |           |
| Температурный диапазон работы, °С                             | От –40 до +55              |           |
| Габаритные размеры, мм                                        | 200x90x71                  |           |
| Уровни управляющих сигналов                                   |                            |           |
| Дискретные входы/выходы, В                                    | Логический ноль            | 0         |
|                                                               | Логическая единица         | +3,3...+5 |
| Аналоговые входы, В                                           | Минимальное значение       | -10       |
|                                                               | Максимальное значение      | +10       |
| Оптронный, вход В                                             | Логический ноль            | 0         |
|                                                               | Логическая единица         | +12...24  |
| Оптронный, выход ErrOut                                       | Максимальное напряжение, В | +24       |
|                                                               | Максимальный ток, мА       | 20        |
| Выход ReleOut                                                 | Максимальное напряжение, В | +60       |
|                                                               | Максимальный ток, А        | 5         |
| Интерфейс связи                                               |                            |           |
| Тип интерфейса                                                | RS485                      |           |
| Скорость передачи, кбит/с                                     | 9600                       |           |
| Максимальное количество                                       | 32                         |           |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| устройств в сети, шт.                    |            |
| Сопротивление согласующего резистора, Ом | 120        |
| Протокол передачи данных                 | MODBUS RTU |

## 1.5 Габаритные размеры

Габаритные размеры платы показаны на Рис. 1.

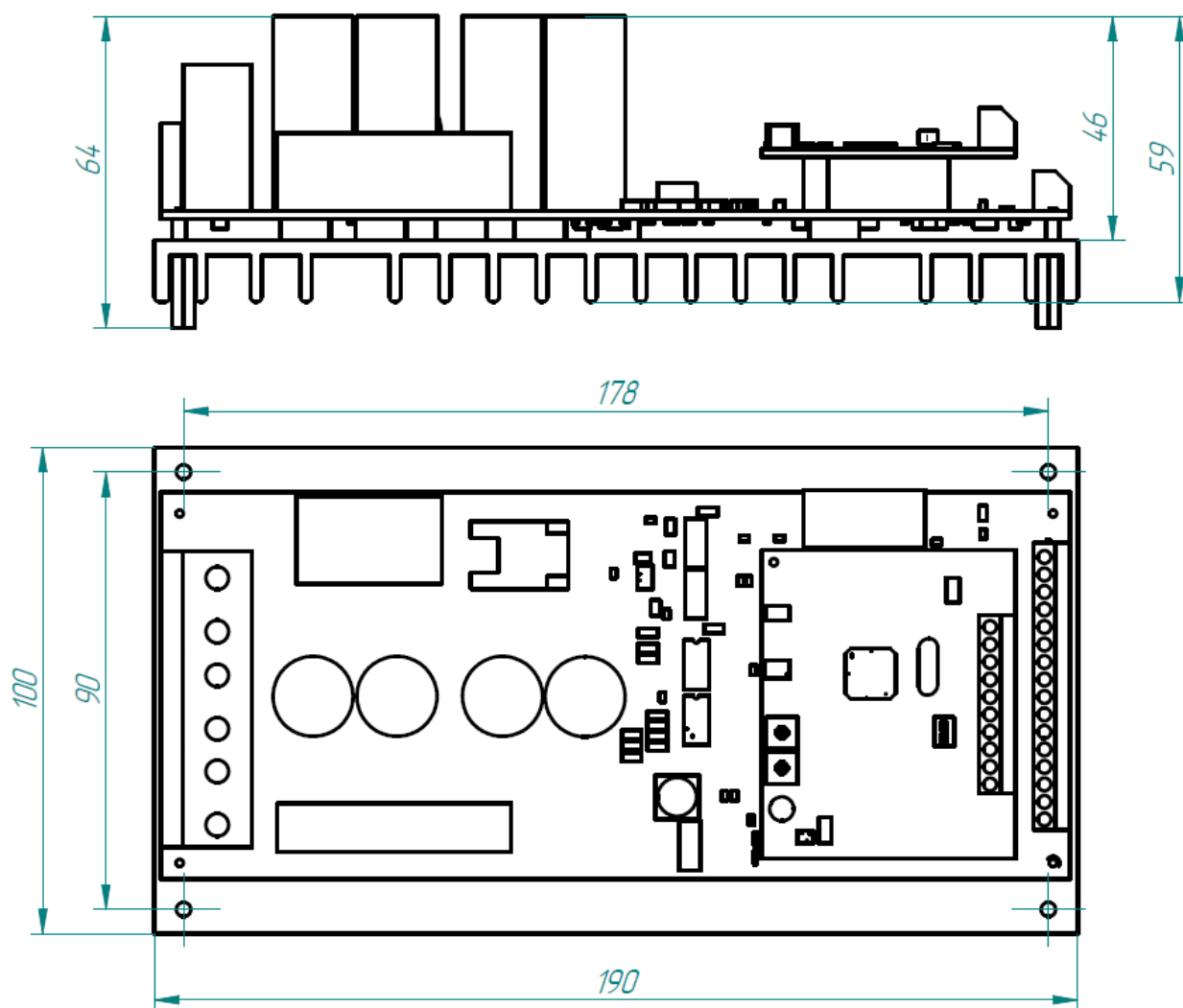


Рис. 1 – Габаритные размеры платы AWD50

## 1.6 Устройство блока управления

### 1.6.1 Функциональная схема

Функциональная схема AWD50 приведена на [Рис. 2](#). Силовое питание поступает на мост с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) и на блок рекуперации. Мост ШИМ обеспечивает реверсивное управление двигателем или другой подключенной нагрузкой. Блок рекуперации рассеивает энергию, возникающую при торможении двигателя. Мост ШИМ имеет защиты по превышению максимального тока (п. [1.6.4](#)) и температуры (п. [1.6.5](#)) выходных транзисторов. Блок измерения противо-ЭДС позволяет определить скорость вращения коллекторного двигателя без применения дополнительных датчиков. Вход квадратурного энкодера позволяет реализовать управление координатой или обеспечить обратную связь по скорости. Гальванически развязанный вход [Step/Dir](#) позволяет задавать шаговое управление угловым положением вала двигателя используя вход квадратурного энкодера в качестве обратной связи. Дискретные входы позволяют управлять включением и

направлением вращения двигателя с учетом сигналов концевых выключателей. Аналоговые входы и встроенные потенциометры *SET1* и *SET2* позволяют задавать скорость вращения или момент на валу двигателя. Аналоговый выход может быть использован для контроля скорости вращения или момента на валу двигателя. Оптронный выход и выход твердотельного реле могут использоваться для управления вентилятором охлаждения, электромагнитным тормозом, обмоткой возбуждения двигателя или как индикатор ошибок и различных состояний. Блок управления на основе цифрового сигнального процессора обеспечивает опрос и формирование всех сигналов. Интерфейс RS485 используется для программирования и управления блоком по протоколу ModBus RTU.

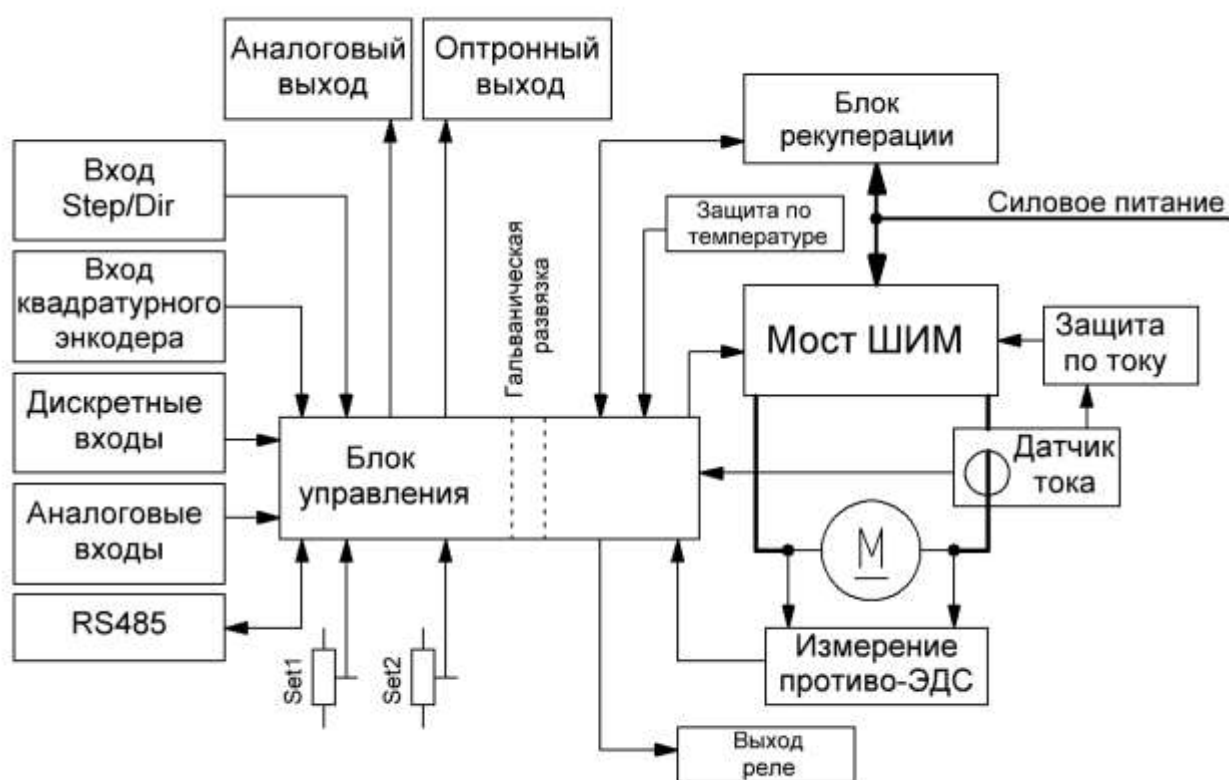


Рис. 2 – Функциональная схема блока управления AWD50

Внутренняя схема входов и выходов блока AWD50 показана на Рис. 3. Описание входов и выходов приведено в Таблица 2.

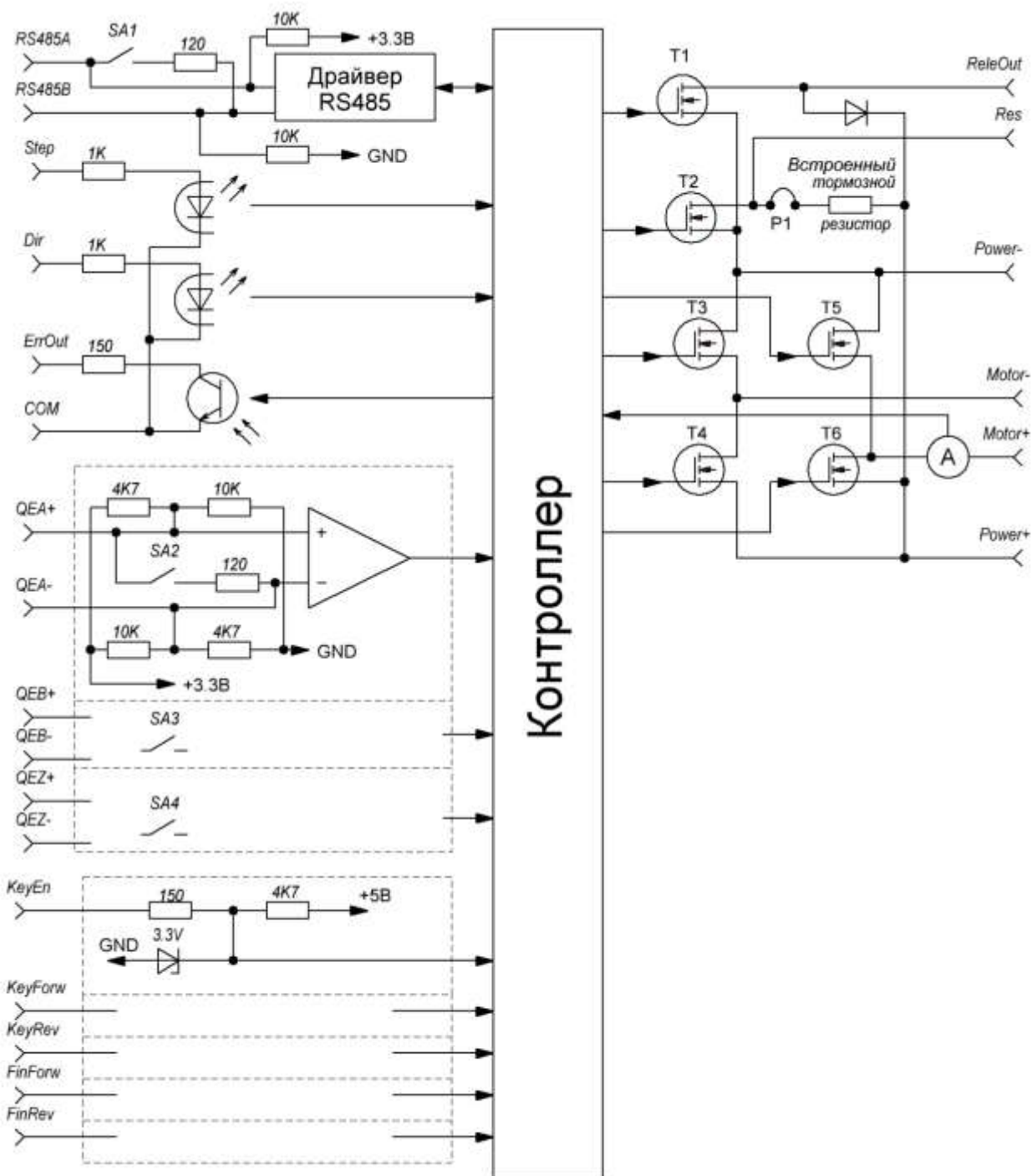


Рис. 3 – Схема входов и выходов блока управления AWD50

Описание входных и выходных сигналов приведено в [Таблица 2](#). Активное состояние цифровых входов – замыкание на общий провод.

Таблица 2 – Описание входных и выходных сигналов

| Сигнал         | Назначение                               |
|----------------|------------------------------------------|
| <i>KeyEn</i>   | Разрешение вращения                      |
| <i>KeyForw</i> | Включение вращения прямого направления   |
| <i>KeyRev</i>  | Включение обратного направления вращения |
| <i>FinForw</i> | Концевой выключатель прямого вращения    |
| <i>FinRev</i>  | Концевой выключатель обратного вращения  |

|         |                                                                  |
|---------|------------------------------------------------------------------|
| QEA+    | Прямой вход А энкодера <i>Enc</i>                                |
| QEA-    | Инверсный вход А энкодера <i>Enc</i>                             |
| QEB+    | Прямой вход В энкодера <i>Enc</i>                                |
| QEB-    | Инверсный вход В энкодера <i>Enc</i>                             |
| QEZ+    | Прямой вход Z энкодера <i>Enc</i>                                |
| QEZ-    | Инверсный вход Z энкодера <i>Enc</i>                             |
| STEP    | Шаг для управления положением <i>Step/Dir</i>                    |
| DIR     | Направление вращения <i>Step/Dir</i>                             |
| ErrOut  | Оптронный выход функция согласно <i>TypeErrOut</i>               |
| COM     | Общий провод интерфейса Step/Dir                                 |
| RS485A  | Вход/выход А интерфейса RS485                                    |
| RS485B  | Вход/выход В интерфейса RS485                                    |
| ReleOut | Выход твердотельного реле с функцией согласно <i>TypeReleOut</i> |
| Res     | Выход для подключения внешнего тормозного резистора              |
| Power+  | Положительный вход силового питания                              |
| Power-  | Отрицательный вход силового питания                              |
| Motor+  | Выход подключения мотора                                         |
| Motor-  | Выход подключения мотора                                         |

Таблица 3 – Назначение переключателей

| Переключатель | Назначение                                            |
|---------------|-------------------------------------------------------|
| S1            | Включение терминального резистора на интерфейсе RS485 |
| S2            | Включение терминального резистора на вход А энкодера  |
| S3            | Включение терминального резистора на вход В энкодера  |
| S4            | Включение терминального резистора на вход Z энкодера  |

Блок управления двигателем содержит два пропорционально интегральных (ПИ) регулятора: по току двигателя и по скорости вращения. Источник задания входного сигнала регулятора тока выбирается параметром *ModIs*, а обратная связь поступает с датчика тока двигателя. Для регулятора скорости источник задания входного сигнала выбирается параметром *ModVs*, а источник сигнала обратной связи - параметром *ModV*. В зависимости от *ModV* скорость может измеряться блоком AWD50 (в случае противо-ЭДС), тахогенератором на входе *AIN1*, энкодером на входе *Enc* или импульсным датчиком на входе *Step*.

Для возможности стабилизации скорости вращения двигателя с помощью положительной обратной связи по потребляемому току служит IR регулятор скорости.

Блок AWD50 имеет один аналоговый выходной сигнал *DAC* пропорциональный моменту, скорости вращения или величине ШИМ.

Для управления по координатам (углу поворота энкодера) служит блок расчета траектории движения от точки к точке в соответствии с *Рис. 5*.

Структурная схема блока AWD50 приведена на *Рис. 4*.

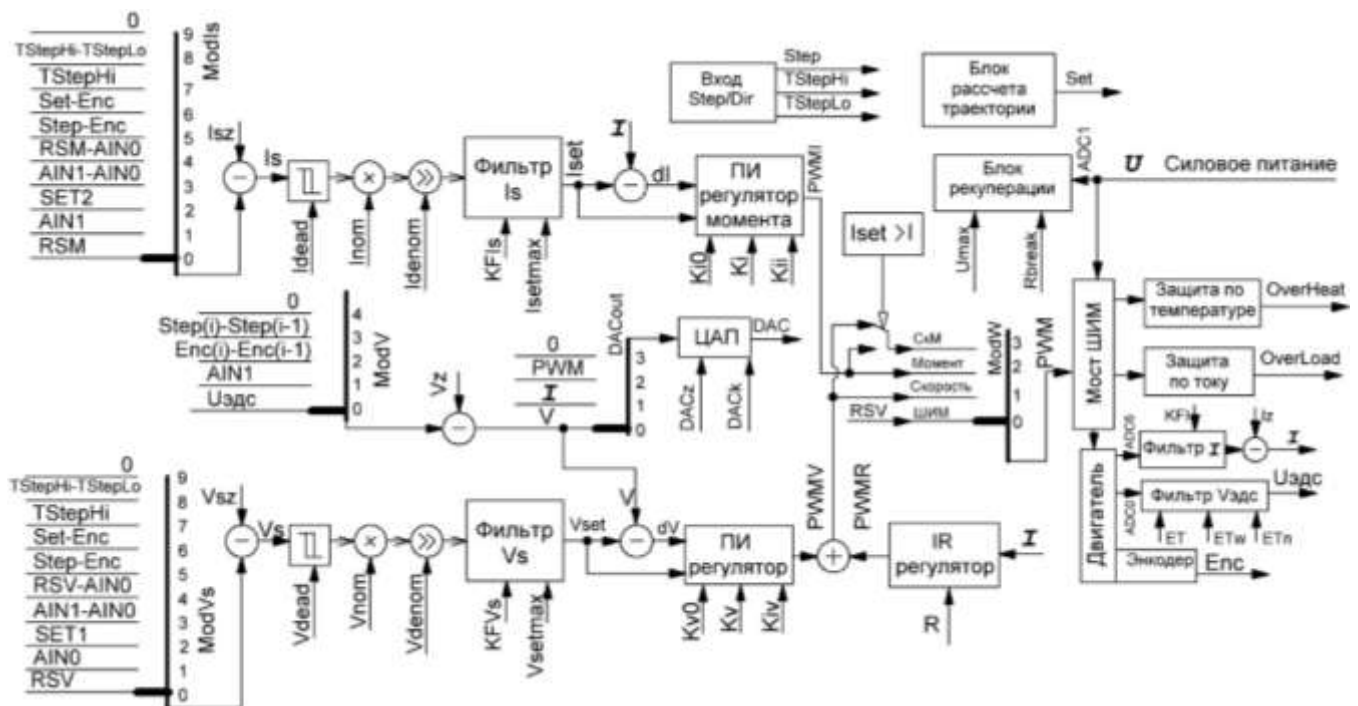


Рис. 4 - Структурная схема блока AWD50



Рис. 5 – Движение от точки к точке с заданной скоростью и ускорением

Блок AWD50 имеет интерфейс связи для подключения устройства в сеть, построенную на основе стандарта RS485, протокол MODBUS RTU, скорость 9600 Бод. Поддерживаются команды 03 Read Holding Registers и 16 (10 Hex) Preset Multiple Regs. Регистры контроля и управления описаны в п. 4.

### 1.6.2 IR регулятор

IR регулятор служит для компенсации потерь в обмотке якоря. IR-регулятор работает в режиме стабилизации скорости вращения и стабилизации скорости с ограничением момента на валу двигателя.



Параметрами IR-регулятора служат ток в обмотке якоря и сопротивление обмотки якоря, задаваемое на вкладке «Коэффициенты» (п. 6.2).

Ориентировочно R определяется при зафиксированном якоре двигателя  $R = 4096 * PWM / I$  в режиме прямого управления ШИМ.

### 1.6.3 Блок рекуперации

Блок рекуперации обеспечивает рассеивание энергии при торможении двигателя. Ключевой транзистор включает тормозной резистор при напряжении на шине питания  $U$  выше, чем  $U_{max}$ . Для исключения перегрева тормозного резистора при длительном торможении необходимо подключить внешний тормозной резистор и отключить внутренний, перерезав перемычку на плате.

### 1.6.4 Блок защиты по току

Блок защиты по току отключает выходной каскад при превышении максимального тока 50А. Отключение индицируется битом OverLoad регистра *RegStat*.

### 1.6.5 Блок защиты по температуре

Блок защиты по температуре отключает выходной каскад если  $Term < 600$ . Отключение индицируется битом OverHeat регистра *RegStat*. Если  $Term < MTerm$ , то можно включить вентилятор охлаждения, подключенный к выходу *ReleOut*.

### 1.6.6 Блок управления двигателем

Режим работы блока определяется значением *ModW* (Таблица 5) в регистре *Mode*.  
ШИМ - прямое управление ШИМ от RS485 без условий и регуляторов.  
Ск - управление скоростью вращения без контроля тока (момента)  
М - управление моментом без контроля скорости вращения  
СкМ - управление скоростью вращения с ограничением тока (момента).

### 1.6.7 Описание разъёмов AWD50

Расположение разъёмов и индикаторов AWD50 показано на [Рис. 6](#), описание разъёмов представлено в [Таблица 4](#).

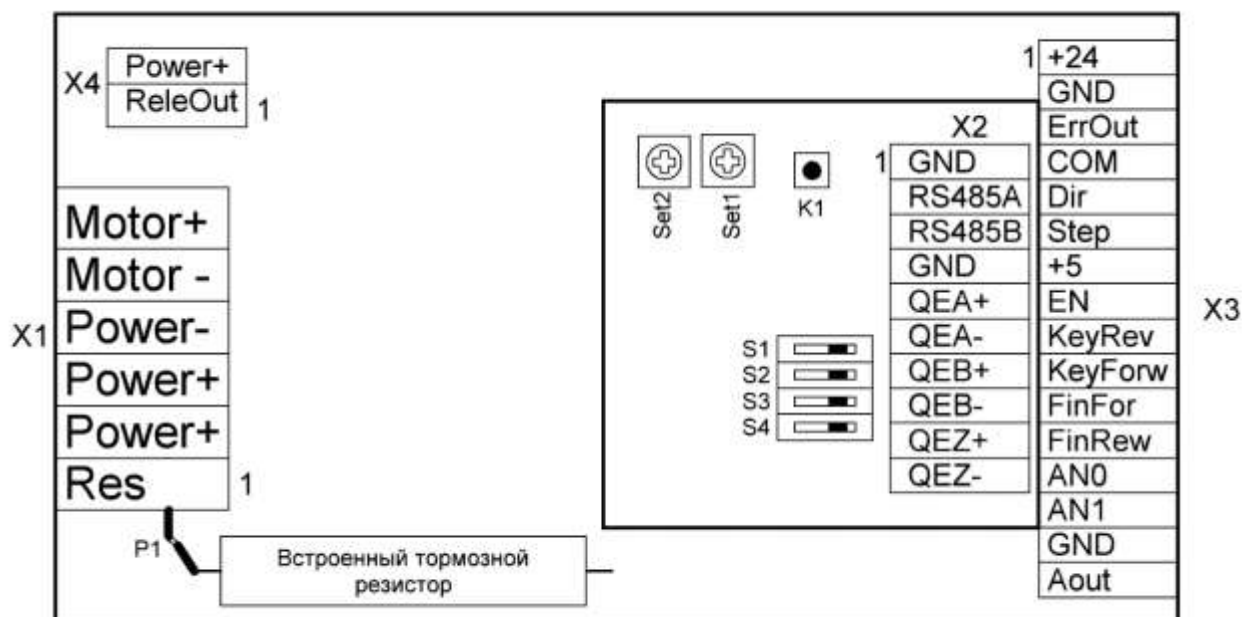


Рис. 6 – Расположение разъёмов блока управления

Таблица 4 – Описание разъёмов блока AWD50

| Разъём | Контакт |         | Назначение                         |
|--------|---------|---------|------------------------------------|
| X1     | 1       | Res     | Внешний тормозной резистор 1       |
|        | 2       | Power+  | Внешний тормозной резистор 2       |
|        | 3       | Power+  | Силовое питание плюс               |
|        | 4       | Power–  | Силовое питание минус              |
|        | 5       | Motor–  | Двигатель «–»                      |
|        | 6       | Motor+  | Двигатель «+»                      |
| X2     | 1       | GND     | Общий                              |
|        | 2       | RS485A  | Интерфейс RS485 A                  |
|        | 3       | RS485B  | Интерфейс RS485 B                  |
|        | 4       | GND     | Общий                              |
|        | 5       | QEA+    | Вход А+ энкодера                   |
|        | 6       | QEA-    | Вход А- энкодера                   |
|        | 7       | QEB+    | Вход В+ энкодера                   |
|        | 8       | QEB-    | Вход В- энкодера                   |
|        | 9       | QEZ+    | Вход Z+ энкодера                   |
|        | 10      | QEZ-    | Вход Z- энкодера                   |
| Z3     | 1       | +24     | Вход питания блока +10...36В       |
|        | 2       | GND     | Общий                              |
|        | 3       | ErrOut  | Оптронный выход                    |
|        | 4       | COM     | Общий провод интерфейса Step/Dir   |
|        | 5       | DIR     | Направление вращения               |
|        | 6       | STEP    | Шаг для управления положением      |
|        | 7       | +5      | Выход 5В                           |
|        | 8       | KeyEn   | Вход разрешения работы             |
|        | 9       | KeyRev  | Вход движение «назад»              |
|        | 10      | KeyForw | Вход движение «вперед»             |
|        | 11      | FinForw | Вход концевой выключатель «вперед» |
|        | 12      | FinRev  | Вход концевой выключатель «назад»  |
|        | 13      | AN0     | Аналоговый вход 0                  |
|        | 14      | AN1     | Аналоговый вход 1                  |
|        | 15      | GND     | Общий                              |
|        | 16      | AN OUT  | Выход аналогового сигнала          |
| Z4     | 1       | ReleOut | Выход твердотельного реле          |
|        | 2       | Power+  | Силовое питание плюс               |

## 2 Описание работы

### 2.1 Режимы работы

Режим работы платы выбирается в *ModW*. Блок AWD50 поддерживает режимы работы:

#### 2.1.1 ШИМ

Прямое управление ШИМ от RS485 без условий и регуляторов.

#### 2.1.2 Ск

Управление скоростью вращения без контроля тока (момента)

#### 2.1.3 М

Управление моментом без контроля скорости вращения

#### 2.1.4 СкМ

Управление скоростью вращения с ограничением тока (момента)

### 2.2 Источник задания значений ПИ регуляторов.

Коэффициенты ПИ регуляторов тока и скорости могут быть заданы через интерфейс RS485 или с помощью установленных на плате потенциометров *SET1* и *SET2*. Выбор осуществляется параметрами *PIV\_SET1* , *PII\_SET2*. Стандартно, при поставке выбрана установка коэффициентов с помощью потенциометров.

#### 2.2.1 Задание коэффициентов ПИ регуляторов потенциометрами SET1 и SET2.

При установке с помощью потенциометра одновременно изменяются пропорциональный и интегральный коэффициенты. Пример ручной настройки коэффициентов приведен ниже.

Потенциометром *SET1* установить значение *коэффициентов ПИ регулятора скорости*. Для этого включить двигатель на средние обороты и поворачивая по часовой стрелке потенциометр определить момент начала возбуждения регулятора скорости. Повернуть от установленного положения потенциометр против часовой стрелки примерно на четверть от установленного положения. Повышение значения коэффициентов регулятора (поворот по часовой стрелке) увеличивает точность стабилизации скорости и уменьшает время переходных процессов, но может привести к самовозбуждению системы управления. Для исключения возможного самовозбуждения рекомендуется устанавливать коэффициенты регулятора минимально приемлемыми для конкретного применения.

Потенциометром *SET2* установить значение *коэффициентов ПИ регулятора момента*. Для этого зафиксировать вал двигателя от вращения, установить нулевое ограничение момента и включить двигатель на минимальные обороты. Увеличить задаваемый момент до необходимого уровня. Поворачивая по часовой стрелке потенциометр *SET2* определить момент начала возбуждения регулятора момента. Повернуть от установленного положения потенциометр против часовой стрелки примерно на четверть от установленного положения.

Повышение значения коэффициентов регулятора (поворот по часовой стрелке) увеличивает точность стабилизации момента и уменьшает время переходных процессов, но может привести к самовозбуждению системы управления. Для исключения возможного самовозбуждения рекомендуется устанавливать коэффициенты регулятора минимально приемлемыми для конкретного применения.

### 2.2.2 Задание коэффициентов ПИ регуляторов через RS485.

Настройка *ПИ регулятора скорости* происходит в блоке «*Управление скоростью*».

1. Для настройки пропорционального коэффициента ПИ-регулятора:

- а) Обнулить интегральный коэффициент регулятора  $K_{iv}$  и  $R$ .
- б) Установить пропорциональный коэффициент  $K_v$  равным 10, а скорость вращения  $V_s$  на уровне 10% от максимально возможной.
- в) Повысить коэффициент пропорциональной части  $K_v$ .
- г) Повторять шаг 1.в, пока не появится эффект самовозбуждения.
- д) Уменьшить значение коэффициента  $K_v$  до уровня 0,5 от найденного.

2. Настроить интегральный коэффициент ПИ-регулятора:

- а) Повысить коэффициент интегральной части  $K_{iv}$ .
- б) Повторять шаг 2.а, пока не появится эффект самовозбуждения.
- в) Уменьшить значение коэффициента  $K_{iv}$  до уровня 0,5 от найденного.

Проверить систему на стабильность, задавая различные значения скорости.

Повышение значения коэффициентов ПИ регулятора увеличивает точность стабилизации скорости и уменьшает время переходных процессов, но может привести к самовозбуждению системы управления. Для исключения возможного самовозбуждения рекомендуется устанавливать коэффициенты регулятора минимально приемлемыми для конкретного применения.

Настройка *ПИ регулятора момента* происходит в блоке «*Управление моментом*».

3. Для настройки пропорционального коэффициента ПИ-регулятора зафиксировать вал двигателя:

- а) Обнулить интегральный коэффициент регулятора.
- б) Установить пропорциональный коэффициент  $K_{ii}$  равным 10, а момент  $I_s$  установить на уровне 10% от максимально возможного.
- в) Повысить коэффициент пропорциональной части  $K_i$ .
- г) Повторять шаг 3.в, пока не появится эффект перерегулирования.
- д) Уменьшить значение коэффициента  $K_i$  до уровня 0,5 от найденного.

4. Настроить интегральный коэффициент ПИ-регулятора:

- а) Повысить коэффициент интегральной части  $K_{ii}$ .
- б) Повторять шаг 4.а, пока не появится эффект перерегулирования.
- в) Уменьшить значение коэффициента  $K_{ii}$  до уровня 0,5 от найденного.

Проверить систему на стабильность, задавая различные значения момента.

Повышение значения коэффициентов регулятора увеличивает точность стабилизации

момента и уменьшает время переходных процессов, но может привести к самовозбуждению системы управления. Для исключения возможного самовозбуждения рекомендуется устанавливать коэффициенты регулятора минимально приемлемыми для конкретного применения.

## 2.3 Источники сигнала задания скорости вращения

- аналоговый сигнал -10...10 В или 0...5 В
- интерфейс RS485 Modbus RTU
- встроенный потенциометр
- разность двух аналоговых сигналов
- разность аналогового сигнала и задания по RS485
- разность числа импульсов между входом *Step/Dir* и энкодером обратной связи
- разность числа импульсов между заданием траектории движения и энкодером обратной связи
- длительность положительного импульса входного сигнала *Step*
- разность времени положительного и отрицательного импульса сигнала *Step*

## 2.4 Источники сигнала обратной связи по скорости

- противо-ЭДС двигателя
- произведение мгновенного тока на сопротивление якоря IR
- аналоговый сигнал от -10 до 10 В (например сигнал от тахогенератора)
- число импульсов на входе *Step* за заданный промежуток времени
- число импульсов на входе энкодера за заданный промежуток времени

## 2.5 Источники сигнала задания момента на валу двигателя

- аналоговый сигнал от -10 до 10 В
- разность двух аналоговых сигналов
- интерфейс RS485 Modbus RTU
- разность аналогового сигнала и значения от интерфейса RS485 Modbus RTU
- встроенный потенциометр
- разность числа импульсов между входом *Step/Dir* и энкодером обратной связи
- разность числа импульсов между заданием траектории движения и энкодером обратной связи
- длительность положительного импульса входного сигнала *Step*
- разность времени положительного и отрицательного импульса сигнала *Step*

## 2.6 Источники сигнала обратной связи по моменту

- мгновенный ток двигателя

## 2.7 Источник сигнала концевых выключателей:

- дискретные входы с возможностью инверсии срабатываний
- переход в режим стабилизации момента на время более заданного

## 2.8 Интерфейс связи

Интерфейс связи предназначен для подключения устройства в сеть, построенную на основе стандарта RS485, протокол MODBUS RTU, скорость 9600 Бод. Использование интерфейса связи позволяет:

- осуществлять настройку параметров модуля
- управлять скоростью вращения двигателя и ограничением момента
- получать информацию о текущем состоянии блока AWD50, скорости вращения и моменте двигателя.

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 интерфейсов (RS232 ↔ RS485 или USB ↔ RS485). На обоих концах соединительного кабеля должны быть установлены согласующие резисторы  $R_c = 120$  Ом. В блоке AWD50 согласующий резистор установлен, для его подключения необходимо замкнуть переключатель S1 (см. [Рис. 6](#)).

При подключении одного или нескольких блоков AWD50 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 [Рис. 7](#).

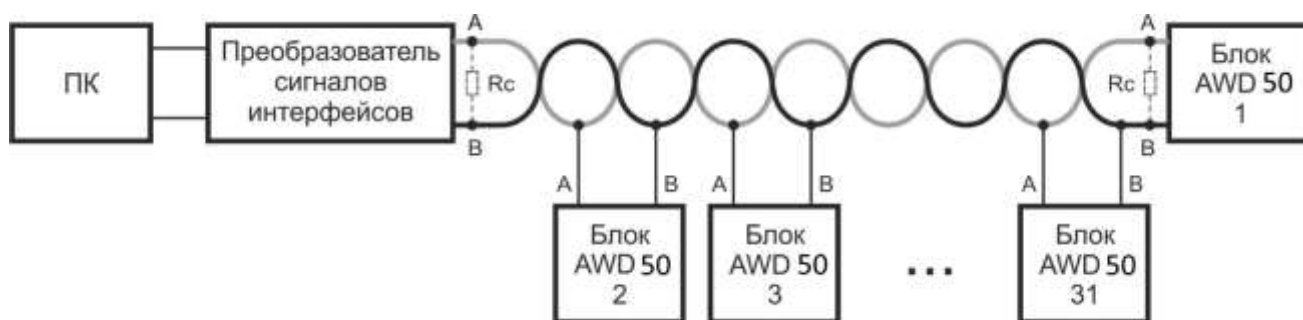


Рис. 7 – Пример подключения блока AWD50 к сети RS485

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.

## 2.9 Сетевой адрес

Сетевой адрес *Addr* применяется в качестве идентификационного номера для независимого управления отдельными устройствами, присоединенными к общей шине. Сетевой адрес отображается/выбирается в программном обеспечении.

## 2.10 Функциональная схема

Двигатель управляется мостовой схемой с ШИМ регулятором. Значение ШИМ определяет напряжение на двигателе и задается параметром *PWM*. Значение *PWM* знаковое в диапазоне от  $-PWM_{max}$  до  $+PWM_{max}$ . Источник значения *PWM* определяется режимом работы:

*ШИМ* – только интерфейс RS485

*Ск* – сумма выходных сигналов ПИ регулятора скорости (*PWMV*) и IR регулятора скорости (PWMR)

*M* – выход ПИ регулятора тока (*PWMI*)

СкМ – если ток двигателя менее заданного ограничения ( $I < I_{set}$ ), то режим работы соответствует *Ск*, а если ( $I \geq I_{set}$ ), то режим работы соответствует режиму *M*.

Режим работы блока индицируется значением переменной *Blim*:

*Blim*= -3 - достигнут максимальный PWM при вращении назад

*Blim*= -2 - «*Ск*» при вращении назад

*Blim*= -1 - «*M*» при вращении назад

*Blim*= 0 - двигатель остановлен

*Blim*= 1 - «*M*» при вращении вперед

*Blim*= 2 - «*Ск*» при вращении вперед

*Blim*= 3 - достигнут максимальный PWM при вращении вперед

Источник сигнала обратной связи по скорости определяется параметром *ModV* (Таблица 8).

Источник и значение сигнала момента определяется параметром *ModIs*.



### 2.10.1 Блок выбора сигнала задания скорости вращения $V_s$

Входной сигнал управления скоростью вращения определяется регистром  $ModVs$ .

Значение  $V_s = (\text{Входной сигнал}) - V_{sz}$

Значение  $V_s$  может иметь зону нечувствительности при ( $V_{dead} \neq 0$ ). В этом случае:

$V_s=0$  при  $|V_s| \leq V_{dead}$

$V_s = V_s - V_{dead}$  при  $V_s > V_{dead}$

$V_s = V_s + V_{dead}$  при  $V_s < -V_{dead}$

В большинстве режимах  $ModVs$  скорость изменения значения  $|V_s|$  ограничена значениями  $Accel$  при увеличении и  $Deccel$  при уменьшении. Это позволяет задать параметр разгона и торможения двигателя.

### 2.10.2 Расчет устанавливаемой скорости $V_{set}$

Значение задаваемой скорости  $V_s$  поступает на фильтр первого порядка, постоянная времени которого пропорциональна значению ( $2^{KfVs}$ ). Если  $KfVs=0$ , то фильтра нет. Выходной сигнал фильтра – устанавливаемая скорость  $V_{set}$

$$V_{set} = V_s * V_{nom} / (2^{V_{denom}}).$$

Значение  $|V_{set}|$  ограничено значением  $V_{setmax}$ , но не может быть более 4095.

### 2.10.3 Блок выбора сигнала задания обратной связи для регулятора скорости вращения $V$

Входной сигнал обратной связи при управлении скоростью вращения определяется регистром  $ModV$ .

$$V = (\text{входной сигнал}) - V_z.$$

Значение  $|V|$  не может превышать 4095.

При выборе источника сигнала «напряжение против-ЭДС» ( $ModV=0$ ) блок будет измерять скорость вращения двигателя периодически отключая его от источника питания и измеряя напряжение, которое он вырабатывает в режиме генератора. Этот способ измерения допустим только для коллекторных двигателей с постоянными магнитами или с независимой обмоткой возбуждения. Для измерения скорости вращения по против-ЭДС ШИМ выключается через время ( $2^{ET} * T_{adc}$ ). После выключения ШИМ делается пауза на время окончания переходного процесса, а затем производится фильтрация за  $2^{(ETn)}$  измерений. Среднее значение измеренного напряжения на двигателе присваивается реальной скорости вращения  $V$ . Все время измерения ограничено значением ( $ETw * T_{adc}$ ). Против ЭДС, соответствующая номинальному напряжению питания блока равна примерно 1734 ед.

### 2.10.4 ПИ регулятор скорости

Регулятор скорости вращения двигателя управляет значением  $PWMV$  по формуле:

$$PWMV = (V_{set} * K_v0 + K_v * dV + W_i) / 4096, \text{ где}$$

$$W_i = W_{i-1} + dV * K_{iv}, \text{ где } W_{i-1} \text{ значение интегральной части на прошлом шаге.}$$

Значение  $PWMV$  со знаком. Если знак «+», то включается движение «вперед», если «-» - то «назад».

ПИ регулятор скорости работает с периодом ( $(2^{ET}) * T_{adc}$ ).

### 2.10.5 Регулятор скорости по току якоря IR

Регулятор скорости вращения по току двигателя управляет значением по формуле:

$$PWMR = I * R / 1024$$

Регулятор скорости вращения по току двигателя работает с периодом  $T_{adc}$ .

### 2.10.6 Блок выбора сигнала задания тока (момента) двигателя Is

Входной сигнал управления током (моментом) двигателя определяется регистром  $ModIs$ .

$$Is = (\text{Входной сигнал}) - Isz$$

Значение  $Is$  может иметь зону нечувствительности при ( $I_{dead} \neq 0$ ). В этом случае:

$$Is = 0 \text{ при } |Is| \leq I_{dead}$$

$$Is = Is - I_{dead} \text{ при } Is > I_{dead}$$

$$Is = Is + I_{dead} \text{ при } Is < -I_{dead}$$

### 2.10.7 Расчет устанавливаемого значения Iset

Входное значение задаваемого тока  $Is$  поступает на фильтр первого порядка, постоянная времени которого пропорциональна значению ( $2^{KFI}$ ). Если  $KFI=0$ , то фильтра нет. Выходной сигнал фильтра – устанавливаемый ток  $Iset$

$$Iset = Is * Inom / (2^{Idenom})$$

Значение  $|Iset|$  ограничено значением  $Isetmax$ , но не может быть более 2047.

### 2.10.8 Фильтр измеряемого тока (момента) I

Измерение тока двигателя производится с периодом  $T_{adc}$ . Для фильтрации тока двигателя  $ADC6$  производится  $2^{KFI}$  измерений. Среднее значение измеренного тока двигателя присваивается переменной

$$I = ADC6 - Isz.$$

Ток 50А соответствует примерно 1640 ед.

### 2.10.9 Пи регулятор тока (момента)

Регулятор тока (момента) двигателя управляет значением  $PWMI$  по формуле

$$PWMI = (Iset * Ki0 + Ki * dI + Ji) / 4096, \text{ где } Ki - \text{коэффициент пропорциональности}$$

$$dI = Iset - I \text{ где } I - \text{текущий ток двигателя,}$$

$$Ji = Ji_{-1} + dI * Kii, \text{ где } Kii - \text{коэффициент интегрирования, } Ji_{-1} - \text{значение интегральной части на прошлом шаге}$$

Регулятор тока работает с периодом  $T_{adc}$ .

### 2.10.10 Блок расчета траектории движения

Блок расчета траектории движения позволяет управлять углом поворота двигателя используя энкодер в качестве сигнала обратной связи. Траектория движения строится между

точками *Set* и *Pos*, при этом скорость изменяется по трапеции: разгон – равномерное движение – торможение (Пус. 5). Каждый раз при изменении значения *Pos*, значение *Set* стремится к нему со скоростью *RSV*, при этом скорость может изменяться не быстрее чем на значение *Accel* за время такта вычислений, равного ( $Tadc \cdot (2^{ET})$ ). Скорость *RSV* – число импульсов энкодера *Enc* за время такта вычислений. Во время движения можно изменять любые параметры, они начинают обрабатываться в следующем такте вычислений. Во время отработки траектории установлен бит *TrapGo* в регистре *RegStat*. Каждый раз при завершении отработки траектории инвертируется бит *EndTrack* в регистре *RegStat*. Если во время отработки траектории модуль ошибки между *Set* и *Enc* превысил значение ( $Trackmax \cdot 16$ ), то движение прекращается и устанавливается бит *ErrTrack* в регистре *RegStat*.

### 3 Аналоговый выход для мониторинга

Аналоговый выход *DAC* позволяет формировать аналоговое напряжение, пропорциональное скорости, току или значению ШИМ. Выбор производится параметрами *DACout* и *DACabs*.

При *DACabs* = 0

*DACout* = 0 – значение *DAC* =  $(V + DACz) \cdot DACk / 4096$

*DACout* = 1 – значение *DAC* =  $(I + DACz) \cdot DACk / 4096$

*DACout* = 2 – значение *DAC* =  $(PWM + DACz) \cdot DACk / 4096$

*DACout* = 3 – значение *DAC* = *DACz*

При *DACabs* = 1

*DACout* = 0 – значение *DAC* =  $(|V| + DACz) \cdot DACk / 4096$

*DACout* = 1 – значение *DAC* =  $(|I| + DACz) \cdot DACk / 4096$

*DACout* = 2 – значение *DAC* =  $(|PWM| + DACz) \cdot DACk / 4096$

*DACout* = 3 – значение *DAC* = *DACz*

## 4 Регистры контроля и управления

### 4.1 Используемые переменные

#### 4.1.100 I

Адрес 100.

Ток двигателя, текущий  $I = ADC6 - Iz$ . п. 2.10.8 .

I16, диапазон ограничен -2047...+2047

ток 50А соответствует 1640 ед.

#### 4.1.101 U

Адрес 101.

Напряжение на шине питания  $U = ADC1$ . п. 1.6.3 .

I16, диапазон ограничен 0...+4095

Напряжение 0В соответствует 2125 ед. Приращение 10В соответствует 64 ед.

#### 4.1.102 V

Адрес 102.

Измеренная скорость вращения двигателя в соответствии с *ModV*. п. 2.10.3 .

I16, диапазон ограничен -4095...+4095

#### 4.1.103 RegStat

Адрес 103.

Значение битов регистра статуса:

D0 – концевой выключатель назад, определяется *FinRev* и *invFin\_Rev*.

D1 – концевой выключатель вперед, определяется *FinForw* и *invFin\_Forw*.

D2 – вход вперед, определяется *KeyRev* и *invKey\_Rev*.

D3 – вход назад, определяется *KeyForw* и *invKey\_Forw*.

D4 – вход разрешение движения, определяется *KeyEn* и *invKey\_En*.

D5 – (BreakOn) =1 если включен тормозной резистор

D6 – (StepDirOn) =1 если вход Step/Dir работает в режиме счета импульсов, = 0 в режиме измерения времени импульса

D7 - (EndTrack) бит инвертируется каждый раз при завершении расчета траектории. п. 2.10.10 .

D8=1 (ErrTrack) в режиме слежения за разностью сигналов ошибка превысила *Trackmax*. п. 4.2.32 .

D9=1 (TrapGo) обрабатывается траектория движения, 0 – движение завершено. п. 2.10.10 .

D10=1 (bAccel) режим ускорения, ограничение тока увеличивается в соответствии с *Imax*. п. 4.2.38 .

D11=1 (OverLoad) перегрузка при превышении тока 50А. п. 1.6.4

D12=1 (OverHeat) перегрев. Работа запрещена. п. 1.6.5

D13=0 (Pwm\_max) *PWM* не ограничен. D13=1 *PWM* достиг максимального значения.

D14=1 (Cur\_on) работает петля стабилизация тока. п. 2.10.9 .

D15=1 (Sp\_on) работает петля стабилизация скорости. п. 2.10.4 .

| Бит      | D15      | D14       | D13     | D12          | D11            | D10           | D9             | D8            |
|----------|----------|-----------|---------|--------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| Значение | Sp_on    | Cur_on    | Pwm_max | OverHeat     | OverLoad       | bAccel        | TrapGo         | ErrTrack      |
| Бит      | D7       | D6        | D5      | D4           | D3             | D2            | D1             | D0            |
| Значение | EndTrack | StepDirOn | BreakOn | <i>KeyEn</i> | <i>KeyForw</i> | <i>KeyRev</i> | <i>FinForw</i> | <i>FinRev</i> |

#### 4.1.104 PWM

Адрес 104.

Вычисленное значение ШИМ на выходе блока. Определяется *ModW* п. 6.2.4.1 .

I16, диапазон ограничен +/- *PWMmax*.

#### 4.1.105 dI

Адрес 105.

Ошибка по току регулятора тока. п. 2.10.9 .

I16

#### 4.1.106 Ji

Адрес 106.

Интегральная часть регулятора тока. п. 2.10.9 .

I16, диапазон ограничен +/- *PWMmax*.

#### 4.1.107 Iset

Адрес 107.

Ток на входе регулятора тока  $I_{set} = I_s * I_{nom} / (2^{I_{denom}})$  . п. 2.10.7 .

I16, диапазон ограничен -2047...+2047

#### 4.1.108 Is

Адрес 108.

Заданное значение тока. п. 2.10.6 .

I16

#### 4.1.109 PWMI

Адрес 109.

Рассчитанное значение выхода регулятора тока. п. 2.10.9 .

I16, диапазон ограничен +/- *PWMmax*.

#### 4.1.110 dV

Адрес 110.

Ошибка по скорости регулятора скорости. п. 2.10.4 .

I16

#### 4.1.111 Wi

Адрес 111.

Интегральная часть регулятора скорости. п. 2.10.4 .

I16, диапазон ограничен +/- *PWMmax*.

#### 4.1.112 Vset

Адрес 112.

Скорость на входе регулятора скорости после фильтра. п. [2.10.2](#) .

I16, диапазон ограничен -4095...+4095

#### **4.1.113 Vs**

Адрес 113.

Заданное значение скорости. п. [2.10.1](#) .

I16, диапазон ограничен -4095...+4095

#### **4.1.114 PWMV**

Адрес 114.

Рассчитанное значение выхода регулятора скорости. п. [2.10.4](#) .

I16, диапазон ограничен +/- *PWMmax*.

### 4.1.115 Blim

Адрес 115.

Регистр состояния

|          |     |     |     |     |                 |     |               |              |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----|---------------|--------------|
| Бит      | D15 | D14 | D13 | D12 | D11             | D10 | D9            | D8           |
| Значение |     |     |     |     |                 |     | <i>ReleOn</i> | <i>ErrOn</i> |
| Бит      | D7  | D6  | D5  | D4  | D3              | D2  | D1            | D0           |
| Значение |     |     |     |     | <i>ModeWork</i> |     |               |              |

#### 4.1.115.1 ModeWork

D3...D0 Признак ограничения момента. п. 2.10 .

*ModeWork* = 3 *PWM* = -*PWMmax*

*ModeWork* = 2 идет регулирование отрицательного значения скорости

*ModeWork* = 1 идет регулирование отрицательного момента

*ModeWork* = 0 *PWM* = 0

*ModeWork* = 1 идет регулирование положительного момента

*ModeWork* = 2 стабилизация положительного значения скорости

*ModeWork* = 3 *PWM* = *PWMmax*

#### 4.1.115.2 ErrOn

1 – активное состояние выходного оптрона *ErrOut*

#### 4.1.115.3 ReleOn

1 – активное состояние выхода *ReleOut*

### 4.1.116 RSV

Адрес 116.

Устанавливаемая скорость или *PWM* по интерфейсу RS485.

Чтение и запись

116

### 4.1.117 RSM

Адрес 117.

Устанавливаемый момент или ограничение момента по интерфейсу RS485.

Чтение и запись

116

### 4.1.118 PWMR

Адрес 118.

Рассчитанное значение выхода IR регулятора скорости. п. 2.10.5 .

I16, диапазон ограничен +/- *PWMmax*.

#### 4.1.119 Term

Адрес 119.

Температура выходных транзисторов. п. *1.6.5*.

I16. При +20°C значение 720, при +70°C значение 600.

При значении 600 модуль отключается по перегреву. При значении *Term* < *MTerm* включается вентилятор охлаждения.

#### 4.1.120 EEPwr

Адрес 120.

если = 0x80, то регистры управления (п. 4 ) запишутся из оперативной памяти в энергонезависимую и будут такими при включения питания.

Чтение и запись

#### 4.1.121 AIN0

Адрес 121.

Значение на входе *AN0*.

I16, диапазон ограничен 0...4095

#### 4.1.122 AIN1

Адрес 122.

Значение на входе *AN1*.

I16, диапазон ограничен 0...4095

#### 4.1.123 SET1

Адрес 123.

Значение на входе *AN\_SET1*.

I16, диапазон ограничен 0...4095

#### 4.1.124 SET2

Адрес 124.

Значение на входе *AN\_SET2*

I16, диапазон ограничен 0...4095

#### 4.1.125 EncLo

Адрес 125.

Младшее слово счетчика энкодера *Enc*.

0...0xFFFF Чтение и запись



#### 4.1.126 EncHi

Адрес 126.

Старшее слово счетчика энкодера *Enc*.

0...0xFFFF Чтение и запись. Обновление производится при записи старшего слова.

#### 4.1.127 StepLo

Адрес 127.

Для *ModVs* или *ModIs* = 7 или 8 время отрицательного импульса на входе *Step/Dir*  
 $StepLo = TStepLo$

U16 Только чтение.

В других случаях младшее слово счетчика *Step*  
 $StepLo = Lo(Step)$

U16 Чтение и запись

#### 4.1.128 StepHi

Адрес 128.

Для *ModVs* или *ModIs* = 7 или 8 время положительного импульса на входе *Step/Dir*  
 $StepHi = TStepHi$

U16 Только чтение

В других случаях старшее слово счетчика *Step*  
 $StepHi = Hi(Step)$

U16 Чтение и запись

#### 4.1.129 SetLo

Адрес 129.

Младшее слово текущего значения расчетной траектории *Set*.

U16 Чтение и запись.

#### 4.1.130 SetHi

Адрес 130.

Старшее слово текущего значения расчетной траектории *Set*.

U16 Чтение и запись. Обновление производится при записи старшего слова.

#### 4.1.131 PosLo

Адрес 131.

Младшее слово конечного значения расчетной траектории *Pos*.

0...0xFFFF Чтение и запись

#### 4.1.132 PosHi

Адрес 132.

Старшее слово конечного значения расчетной траектории *Pos*.

0...0xFFFF Чтение и запись. Обновление производится при записи старшего слова.

## 4.2 Регистры управления

### 4.2.0 Addr

Адрес 0.

Адрес блока MODBUS

Тип: U16

lo – адрес блока при обращении по MODBUS

### 4.2.1 Mode

Адрес: 1

Режим работы

Тип: U16

Таблица 5 – Описание регистра *Mode*

|    |    |             |    |              |    |   |   |             |   |   |   |              |   |   |   |
|----|----|-------------|----|--------------|----|---|---|-------------|---|---|---|--------------|---|---|---|
| 15 | 14 | 13          | 12 | 11           | 10 | 9 | 8 | 7           | 6 | 5 | 4 | 3            | 2 | 1 | 0 |
|    |    | <i>ModW</i> |    | <i>ModIs</i> |    |   |   | <i>ModV</i> |   |   |   | <i>ModVs</i> |   |   |   |

## 4.2.1.1 ModW

Биты 13...12 регистра *Mode*.

Режим работы платы.

| ModW |            | Режим работы платы.                                          |                                                                      |
|------|------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 0.   | <i>ШИМ</i> | Прямое управление ШИМ                                        | $PWM = RSV$                                                          |
| 1.   | <i>Ск</i>  | Управление скоростью вращения без ограничения тока (момента) | $PWM = PWMV + PWMR$                                                  |
| 2.   | <i>М</i>   | Управление моментом без контроля скорости вращения           | $PWM = PWMI$                                                         |
| 3.   | <i>СкМ</i> | Управление скоростью вращения с ограничением тока (момента)  | $PWM = PWMI$ при $I \geq Iset$<br>$PWM = PWMV + PWMR$ при $I < Iset$ |

## 4.2.1.2 ModIs

Биты 11...8 регистра *Mode*.

Источник сигнала тока (момента).

Таблица 6- Источник сигнала задания момента для режима «М»

| <i>ModIs</i> | Источник сигнала задания момента                                                                                                                                                                          | Входной сигнал            | Значение                                                                                                 | Влияние Trackmax |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 0.           | Интерфейс RS485 и вход <i>KeyEn</i>                                                                                                                                                                       | <i>RSM</i>                | $Is=0$ , при $KeyEn = 0$<br>$Is=RSM$ , при $KeyEn = 1$                                                   | Нет              |
| 1.           | Аналоговый вход <i>AIN1</i> и входы <i>KeyRev</i> , <i>KeyForw</i> , <i>KeyEn</i>                                                                                                                         | <i>AIN1</i><br>-10...+10В | $Is=0$ , при $KeyEn = 0$<br>$Is=(AIN1 - Isz)$ , при $KeyForw=1$<br>$Is=-(AIN1 - Isz)$ , при $KeyRev = 1$ | Нет              |
| 2.           | Потенциометр <i>SET2</i> и входы <i>KeyRev</i> , <i>KeyForw</i> , <i>KeyEn</i>                                                                                                                            | <i>SET2</i><br>0...+5В    | $Is=0$ , при $KeyEn = 0$<br>$Is=SET2$ , при $KeyForw=1$<br>$Is=-SET2$ , при $KeyRev=1$                   | Нет              |
| 3.           | Разность между входами <i>AIN1</i> и <i>AIN0</i> . Движение по входу <i>KeyEn</i><br><i>AIN0</i> – сигнал обратной связи<br><i>AIN1</i> – задаваемое значение, ограниченное <i>AN1min</i> и <i>AN1max</i> | $AIN1 - AIN0$             | $Is=0$ , при $KeyEn = 0$<br>$Is=(AIN1 - AIN0 - Isz)$ , при $KeyEn = 1$                                   | Да               |
| 4.           | Разность между входом <i>RSM</i> и значением. <i>AIN0</i> – сигнал обратной связи                                                                                                                         | $RSM - AIN0$              | $Is=0$ , при $KeyEn = 0$<br>$Is=(RSM - AIN0 - Isz)$ , при $KeyEn = 1$                                    | Да               |
| 5.           | Разность между числом импульсов на входах <i>Step</i> и <i>Enc</i> .                                                                                                                                      | $Step - Enc$              | $Is=0$ , при $KeyEn = 0$<br>$Is=(Step - Enc - Isz)$ , при $KeyEn=1$                                      | Да               |
| 6.           | Разность между задаваемым профилем движения <i>Set</i> и                                                                                                                                                  | $Set - Enc$               | $Is=0$ , при $KeyEn = 0$<br>$Is=(Set - Enc - Isz)$ , при                                                 | Да               |

|    |                                                                     |                                    |                                                                                                                         |     |
|----|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|    | числом импульсов на входе <i>Enc</i> .                              |                                    | <i>KeyEn</i> = 1                                                                                                        |     |
| 7. | Время положительного импульса на входе Step/Dir .                   | <i>TStepHi</i>                     | <i>Is</i> =0, при <i>KeyEn</i> = 0<br><i>Is</i> =( <i>TStepHi</i> - <i>Isz</i> ), при <i>KeyEn</i> = 1                  | Да  |
| 8. | Разность положительного и отрицательного импульса на входе Step/Dir | <i>TStepHi</i> -<br><i>TStepLo</i> | <i>Is</i> =0, при <i>KeyEn</i> = 0<br><i>Is</i> =( <i>TStepHi</i> - <i>TStepLo</i> - <i>Isz</i> ), при <i>KeyEn</i> = 1 | Да  |
| 9. |                                                                     |                                    | <i>Is</i> =0                                                                                                            | Нет |

В режиме «СкМ», знак *Iset* определяется знаком *PWMV*.

Таблица 7- Источник сигнала задания ограничения момента для режима «СкМ».

| ModIs | Источник сигнала задания момента | Входной сигнал                     | Значение                                                                                                                           |
|-------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0.    | Интерфейс RS485                  | 0...+2047                          | <i>Is</i> = <i>RSM</i> , если <i>RSM</i> >=0<br><i>Is</i> =0, если <i>RSM</i> <0                                                   |
| 1.    | Аналоговый вход <i>AIN1</i>      | 0...+10В<br>( <i>Isz</i> ...+4095) | <i>Is</i> = <i>AIN1</i> - <i>Isz</i> , если ( <i>AIN1</i> - <i>Isz</i> ) >=0<br><i>Is</i> =0, если ( <i>AIN1</i> - <i>Isz</i> ) <0 |
| 2.    | Потенциометр <i>SET2</i>         | 0...+5В<br>(0...+4095)             | <i>Is</i> = <i>SET2</i>                                                                                                            |

#### 4.2.1.3 ModV

Биты 7...4 регистра *Mode*.

Выбор источника сигнала обратной связи по скорости.

Таблица 8 - Источник сигнала обратной связи по скорости.

| <i>ModV</i> | Источник сигнала обратной связи по скорости                               | Значение                               |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 0.          | Напряжение противо-ЭДС                                                    | <i>V</i> = <i>ADC0</i> - <i>Vz</i>     |
| 1.          | Аналоговый вход <i>AIN1</i> (тахогенератор)                               | <i>V</i> = <i>AIN1</i> - <i>Vz</i>     |
| 2.          | Число импульсов на входе энкодера <i>Enc</i> за время $2^{ET} \cdot Tadc$ | $V=((Enc_i - Enc_{i-1}) - Vz$          |
| 3.          | Число импульсов на входе <i>Step</i> за время $2^{ET} \cdot Tadc$         | $V=(( Step_{i-1}  -  Step_{-1} ) - Vz$ |
| 4.          |                                                                           | <i>V</i> = - <i>Vz</i>                 |

## 4.2.1.4 ModVs

Источник сигнала задания  $V_s$  для режимов «Cк» и «CкM».

Таблица 9- Источник сигнала задания  $V_s$ .

| <i>ModVs</i> | Источник сигнала задания момента                                                                                                                                           | Входной сигнал                     | Значение                                                                                              | Влияние Accel и Deccel | Влияние Trackmax |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------|
| 0.           | Интерфейс RS485 и вход <i>KeyEn</i>                                                                                                                                        | <i>RSV</i>                         | $V_s=0$ при $KeyEn = 0$<br>$V_s=RSV$ при $KeyEn = 1$                                                  | Да                     | Нет              |
| 1.           | Аналоговый вход <i>AIN0</i> и входы <i>KeyRev</i> , <i>KeyForw</i> , <i>KeyEn</i>                                                                                          | <i>AIN0</i><br>-10...+10B          | $V_s=0$ при $KeyEn = 0$<br>$V_s=(AIN0-V_{sz})$ при $KeyForw=1$<br>$V_s=-(AIN0-V_{sz})$ при $KeyRev=1$ | Да                     | Нет              |
| 2.           | Потенциометр <i>SET1</i> (0...5B) и входы <i>KeyRev</i> , <i>KeyForw</i> , <i>KeyEn</i>                                                                                    | <i>SET1</i><br>0...+5B             | $V_s=0$ при $KeyEn = 0$<br>$V_s=SET1$ при $KeyForw = 1$<br>$V_s=SET1$ при $KeyRev = 1$                | Да                     | Нет              |
| 3.           | Разность между входами <i>AIN1</i> и <i>AIN0</i> .<br><i>AIN0</i> – сигнал обратной связи<br><i>AIN1</i> – задаваемое значение, ограниченное <i>AN1min</i> и <i>AN1max</i> | <i>AIN1</i> - <i>AIN0</i>          | $V_s=0$ при $KeyEn = 0$<br>$V_s= (AIN1 - AIN0 - V_{sz})$ при $Key = 1$                                | Да                     | Да               |
| 4.           | Разность между входом <i>RSV</i> и значением <i>AIN0</i> .                                                                                                                 | <i>RSV</i> - <i>AIN0</i>           | $V_s=0$ при $KeyEn = 0$<br>$V_s= (RSV - AIN0 - V_{sz})$ при $Key = 1$                                 | Да                     | Да               |
| 5.           | Разность между числом импульсов на входах <i>Step</i> и <i>Enc</i> .                                                                                                       | <i>Step</i> - <i>Enc</i>           | $V_s=0$ при $KeyEn = 0$<br>$V_s= (Step - Enc - V_{sz})$ при $KeyEn=1$                                 | Нет                    | Да               |
| 6.           | Разность между задаваемым профилем движения <i>Set</i> и числом импульсов на входе <i>Enc</i> .                                                                            | <i>Set</i> - <i>Enc</i>            | $V_s=0$ при $KeyEn = 0$<br>$V_s= (Set - Enc - V_{sz})$ при $KeyEn=1$                                  | Нет                    | Да               |
| 7.           | Время положительного импульса на входе <i>Step/Dir</i> .                                                                                                                   | <i>TStepHi</i>                     | $V_s=0$ , при $KeyEn = 0$<br>$V_s=(TStepHi - V_{sz})$ , при $KeyEn=1$                                 | Да                     | Да               |
| 8.           | Разность положительного и отрицательного импульса на входе <i>Step/Dir</i>                                                                                                 | <i>TStepHi</i> -<br><i>TStepLo</i> | $V_s=0$ , при $KeyEn = 0$<br>$V_s=(TStepHi - TStepLo - V_{sz})$ , при $KeyEn=1$                       | Да                     | Да               |

|    |  |  |         |     |     |
|----|--|--|---------|-----|-----|
| 9. |  |  | $V_S=0$ | Нет | Нет |
|----|--|--|---------|-----|-----|

## 4.2.2 Key\_xor

Адрес: 2

Инверсия цифровых входов

Тип: U16

Таблица 10 - Инверсия цифровых входов

| Бит      | D15 | D14               | D13              | D12               | D11                | D10               | D9                 | D8                |
|----------|-----|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Значение |     |                   | <i>ModBreak</i>  |                   | <i>ModFinForw</i>  |                   | <i>ModFinRev</i>   |                   |
| Бит      | D7  | D6                | D5               | D4                | D3                 | D2                | D1                 | D0                |
| Значение |     | <i>invReleOut</i> | <i>invErrOut</i> | <i>invFin_Rev</i> | <i>invKey_Forw</i> | <i>invKey_Rev</i> | <i>invFin_Forw</i> | <i>invFin_Rev</i> |

### 4.2.2.1 invFin\_Rev

D0 – инверсия входа концевого выключателя назад *FinRev*.

Таблица 11 - Работа сигнала концевого выключателя назад при *ModFinRev* = 0 или 1

| Вход <i>FinRev</i> | <i>invFin_Rev</i> | Значение <i>ModFinRev</i> | Бит D0 <i>RegStat</i> | Значение                                                |
|--------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|
| +5 или свободный   | 0                 | 1                         | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение назад запрещено |
| +5 или свободный   | 1                 | 1                         | 0                     | Движение назад разрешено                                |
| 0 или GND          | 0                 | 1                         | 0                     | Движение назад разрешено                                |
| 0 или GND          | 1                 | 1                         | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение назад запрещено |
| Любое              | Любое             | 0                         | 0                     | Движение назад разрешено                                |

Таблица 12 - Работа сигнала концевого выключателя назад при *ModFinRev* = 2

| Вход <i>FinRev</i> | <i>invFin_Rev</i> | Виртуальный концевой выключатель ( <i>TFin</i> ) | Бит D0 <i>RegStat</i> | Значение                                                |
|--------------------|-------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|
| +5 или свободный   | 0                 | Любой                                            | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение назад запрещено |
| +5 или свободный   | 1                 | Сработал                                         | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение назад запрещено |
| +5 или свободный   | 1                 | Не сработал                                      | 0                     | Движение назад разрешено                                |
| 0 или GND          | 0                 | Не сработал                                      | 0                     | Движение назад разрешено                                |
| 0 или GND          | 0                 | Сработал                                         | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение назад запрещено |
| 0 или GND          | 1                 | Любой                                            | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение назад запрещено |

Для сброса виртуального концевого выключателя необходимо включить движение вперед.

### 4.2.2.2 invFin\_Forw

D1 – инверсия входа концевого выключателя вперед *FinForw*.

Таблица 13 - Работа сигнала концевого выключателя вперед при *ModFinForw*=0 или 1

| Вход <i>FinForw</i> | <i>invFin_Forw</i> | Значение <i>ModFinForw</i> | Бит D1 <i>RegStat</i> | Значение |
|---------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|----------|
|---------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|----------|

|                  |       |   |   |                                                          |
|------------------|-------|---|---|----------------------------------------------------------|
| +5 или свободный | 0     | 1 | 1 | Сработал концевой выключатель, движение вперед запрещено |
| +5 или свободный | 1     | 1 | 0 | Движение вперед разрешено                                |
| 0 или GND        | 0     | 1 | 0 | Движение вперед разрешено                                |
| 0 или GND        | 1     | 1 | 1 | Сработал концевой выключатель, движение вперед запрещено |
| Любое            | Любое | 0 | 0 | Движение вперед разрешено                                |

Таблица 14 - Работа сигнала концевой выключателя вперед при *ModFinForw* = 2

| Вход <i>FinForw</i> | <i>invFin_Forw</i> | Виртуальный концевой выключатель ( <i>TFin</i> ) | Бит D1 <i>RegStat</i> | Значение                                                 |
|---------------------|--------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|
| +5 или свободный    | 0                  | Любой                                            | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение вперед запрещено |
| +5 или свободный    | 1                  | Сработал                                         | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение вперед запрещено |
| +5 или свободный    | 1                  | Не сработал                                      | 0                     | Движение вперед разрешено                                |
| 0 или GND           | 0                  | Не сработал                                      | 0                     | Движение вперед разрешено                                |
| 0 или GND           | 0                  | Сработал                                         | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение вперед запрещено |
| 0 или GND           | 1                  | Любой                                            | 1                     | Сработал концевой выключатель, движение вперед запрещено |

Для сброса виртуального концевой выключателя необходимо включить движение назад.

#### 4.2.2.3 invKey\_Rev

D2 – инверсия входа включить движение назад KeyRev.

Таблица 15 - Работа сигнала включить движение назад

| Вход <i>KeyRev</i> | <i>invKey_Rev</i> | Бит D2 <i>RegStat</i> | Значение                |
|--------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| +5 или свободный   | 0                 | 0                     | Нет движения            |
| +5 или свободный   | 1                 | 1                     | Включить движение назад |
| 0 или GND          | 0                 | 1                     | Включить движение назад |
| 0 или GND          | 1                 | 0                     | Нет движения            |

#### 4.2.2.4 invKey\_Forw

D3 – инверсия входа включить движение вперед *KeyForw*.

Таблица 16 - Работа сигнала включить движение вперед

| Вход <i>KeyForw</i> | <i>invKey Forw</i> | Бит D3 <i>RegStat</i> | Значение                 |
|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|
| +5 или свободный    | 0                  | 0                     | Нет движения             |
| +5 или свободный    | 1                  | 1                     | Включить движение вперед |
| 0 или GND           | 0                  | 1                     | Включить движение вперед |
| 0 или GND           | 1                  | 0                     | Нет движения             |

#### 4.2.2.5 invKey\_En

D4 – инверсия входа разрешить движение *KeyEn*.

Таблица 17 - Работа сигнала движение разрешено

| Вход <i>KeyEn</i> | <i>invKey_En</i> | Бит D4 <i>RegStat</i> | Значение           |
|-------------------|------------------|-----------------------|--------------------|
| +5 или свободный  | 0                | 0                     | Движение запрещено |
| +5 или свободный  | 1                | 1                     | Движение разрешено |
| 0 или GND         | 0                | 1                     | Движение разрешено |
| 0 или GND         | 1                | 0                     | Движение запрещено |

#### 4.2.2.6 invErrOut

D5 – инверсия оптронного выхода *ErrOut*.

0 – активное состояние оптрон замкнут

1 – активное состояние оптрон разомкнут

#### 4.2.2.7 invReleOut

D6 – инверсия дискретного выхода *ReleOut*..

0 – активное состояние оптрон замкнут

1 – активное состояние оптрон разомкнут

#### 4.2.2.8 ModFinRev

Биты 9...8 . Тип концевого выключателя назад.

|    |                                                                                                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0. | Не использовать                                                                                          |
| 1. | Использовать <i>FinRev</i>                                                                               |
| 2. | Остановиться по <i>FinRev</i> или при переходе в режим стабилизации тока более, чем на время <i>TFin</i> |

#### 4.2.2.9 ModFinForw

Биты 12...11. Использовать или нет концевые выключатели.

Таблица 18 - Использовать или нет концевые выключатели

|    |                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0. | Не использовать                                                                                           |
| 1. | Использовать <i>FinForw</i>                                                                               |
| 2. | Остановиться по <i>FinForw</i> или при переходе в режим стабилизации тока более, чем на время <i>TFin</i> |



### 4.2.2.10 ModBreak

Бит 13. Работа при нулевом задании *Vset*

|    |                                                |
|----|------------------------------------------------|
| 0. | Продолжать управление скоростью в любом случае |
| 1. | Выключить двигатель при <i>Vset</i> = 0        |

## 4.2.3 RConf

Адрес: 3

Регистр конфигурации блока

Тип: U16

Таблица 19 – регистр конфигурации блока

| Бит      | D15                | D14 | D13 | D12            | D11 | D10           | D9              | D8              |
|----------|--------------------|-----|-----|----------------|-----|---------------|-----------------|-----------------|
| Значение | <i>TypeReleOut</i> |     |     |                |     | <i>DACabs</i> | <i>DACout</i>   |                 |
| Бит      | D7                 | D6  | D5  | D4             | D3  | D2            | D1              | D0              |
| Значение | <i>TypeErrOut</i>  |     |     | <i>CycleOn</i> |     | <i>SetZI</i>  | <i>PII SET2</i> | <i>PIV SET1</i> |

### 4.2.3.1 PIV\_SET1

D0 регистра *RConf*.

D0=0 – источник коэффициентов ПИ регулятора скорости EEPROM п. 2.2

D0=1 – источник коэффициентов ПИ регулятора скорости Потенциометр *AN\_SET1*

### 4.2.3.2 PII\_SET2

D1 регистра *RConf*.

D1=0 – источник коэффициентов ПИ регулятора тока EEPROM п. 2.2

D1=1 – источник коэффициентов ПИ регулятора тока Потенциометр *AN\_SET2*

### 4.2.3.3 SetZI

D2 регистра *RConf*.

D2=1 – при включении калибровать ноль канала тока, 0 – не калибровать

### 4.2.3.4 CycleOn

D4 регистра *RConf*.

D4=1 – запустить циклические колебания между точками 0 и *Pos* согласно п. 2.10.10 .  
При EndTrack = 0 (регистр *RegStat*) движение запускается в сторону *Pos* , а при EndTrack = 1 в сторону координаты 0.

### 4.2.3.5 TypeErrOut

D7-D5 регистра *RConf*.

Тип сигнала оптронного выхода *ErrOut*. Активное состояние определяется битом *invErrOut*.

*TypeErrOut* = 0 – активно при включении тормозного резистора

*TypeErrOut* = 1 – активно при отключении по перегреву

*TypeErrOut* = 2 – активно для включения вентилятора охлаждения

*TypeErrOut* = 3 – активно при ErrTrack = 1 (регистр *RegStat*)

*TypeErrOut* = 4 – активно при TrapGo = 1 (регистр *RegStat*)

*TypeErrOut* = 5 – активно при PWM ≠ 0

*TypeErrOut* = 6 - всегда не активно

*TypeErrOut* = 7 - всегда не активно

#### 4.2.3.6 DACout

D9-D8 регистра *RConf*.

Тип выходного аналогового сигнала *DAC* при *DACabs* = 0

*DACout* = 0 – значение  $DAC = (V + DACz) * DACk / 4096$

*DACout* = 1 – значение  $DAC = (I + DACz) * DACk / 4096$

*DACout* = 2 – значение  $DAC = (PWM + DACz) * DACk / 4096$

*DACout* = 3 – значение  $DAC = DACz$

Тип выходного аналогового сигнала *DAC* при *DACabs* = 1

*DACout* = 0 – значение  $DAC = (|V| + DACz) * DACk / 4096$

*DACout* = 1 – значение  $DAC = (|I| + DACz) * DACk / 4096$

*DACout* = 2 – значение  $DAC = (|PWM| + DACz) * DACk / 4096$

*DACout* = 3 – значение  $DAC = DACz$

#### 4.2.3.7 DACabs

D10 регистра *RConf*.

D10 = 0 - *DAC* выдает значение в соответствии со знаком выбранного параметра

D10 = 1 - *DAC* выдает значение в соответствии с модулем выбранного параметра

#### 4.2.3.8 TypeReleOut

D15-D13 регистра *RConf*.

Тип сигнала дискретного выхода *ReleOut*. Активное состояние определяется битом *invReleOut*.

*TypeReleOut* = 0 – активно при задании движения в отрицательную сторону

*TypeReleOut* = 1 – резерв

*TypeReleOut* = 2 – активно для включения вентилятора охлаждения

*TypeReleOut* = 3 – активно при PWM ≠ 0 и еще остается включен на время *Wait*.

*TypeReleOut* = 4 – активно при  $V_{set} \neq 0$

*TypeReleOut* = 5 – активно при  $I_{set} \neq 0$

*TypeReleOut* = 6 – всегда не активно

*TypeReleOut* = 7 – всегда не активно

#### 4.2.4 Ki0

Адрес: 4

Коэффициент умножения задаваемого тока п. [2.10.9](#)

Тип: I16

#### 4.2.5 Ki

Адрес: 5

Коэффициент пропорциональности ПИ регулятора момента п. [2.10.9](#)

Тип: I16

#### 4.2.6 Kii

Адрес: 6

Коэффициент интегрирования ПИ регулятора момента п. [2.10.9](#)

Тип: I16

#### 4.2.7 Inom

Адрес: 7

Коэффициент умножения для вычисления *Iset* п. [2.10.7](#)

Тип: I16

#### 4.2.8 Idenom

Адрес: 8

Коэффициент деления для вычисления *Iset* п. [2.10.7](#)

Тип: I16 диапазон ограничен 0...12

#### 4.2.9 KFIs

Адрес: 9

Коэффициент фильтра входного сигнала тока

Тип: I16, диапазон ограничен 0...+8. 0 – нет фильтрации. п. [2.10.7](#)

#### 4.2.10 Isetmax

Адрес: 10

Ограничение максимального значения *|Iset|* п. [2.10.7](#)

Тип: I16, диапазон ограничен 0...+2047

#### 4.2.11 Idead

Адрес: 11

Зона нечувствительности при задании момента п. [2.10.6](#)

Тип: I16, диапазон ограничен 0...32767

Mdead на схеме – зона нечувствительности.

#### **4.2.12 Umax**

Адрес: 12

Максимальное значение напряжения на шине питания п. [1.6.3](#)

Тип: I16, диапазон ограничен 0...+4095

Напряжение 0В соответствует 2125 ед. Приращение 10В соответствует 64 ед.

#### **4.2.13 Rbreak**

Адрес: 13

Не используется

Тип: I16, диапазон ограничен 0...+100

#### **4.2.14 Kv0**

Адрес: 14

Коэффициент умножения задаваемой скорости п. [2.10.4](#)

Тип: I16

#### **4.2.15 Kv**

Адрес: 15

Коэффициент пропорциональности ПИ регулятора по скорости п. [2.10.4](#)

Тип: I16

#### **4.2.16 Kiv**

Адрес: 16

Коэффициент интегрирования ПИ регулятора по скорости п. [2.10.4](#)

Тип: I16

#### **4.2.17 Vnom**

Адрес: 17

Коэффициент умножения для фильтра скорости п. [2.10.2](#)

Тип: I16

#### **4.2.18 Vdenom**

Адрес: 18

Коэффициент деления для фильтра скорости п. [2.10.2](#)

Тип: I16 диапазон ограничен 0...12

#### 4.2.19 KFVs

Адрес: 19

Коэффициент фильтра входного сигнала скорости п. [2.10.2](#)

Тип: I16, диапазон ограничен 0...+8. 0 – нет фильтрации.

#### 4.2.20 Vsetmax

Адрес: 20

Максимальное значение  $|V_{set}|$  п. [2.10.2](#)

Тип: I16, диапазон ограничен 0...+4095

#### 4.2.21 Vdead

Адрес: 21

Зона нечувствительности при задании скорости п. [2.10.1](#)

Тип: I16, диапазон ограничен 0...32767

#### 4.2.22 ET

Адрес: 22

$(2^{ET})$  - число тактов АЦП ( $T_{adc}$ ) для периода измерения противо-ЭДС или периода работы регулятора скорости. п. [2.10.3](#)

Тип: I16, диапазон 1...16

#### 4.2.23 ETw

Адрес: 23

Максимальное время выключенного состояния моста ШИМ для измерения противо-ЭДС, в тактах АЦП п. [2.10.3](#)

Тип: I16, диапазон 4...300

#### 4.2.24 ETn

Адрес: 24

$2^{ETn}$  = Число тактов АЦП измерения противо-ЭДС для усреднения значения п. [2.10.3](#)

Тип: I16, 0...8

#### 4.2.25 KFi

Адрес: 25

$2^{KFi}$  = Число тактов АЦП измерения тока для усреднения значения п. [2.10.8](#)

Тип: I16, 0...12

#### 4.2.26 Iz

Адрес: 26

Сдвиг при измерении тока п. 2.10.8

Тип: I16, диапазон 0...4095

#### 4.2.27 Vz

Адрес: 27

Сдвиг при измерении скорости п. 2.10.3

Тип: I16, диапазон 0...4095

#### 4.2.28 Vsz

Адрес: 28

Сдвиг для сигнала задания скорости  $V_s$  п. 2.10.1

Тип: I16

#### 4.2.29 Isz

Адрес: 29

Сдвиг для сигнала задания тока  $I_s$  п. 2.10.6

Тип: I16

#### 4.2.30 TFin

Адрес: 30

Время ( $TFin * Tadc$ ) непрерывного удержания режима ограничения момента, при установленном режиме  $ModFinRev=2$  или  $ModFinForw=2$  для принятия решения о срабатывании виртуального концевого выключателя.

Тип: U16

#### 4.2.31 Imax

Адрес: 31

В режиме  $CkM$  Значение  $Iset$  будет умножено на  $(Imax/256)$  при разгоне с ускорением  $Accel$ . Момент разгона индицируется битом  $bAccel$  регистра  $RegStat$ .

Тип: I16, диапазон ограничен 256...2500

#### 4.2.32 Trackmax

Адрес: 32

В некоторых режимах  $ModVs$  (Таблица 9) и  $ModIs$  (Таблица 6) ограничена максимальная разность между сигналами, при которой производится слежение. Если  $Trackmax=0$ , то ограничений нет. Если произошла остановка по превышению значения  $(Trackmax*16)$ , то устанавливается флаг ErrTrack в регистре  $RegStat$ .

В режимах  $ModVs = 8$  и  $ModIs = 8$  остановка происходит, при  $TStepHi > Trackmax$ .

В режимах  $ModVs = 9$  и  $ModIs = 9$  остановка происходит, при  $TStepHi > Trackmax$  или  $TStepLo > Trackmax$ .

Тип: U16

#### 4.2.33 R

Адрес: 33

Соппротивление якоря двигателя для регулировки скорости IR п. 1.6.2

Тип: U16

Определяется при зафиксированном якоре  $R = 4096 * PWM / I$

#### 4.2.34 DACz

Адрес: 34

Смещение канала  $DAC$ .

Тип: I16

#### 4.2.35 DACk

Адрес: 35

Коэффициент умножения канала  $DAC$ .

Тип: I16

#### 4.2.36 Wait

Адрес: 36

Тип: U16

Задержка отключения выхода  $ReleOut$  после наступления условия выключения.  $1 = Tadc$ .

#### 4.2.37 MTerm

Адрес: 37

Температура включения выхода вентилятора охлаждения. Вентилятор может управляться выходом  $ReleOut$  или  $ErrOut$ .

Тип: I16. При  $+20^{\circ}\text{C}$  значение 720, при  $+70^{\circ}\text{C}$  значение 600.

При значении 600 модуль выключается по перегреву.

#### 4.2.38 Accel

Адрес: 38

Для  $ModVs$  согласно Таблица 9. Ускорение при разгоне. Определяет на сколько единиц может увеличиться скорость  $Vs$  при нарастании за время ( $2^{ET} * Tadc$ ). Во время ускорения устанавливается битом  $bAccel$  регистра  $RegStat$  и значение тока  $Iset$  изменяется в  $I_{max}/256$  раз.

Тип: U16, диапазон ограничен  $0...|Vs|$

Для  $ModVs = 6$ . Ускорение при разгоне и торможении. Определяет на сколько единиц может увеличиться или уменьшиться скорость в «Блок расчета траектории движения» п. 2.10.10 за время ( $2^{ET} \cdot Tadc$ ).

Тип: U16, диапазон ограничен  $0 \dots |Vs/2|$

Если 0 – то алгоритм не действует.

#### 4.2.39 Deccel

Адрес: 39

Для  $ModVs$  согласно Таблица 9. Торможение при остановке. Определяет на сколько единиц может уменьшиться скорость  $Vs$  при спаде за время ( $2^{ET} \cdot Tadc$ ).

Тип: U16, диапазон ограничен  $0 \dots |Vs|$

Если 0 – то алгоритм не действует.

#### 4.2.40 SN

Адрес: 40

Серийный номер

Тип: U16

#### 4.2.41 AN1min

Минимальное значение, которым ограничены данные от входа  $AIN1$

Тип: I16,  $0 \dots AN1max$

#### 4.2.42 AN1max

Максимальное значение, которым ограничены данные от входа  $AIN1$

Тип: I16,  $AN1min \dots 4095$

#### 4.2.43 Ver

Тип: U16. Версия прошивки. Текущая 601

### 4.3 Дискретные Входы

#### 4.3.1 FinRev

Концевой выключатель движения в минус.

Активный уровень сигнала = 1. Можно инвертировать регистром  $Key\_xor$

#### 4.3.2 FinForw

Концевой выключатель движения в плюс

Активный уровень сигнала = 1. Можно инвертировать регистром  $Key\_xor$



### 4.3.3 KeyRev

Вход разрешения движения в минус

Активный уровень сигнала = 1. Можно инвертировать регистром *Key\_xor*

### 4.3.4 KeyForw

Вход разрешения движения в плюс

Активный уровень сигнала = 1. Можно инвертировать регистром *Key\_xor*

### 4.3.5 KeyEn

Вход разрешения движения

Активный уровень сигнала = 1. Можно инвертировать регистром *Key\_xor*

### 4.3.6 Enc

Вход энкодера. Число импульсов в регистрах *EncLo* и *EncHi*.

### 4.3.7 Step/Dir

Вход счетчика импульсов с гальванической развязкой. Режим работы отображается битом StepDirOn регистра *RegStat*.

#### 4.3.7.1 Step

Счетчик числа импульсов на входе *Step/Dir*. Число импульсов в регистрах *StepLo* и *StepHi*. StepDirOn = 1.

#### 4.3.7.2 TStepHi

Время положительного импульса на входе *Step/Dir*. StepDirOn = 0.

U16. 1 ед. = 1,777 мкс.

#### 4.3.7.3 TStepLo

Время отрицательного импульса на входе *Step/Dir*. StepDirOn = 0.

U16. 1 ед. = 1,777 мкс.

### 4.3.8 Set

Текущее значение расчетной координаты движения п *2.10.10* . Число импульсов в регистрах *SetLo* и *SetHi*.

### 4.3.9 Pos

Конечное значение расчетной координаты движения п *2.10.10* . Число импульсов в регистрах *PosLo* и *PosHi* .

## 4.4 Дискретные Выходы

### 4.4.1 ErrOut

Оптронный выход. Назначение определяется *invErrOut* и *TypeErrOut*. Текущее значение можно считать в *ErrOn*.

### 4.4.2 ReleOut

Выход управления реле. Назначение определяется *invReleOut* и *TypeReleOut*. Текущее значение можно считать в *ReleOn*.

## 4.5 Аналоговые Входы

### 4.5.0 AN0

Внешний аналоговый вход блока +/-10В. *AIN0* = *AN0*  
0...4095

### 4.5.1 AN1

Внешний аналоговый вход блока +/-10В. *AIN1* = *AN1*  
0...4095

### 4.5.2 AN\_SET1

Встроенный потенциометр. *SET1* = *AN\_SET1*  
I16, диапазон 0...4095

### 4.5.3 AN\_SET2

Встроенный потенциометр. *SET2* = *AN\_SET2*  
I16, диапазон 0...4095

### 4.5.4 ADC0

Вход аналоговый напряжения противо-ЭДС.  
I16, 0...4095

Скорость вращения двигателя  $V=ADC0-V_z$ , Измеряется по напряжению, генерируемым двигателем, вращающимся по инерции в момент отключения его от питания.

Противо ЭДС, соответствующая номинальному напряжению питания блока равна 1734 ед.

### 4.5.5 ADC6

Вход измерения тока двигателя.  
I16, 0...4095  
Ток двигателя, текущий  $I=ADC6 -I_z$

ток 50А соответствует 1640 ед.

#### 4.5.6 ADC1

Вход измерения напряжения на шине питания двигателя.  $U = ADC1$

116, диапазон +2125...+4095

Напряжение 0В соответствует 2125 ед. Приращение 10В соответствует 64 ед.

### 4.6 Аналоговые Выходы

#### 4.6.0 DAC

Выход аналоговый 0...10В. Выдает значение в соответствии с  $DACout$  и  $DACabs$  в регистре  $RConf$  и параметрами  $DACz$  и  $DACK$ . Выходной сигнал от 0 до 10В соответствует значениям от 0 до 3600 единиц.

### 4.7 Константы

#### 4.7.0 Tadc

Период измерения АЦП = 0,5 мс.

#### 4.7.1 PWMmax

Ограничение модуля значения  $PWM = 3400$ .

## 5 Эксплуатация

### 5.1 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 разъемы 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°C.

### 5.2 Ограничения на использование типов двигателей

В режиме стабилизации скорости вращения двигателя без использования тахогенератора возможно применение только коллекторных двигателей с постоянными магнитами или двигателей с независимым возбуждением обмоток якоря и статора.

В режиме стабилизация скорости по аналоговому входу (тахогенератору), энкодеру или произведению  $I \cdot R$  могут быть использованы любые типы коллекторных двигателей в том числе с последовательным или параллельным возбуждением.

Двигатели не должны иметь искроподавляющих конденсаторов!!!

### 5.3 Подготовка блока управления к эксплуатации

Перед началом эксплуатации блока AWD50 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. Подключить к клеммам блока управления кабели от двигателя.
4. Подать на блок управления питание.
5. Подать на блок управления силовое питание.
6. Настроить параметры блока управления согласно выбранному режиму работы.

При поставке плата AWD50 запрограммирована на включенные концевые выключатели.

Необходимо в программном обеспечении отключить концевые выключатели либо замкнуть их на землю для разрешения движения двигателя.

#### 5.3.1 Подключение источников питания

Питание блока управления AWD50 подключается к клеммам P3. Питание двигателя подается на клеммы P1. Источники питания гальванически развязаны и не имеют общего заземления.

Допускается подавать одно и то же питание на P1 и P3 для блоков с напряжением двигателей 24В.

**Недопустимо наличие силового питания при отсутствии питания блока управления!**

#### 5.3.2 Подключение по интерфейсу RS485

Интерфейс RS485 не имеет гальванической развязки.

Параметры интерфейса RS485 приведены в таблице 20 и не могут изменяться пользователем.

Таблица 20 – Параметры интерфейса RS485

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

## 5.4 Примеры подключения для различных режимов работы блока управления

Возможные применения блока управления коллекторным двигателем постоянного тока AWD50:

### 5.4.1 Режим 1a

*Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с постоянными магнитами или независимым возбуждением без дополнительных датчиков.*

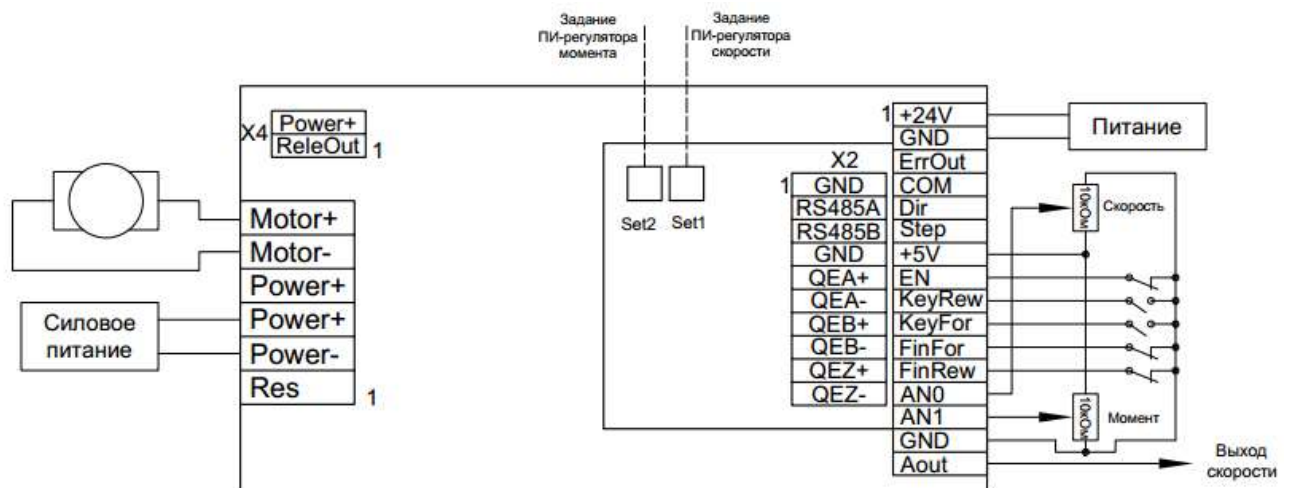


Рис. 8 – Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с постоянными магнитами или независимым возбуждением без дополнительных датчиков внешними аналоговыми сигналами

При поставке плата AWD50 настроена на режим работы №1a «Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с постоянными магнитами или независимым возбуждением без дополнительных датчиков внешними аналоговыми сигналами» [Рис. 8](#)

**Режим 1a** позволяет управлять скоростью вращения двигателя с ограничением момента на валу коллекторного двигателя с постоянными магнитами или независимым возбуждением.

Подключение к компьютеру через интерфейс RS485 в режиме работы 1a не требуется. Более подробно о первом запуске AWD50 и работе в режиме 1a описано в разделе «**Первое включение платы AWD50**» (п. 7).

Скорость вращения вала двигателя регулируется напряжением на аналоговом входе AN0, ограничение момента устанавливается напряжением на аналоговом входе AN1. Напряжение на входах AN0 и AN1 может изменяться в от -10В до +10В.

С выхода «AN\_OUT» (№16 разъема P3) снимается напряжение от 0 до +10 В. Выход «AN\_OUT» служит для выдачи информации о скорости вращения вала двигателя, моменте на валу двигателя или ШИМ при отображении ее на внешнем устройстве. В случае предоставления информации о скорости вращения информация о направлении вращения отсутствует.

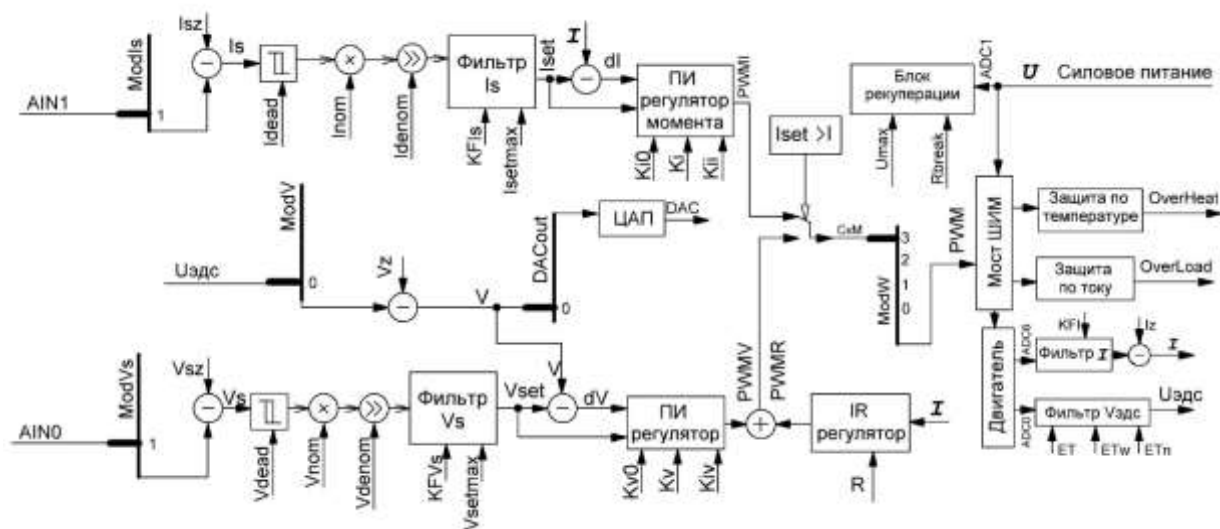


Рис. 9 – Структурная схема режима 1а

### 5.4.2 Режим 16

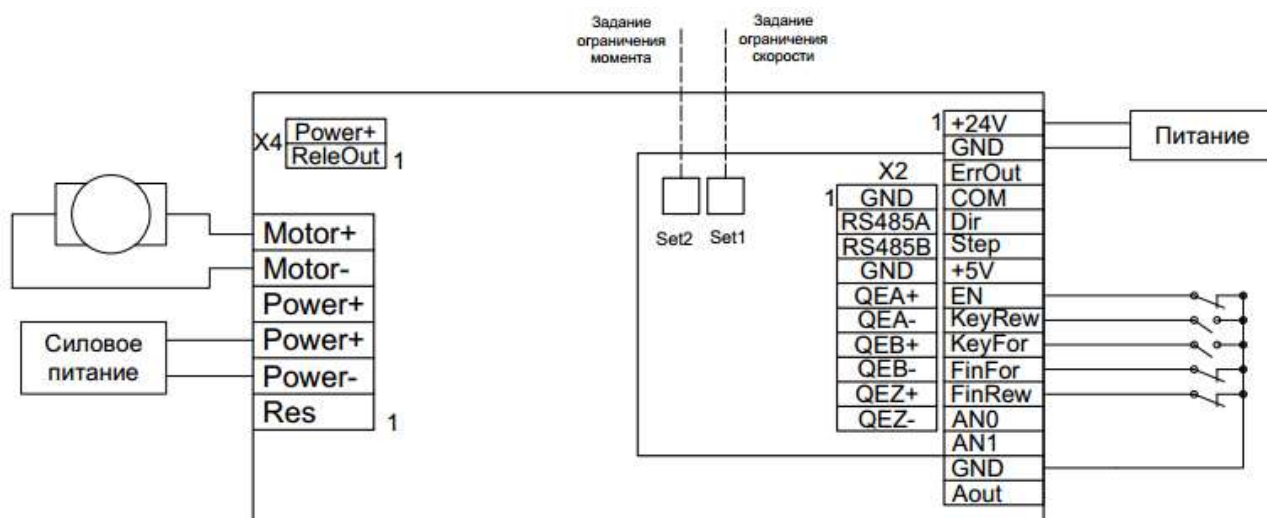


Рис. 10 – Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с постоянными магнитами или независимым возбуждением без дополнительных датчиков.

В **режиме 16** осуществляется управление скоростью вращения вала двигателя с ограничением момента.

В отличие от установленного режима задание скорости вращения вала двигателя и момента реализовано через изменение положения потенциометров *SET1* и *SET2* соответственно.

Параметры ПИ-регуляторов изменяются вместе с регулировкой скорости и момента, в связи с этим параметры ПИ-регуляторов следует задавать в программном обеспечении через интерфейс RS485.

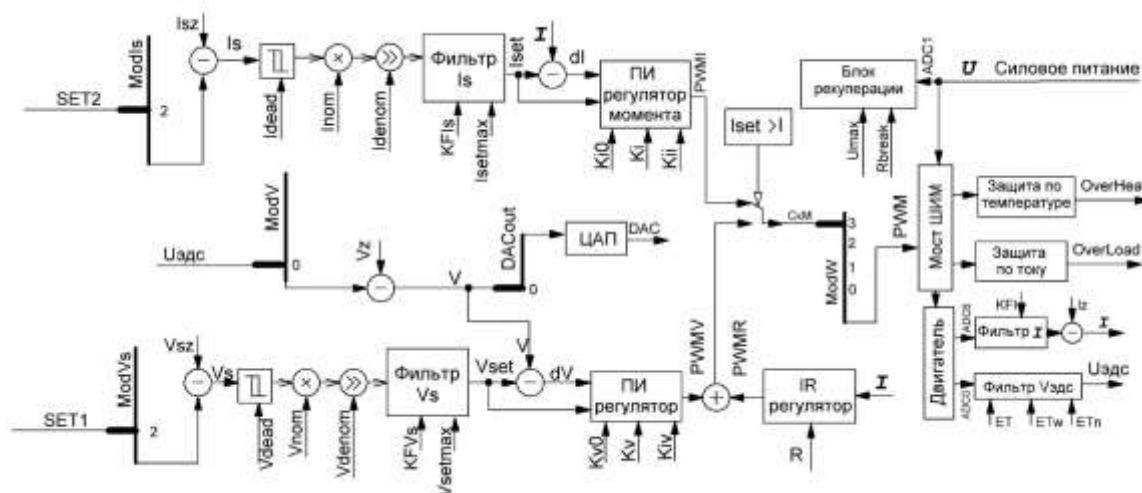


Рис. 11 – Структурная схема режима 16

### 5.4.3 Режим 1в

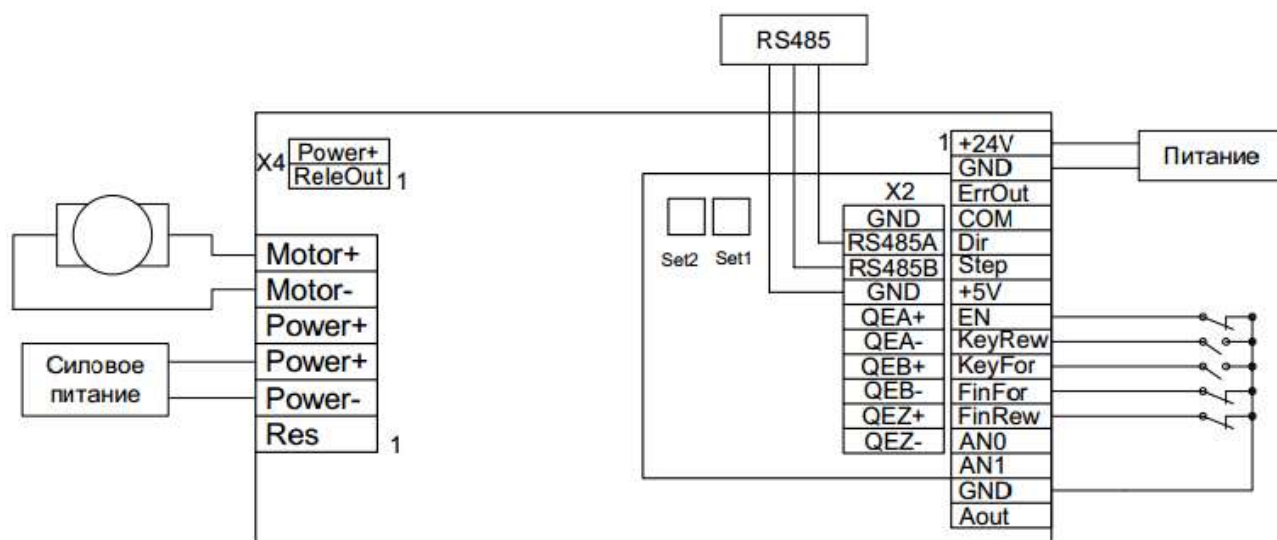


Рис. 12 – Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с постоянными магнитами или независимым возбуждением без дополнительных датчиков по RS485

В **режиме 1в** управление скоростью вращения вала двигателя с ограничением момента реализуется полностью через интерфейс RS485.

Параметры скорости задаются значением *RSV* в регистре «**Mode**» (п. 6.2.4), ограничение момента устанавливается значением *RSM* в регистре «**Mode**» (п. 6.2.4).

Параметры ПИ-регуляторов задаются в программном обеспечении и записываются в постоянную память.

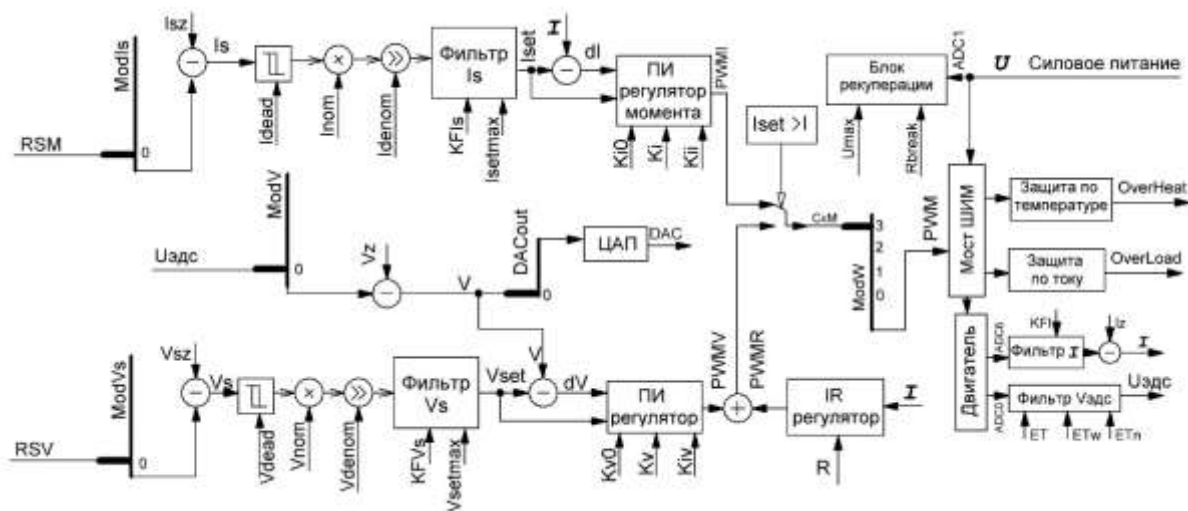


Рис. 13 – Структурная схема режима 1в



### 5.4.4 Режим 2

Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с обратной связью по тахогенератору.

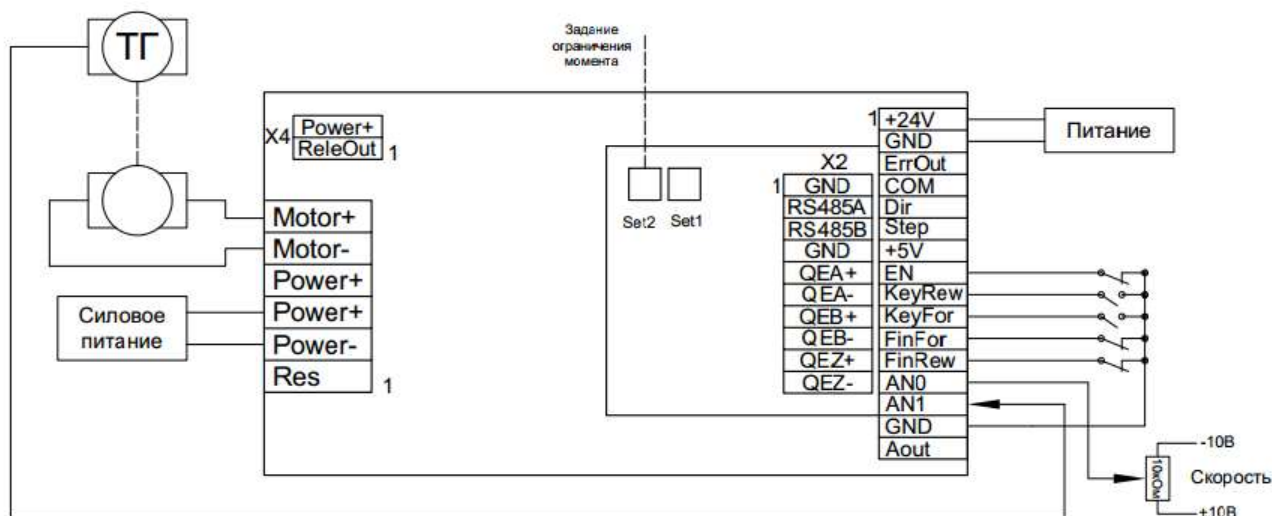


Рис. 14 – Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с обратной связью по тахогенератору

В **режиме 2** управление скоростью вращения вала и ограничение момента выполнено с обратной связью по скорости вращения с измерением напряжения на тахогенераторе.

Для определения скорости вращения необходимо выход «+» тахогенератора подключить ко входу «AN1» (№14 разъема P3) платы управления, а выход «-» тахогенератора – ко входу «GND». Напряжение на входе «AN1» должно быть в интервале от -10В до +10В. Если тахогенератор вырабатывает напряжение более 10В, то необходимо дополнительно установить резистивный делитель.

Установка ограничивающего момента в стандартном исполнении этого режима осуществляется при помощи потенциометра [SET2](#). Управление скоростью вращения вала производится изменением напряжения на входе «AN0» (№13 разъема P3) от -10 В до +10 В. Стабилизация скорости вращения происходит за счет выравнивания напряжений на управляющем входе «AN0» и на входе обратной связи «AN1».

Параметры ПИ-регуляторов устанавливаются в программном обеспечении через интерфейс RS485.

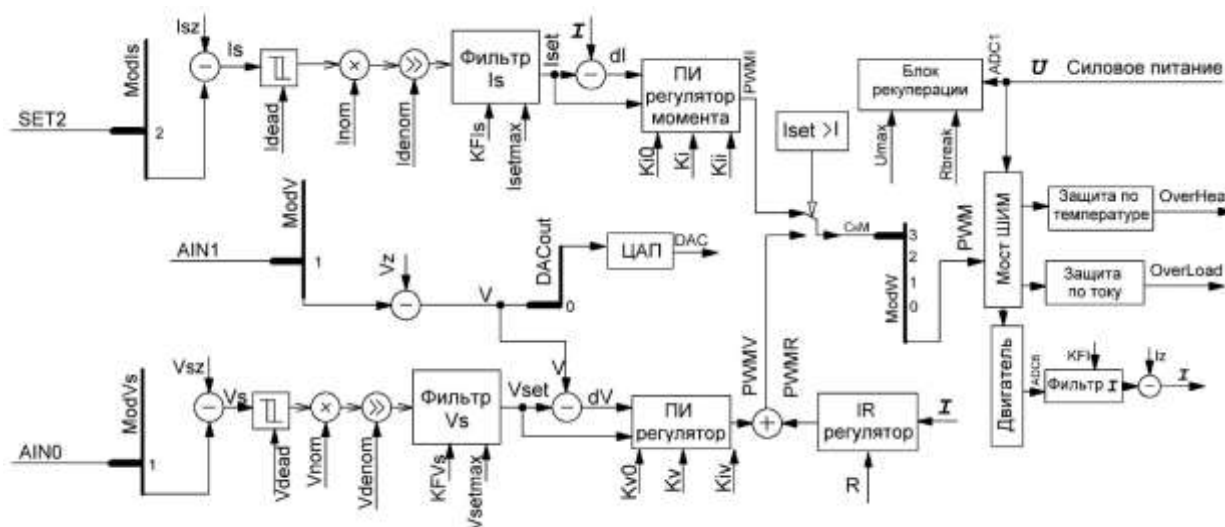


Рис. 15 – Структурная схема режима 2

### 5.4.5 Режим 3

Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с обратной связью по квадратурному энкодеру.

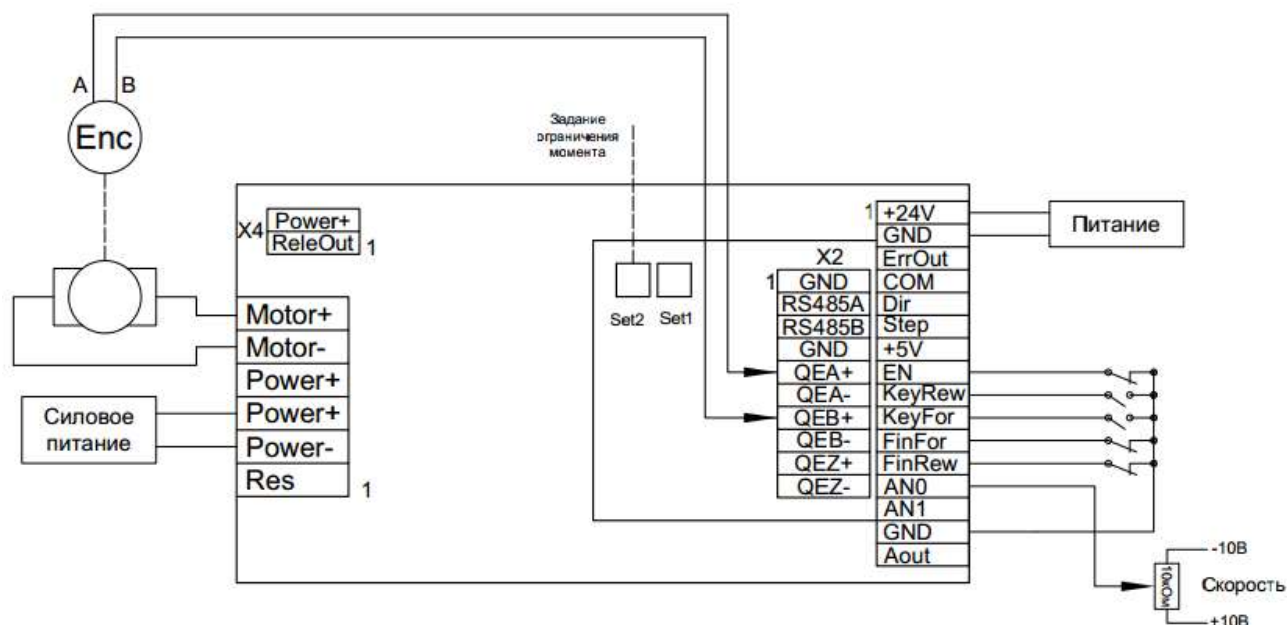


Рис. 16 – Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с обратной связью по квадратурному энкодеру

В **режиме 3** управление скоростью вращения вала и ограничение момента реализовано с обратной связью по квадратурному энкодеру.

Ограничение момента в стандартном исполнении этого режима задается через потенциометр *SET2*. Скорость вращения задается напряжением на входе «AN0» (№13 разъема P3) от -10 В до +10 В.

Параметры ПИ-регуляторов устанавливаются в программном обеспечении через интерфейс RS485.

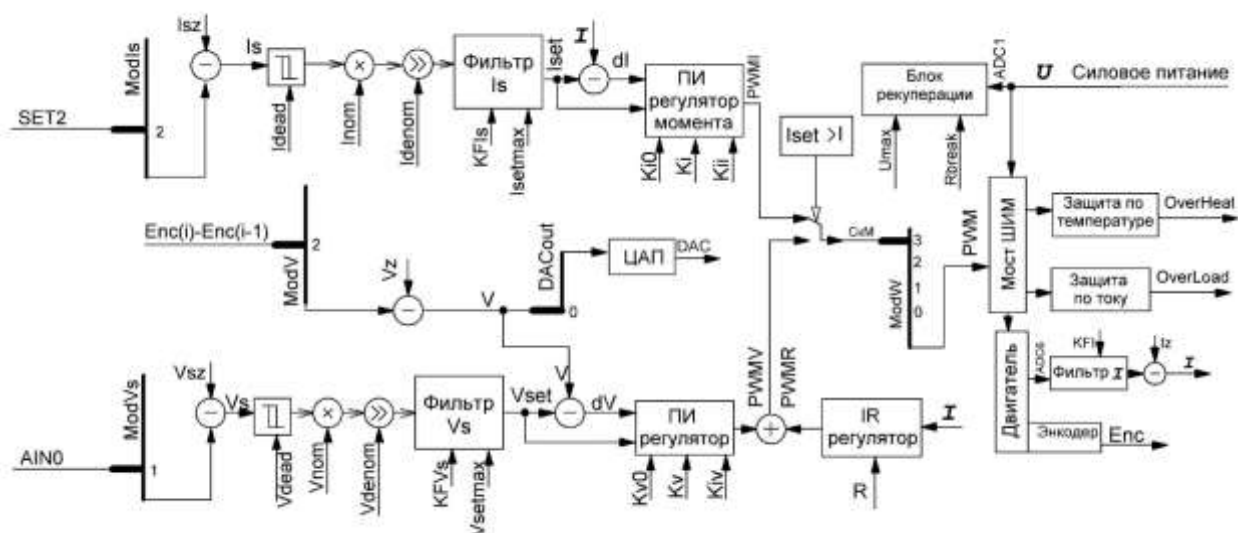


Рис. 17 – Структурная схема режима 3

### 5.4.6 Режим 4

*Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с обратной связью по импульсному датчику.*

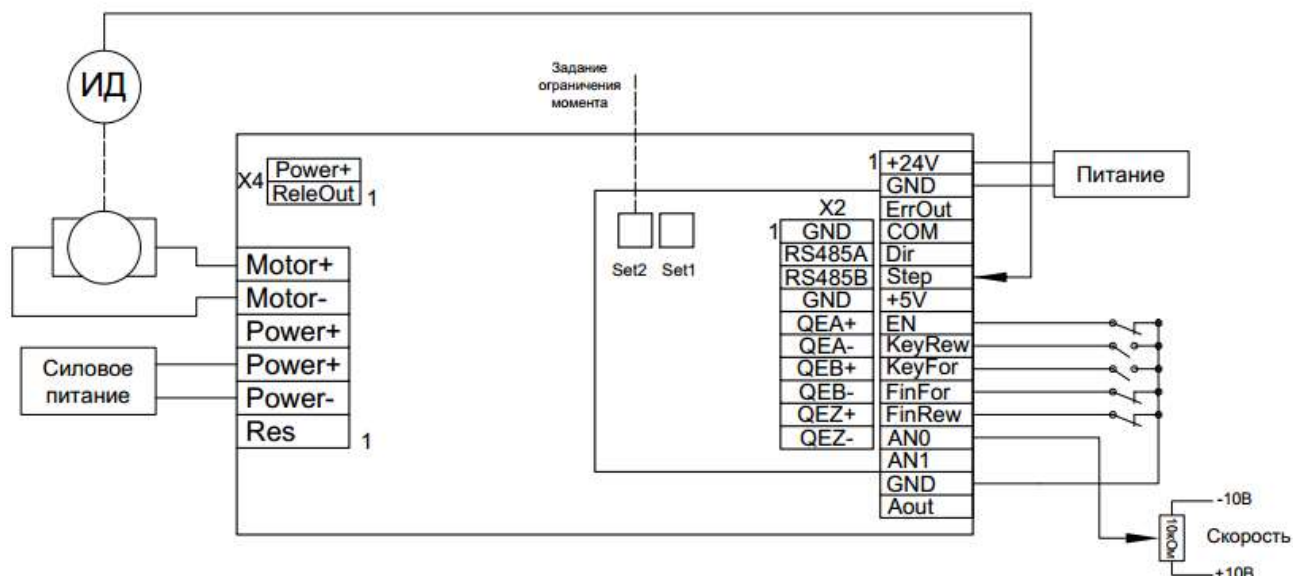


Рис. 18– Управление скоростью вращения и ограничением момента коллекторного двигателя с обратной связью по импульсному датчику

В **режиме 4** управление скоростью вращения вала и ограничение момента реализовано с обратной связью по инкрементальному датчику.

Сигналы, поступающие с инкрементального датчика, поступают на входы «STEP» (№4 разъема P2) и «GND».

На вход STEP могут поступать прямоугольные импульсы напряжением от 0 до +5 В.

Ограничение момента в стандартном исполнении этого режима осуществляется при помощи потенциометра **SET2**. Управление скоростью осуществляется изменением напряжения на входе «AN0» (№13 разъема P3) от -10 В до +10 В.

Параметры ПИ-регуляторов устанавливаются в программном обеспечении через интерфейс RS485.

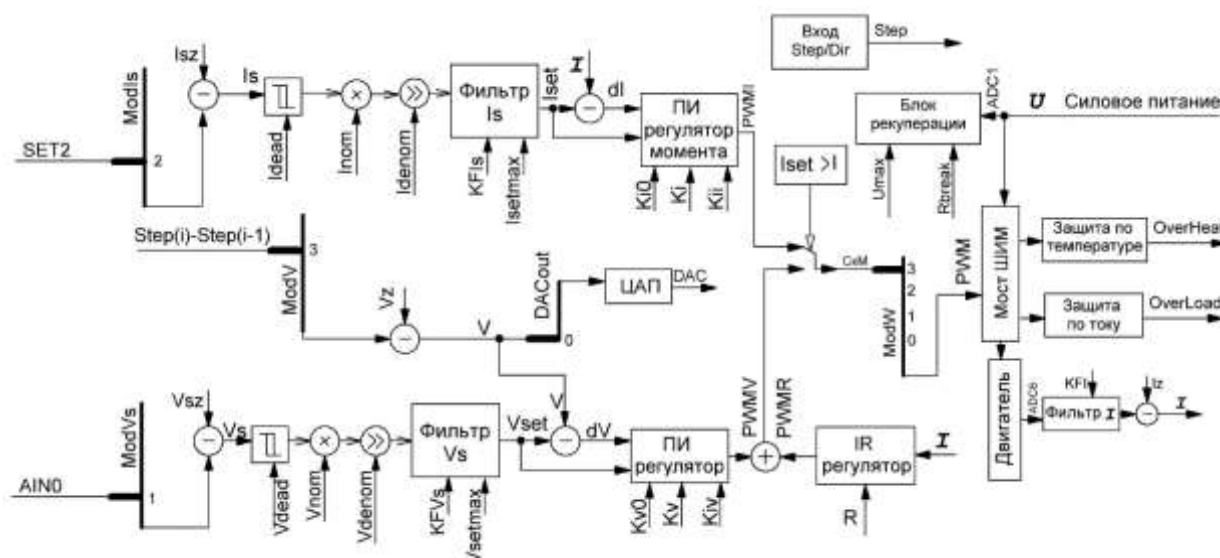


Рис. 19 – Структурная схема режима 4

### 5.4.7 Режим 5

Управление положением исполнительного механизма с обратной связью по потенциометрическому датчику и аналоговым заданием.

Установка положения исполнительного механизма возможно двумя способами.

#### 5.4.7.1 Способ 1

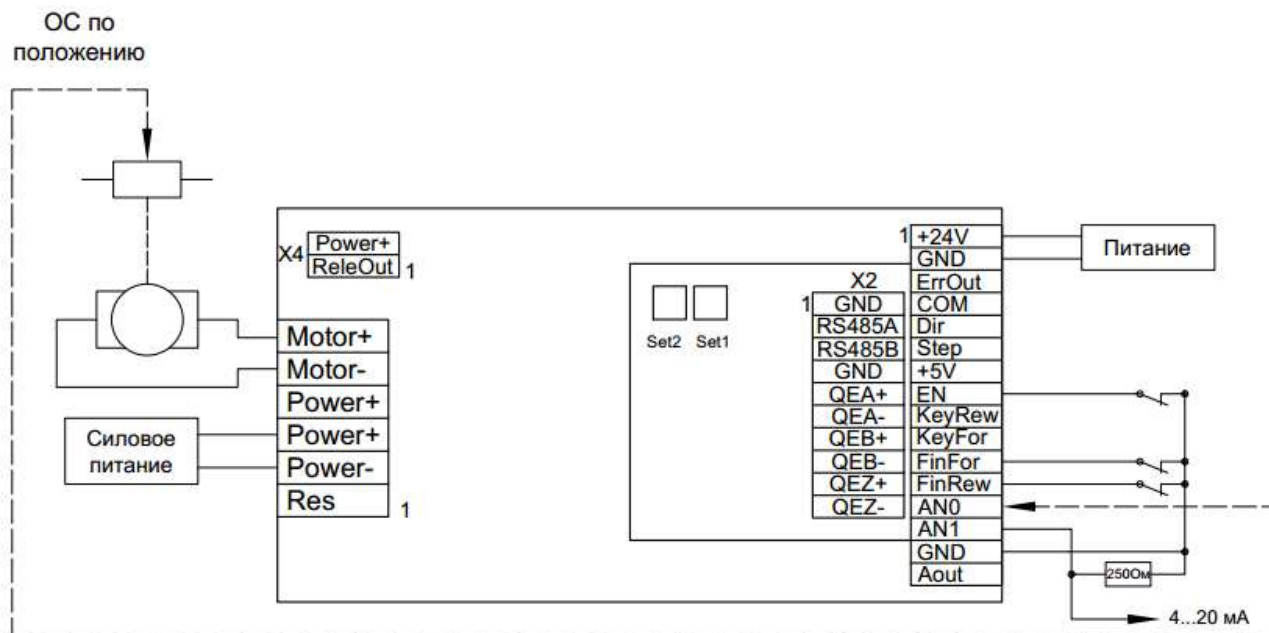


Рис. 20 – Управление положением исполнительного механизма с обратной связью по потенциометрическому датчику и аналоговым заданием. Управление с помощью токовой петли 4-20мА

Задание положения при помощи токовой петли.

Сигнал величиной от 4 до 20 мА с внешнего источника поступает на вход «AN1» (№14 разъема P3). Напряжение с потенциометрического датчика величиной от -10В до +10В поступает на вход «AN0» (№13 разъема P3). Управление положением осуществляется за

счет выравнивания напряжений на входах «AN0» и «AN1».

Параметры ПИ-регуляторов устанавливаются в программном обеспечении через интерфейс RS485.

На вход «AN1» поступает сигнал напряжением от -10В до +10В. Для того, чтобы сигнал от внешнего источника задания положения был преобразован в напряжение необходимо подключить резистор между входами «GND» и «AN1».

#### 5.4.7.2 Способ 2

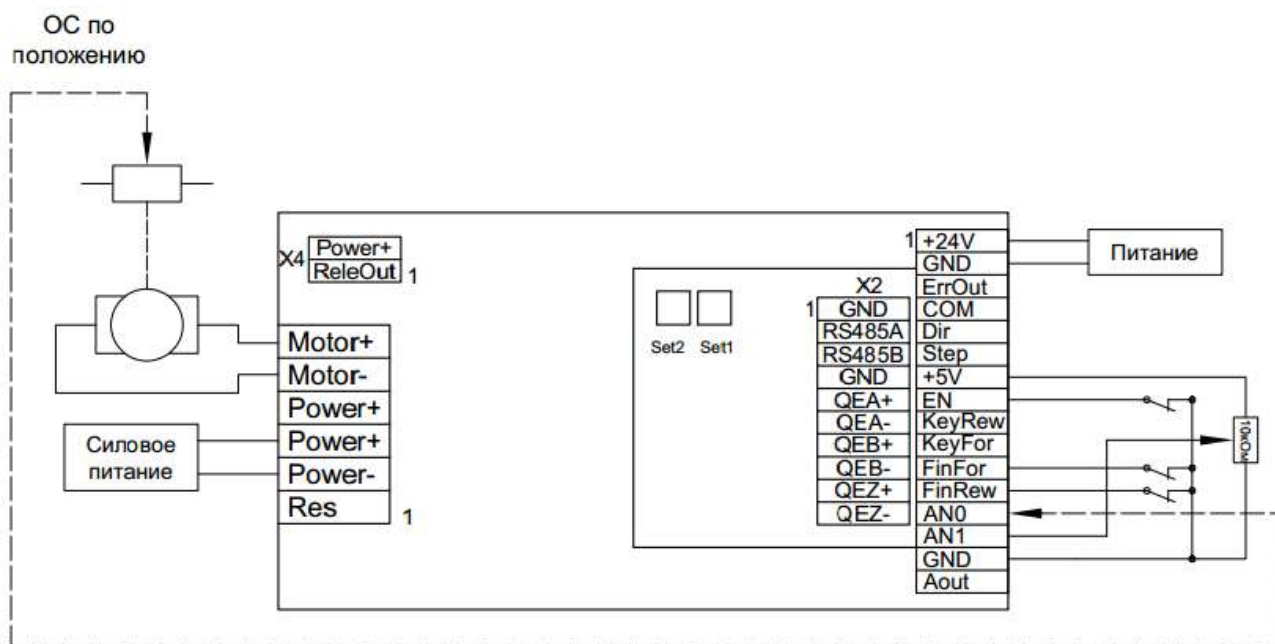


Рис. 21 – Управление положением исполнительного механизма с обратной связью по потенциометрическому датчику и аналоговым заданием. Управление с помощью разности между входами AN1 и AN0

*Задание положения с помощью напряжения на входе AN1.*

На вход «AN1» (№14 разъема P3) поступает непрерывный сигнал напряжением от -10В до +10В. Напряжение с потенциометрического датчика положения величиной от -10В до +10В поступает на вход «AN0» (№13 разъема P3). Управление положением осуществляется за счет выравнивания напряжений на входах «AN0» и «AN1».

Вращение вала электродвигателя прекращается, если разность между значениями напряжений на входах «AN1» и «AN0» превысила значение *Trackmax* (п. 6.2.11 «Управление движением»).

При возникновении ошибки слежения, на вкладке «Управление» (п. 6.1 ) загорается соответствующий индикатор «Ошибка слежения» (п. 6.1.1.9 ). Если *Trackmax*=0, то ограничения по слежению отсутствуют.

В стандартном исполнении управление положением осуществляется в режиме ограничения момента на валу двигателя. Для управления положением по скорости или ШИМ необходимо изменить параметры *ModW*, *ModVs* и *ModIs* в программном обеспечении.

Параметры ПИ-регуляторов устанавливаются в программном обеспечении через интерфейс RS485.

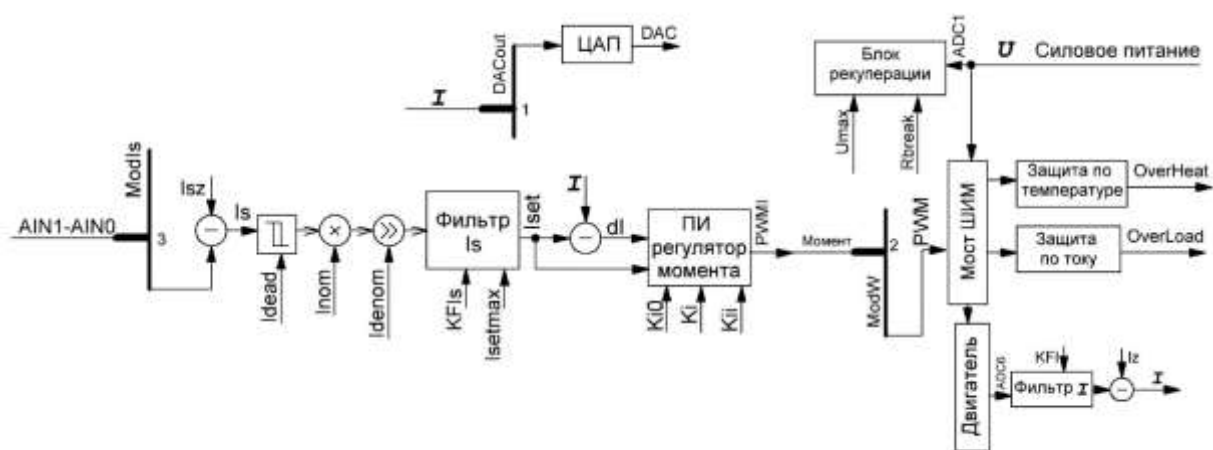


Рис. 22 – Структурная схема режима 5



### 5.4.8 Режим 6

Управление положением исполнительного механизма с обратной связью по потенциометрическому датчику и заданием по RS485.

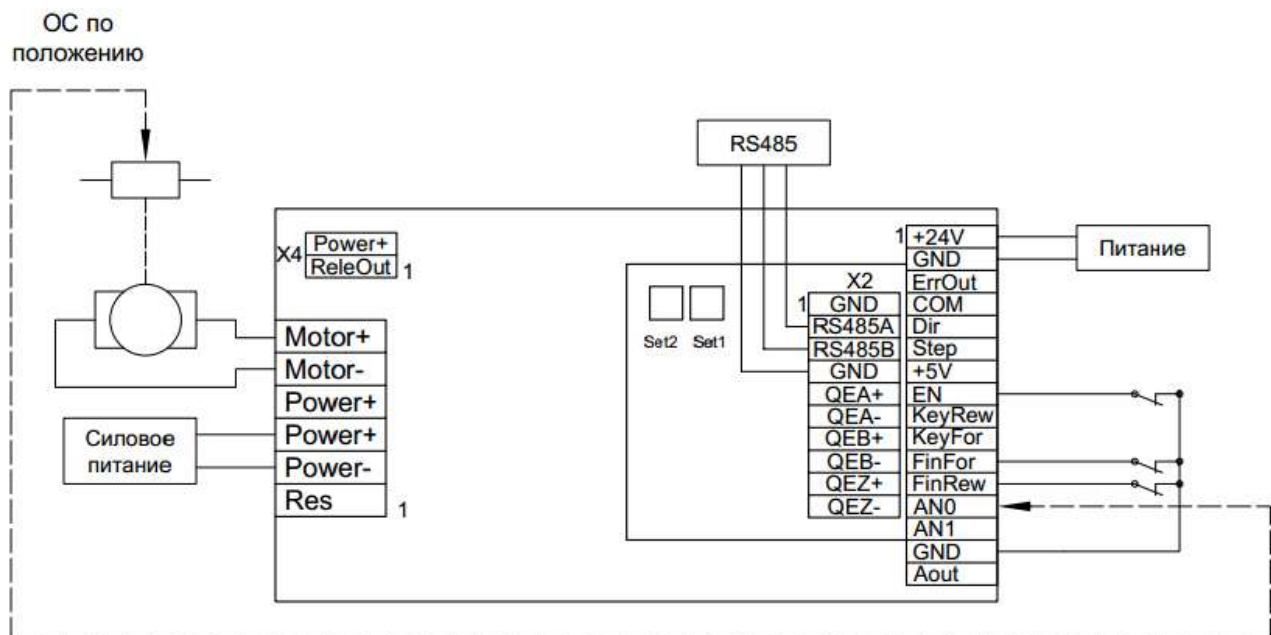


Рис. 23 – Управление положением исполнительного механизма с обратной связью по потенциометрическому датчику и заданием по RS485

**Режим 6** предназначен для управления положением исполнительного механизма с обратной связью по потенциометрическому датчику с заданием положения через RS485.

В этом режиме положение исполнительного механизма устанавливается значением *RSM* в регистре «**Mode**» (п. 6.2.4 ). На вход «**AN0**» (№13 разъема P3) поступает напряжение с потенциометрического датчика положения от -10В до +10В. Управление положением осуществляется за счет выравнивания значения *RSM* в диапазоне от -2047 до +2047 и значения «**AN0**» в диапазоне от 0 до 4095.

Вращение вала электродвигателя прекращается, если разность между значением *RSM* и значением напряжения на входе «**AN0**» и превысила *Trackmax* (п. 6.2.11 «Управление движением»).

При возникновении ошибки слежения, на вкладке «Управление» (п. 6.1 ) загорается соответствующий индикатор «**Ошибка слежения**» (п. 6.1.1.9 ). Если *Trackmax*=0, то ограничения по слежению отсутствуют.

В стандартном исполнении управление положением осуществляется в режиме управления моментом на валу двигателя. Если двигатель потребляет большой ток, то лучше работает режим управления моментом. Если двигатель не большой мощности и датчик тока дает малый сигнал, то лучше использовать режим «управления скоростью вращения» (можно и с ограничением тока). При этом сигнал управления будет RSV-AIN0 и нужно установить *ModV*=4, чтобы отключить измерение скорости по противоЭДС.

Параметры ПИ-регуляторов устанавливаются в программном обеспечении через интерфейс RS485.



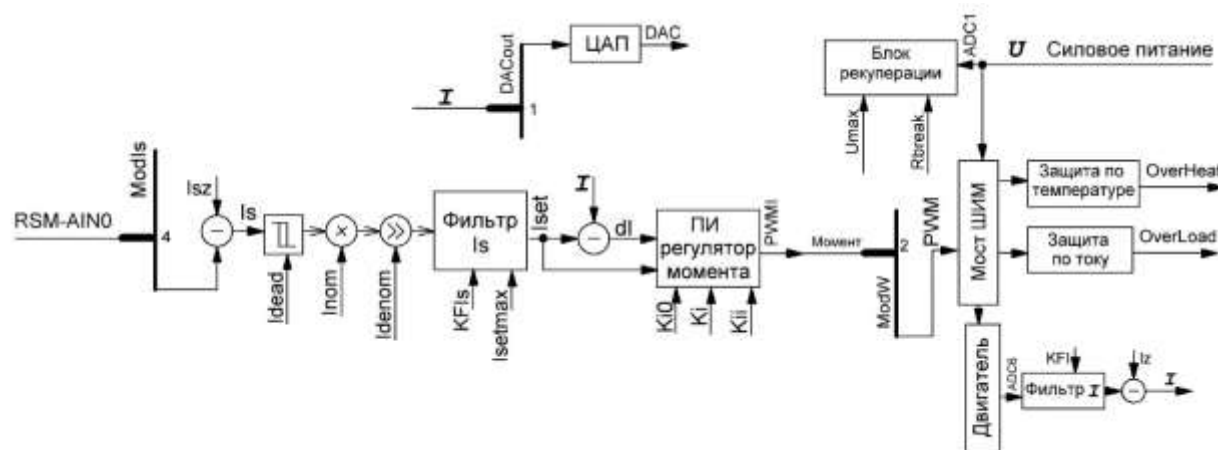


Рис. 24 – Структурная схема режима 6

### 5.4.9 Режим 7

Управление механизмами без концевых выключателей с остановкой по переходу в режим стабилизации момента.

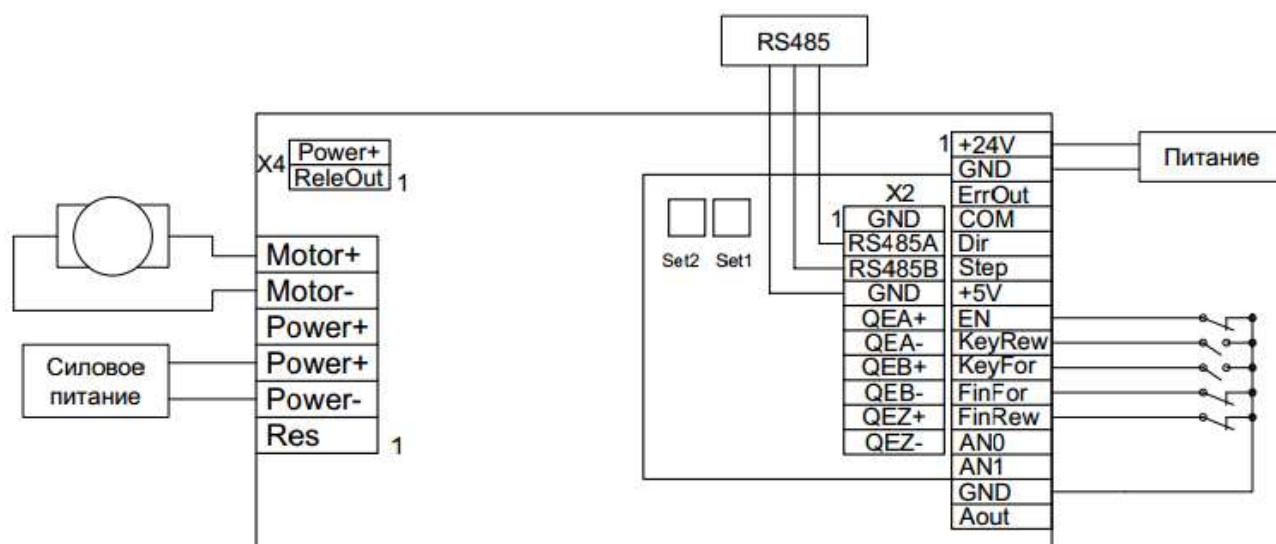


Рис. 25 – Управление механизмами без концевых выключателей с остановкой по переходу в режим стабилизации момента

Если сработал любой из концевых выключателей (загорелся красным) (п. 6.1.1.1), то движение разрешается в обратную сторону (загорается зеленым)

**Режим 7** предназначен для остановки вращения вала двигателя после стабилизации момента на выходном валу двигателя.

Режим может применяться в случае, когда исполнительный механизм может во что-либо упираться.

Управление движением осуществляется в режиме стабилизации скорости с ограничением момента. Регулирование скорости вращения вала осуществляется изменением напряжением на аналоговом входе «AN0» (№13 разъема P3), а задание ограничивающего момента – напряжением на аналоговом входе «AN1» (№14 разъема P3). Напряжения на

каждом из этих входов должны быть в пределах от -10В до +10В.

Остановка вращения вала происходит при стабилизации момента на валу электродвигателя в течение заданного времени  $T_{Fin}$ , которое устанавливается на вкладке «Коэффициенты» (п. 6.2.5). В режиме 7 отсутствуют физические концевые выключатели, поэтому входы  $FinForw$  и  $FinRev$  инвертированы в регистре  $Key\_xor$ .

Параметры ПИ-регуляторов устанавливаются в программном обеспечении через интерфейс RS485

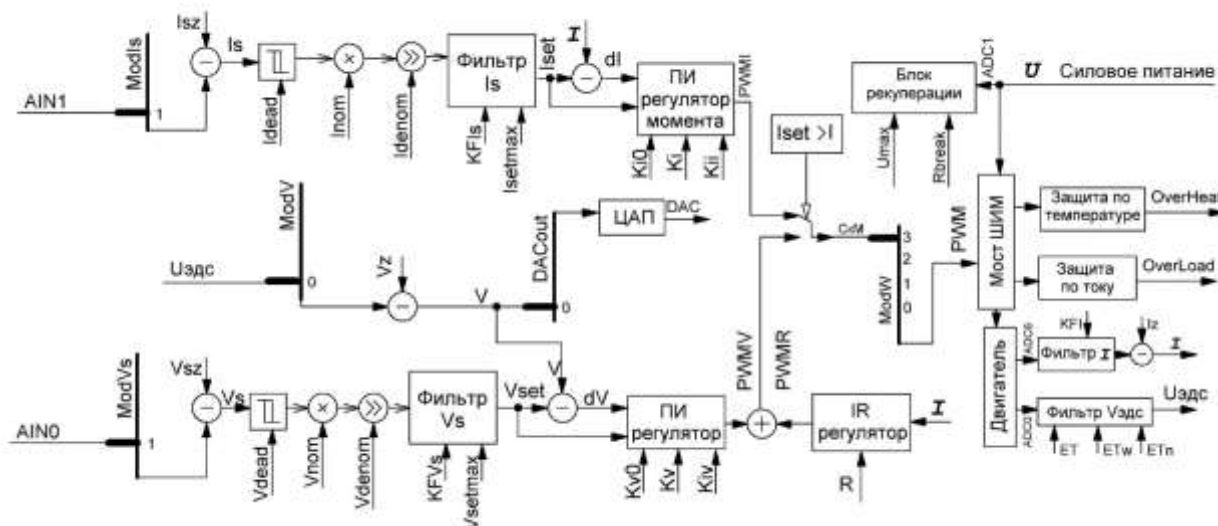


Рис. 26 – Структурная схема режима 7

### 5.4.10 Режим 8

Реализация режима "шагового двигателя" с управлением положением входом Step/Dir и обратной связью по квадратурному энкодеру.

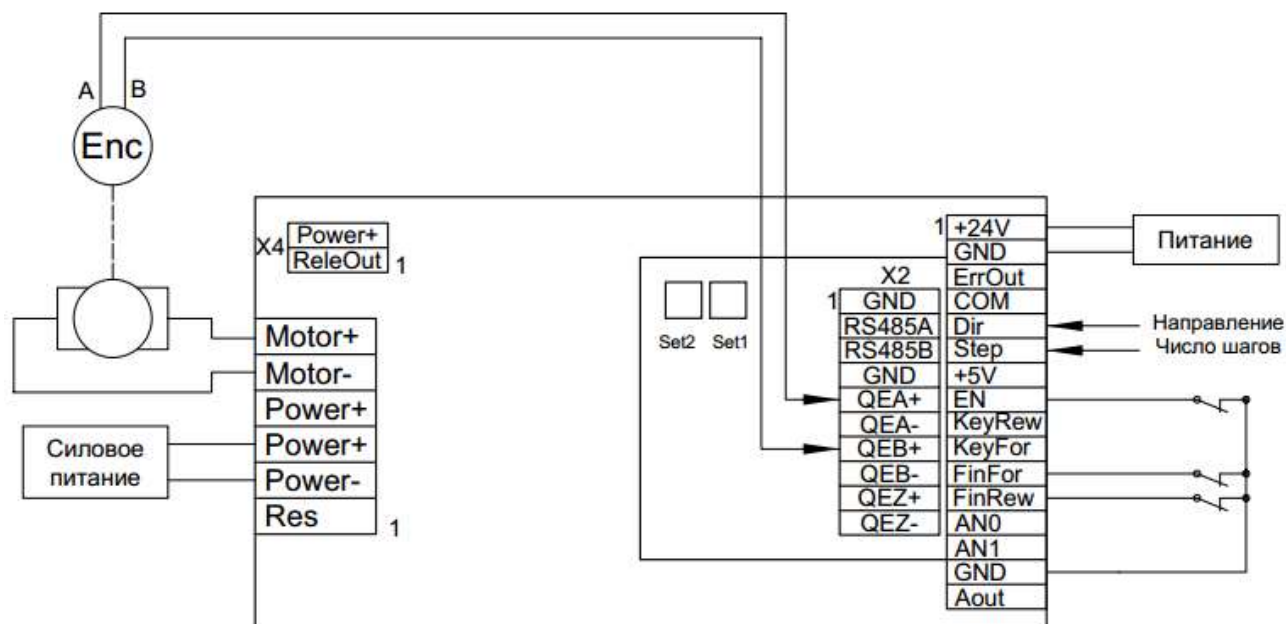


Рис. 27 – Реализация режима "шагового двигателя" с управлением положением входом Step/Dir и обратной связью по квадратурному энкодеру

**Режим 8** позволяет осуществлять управление, аналогичное шаговому двигателю с управлением положением по входу *Step/Dir* и обратной связью по квадратурному энкодеру.

Скорость вращения вала электродвигателя в режиме «шагового двигателя» устанавливается по разности количества сигналов, полученных на входе «STEP» (№4 разъема P2) и на входе «QEA» (№3 разъема P3).

На вход «STEP» поступают импульсы напряжением от 0 до +5 В. На вход «DIR» (№5 разъема P2) поступает постоянный сигнал напряжением 0 В или + 5 В. По уровню сигнала определяется направление вращения.

Вращение вала электродвигателя прекращается, если разность между количеством сигналов, поступивших на вход «STEP», и количеством сигналов, поступивших на вход «QEA» с энкодера, превысит значение *Trackmax*.

При возникновении ошибки слежения, на вкладке «Управление» (п. 6.1 ) загорается соответствующий индикатор «Ошибка слежения» (п. 6.1.1.9 ). Если *Trackmax*=0, то ограничения по слежению отсутствуют.

В стандартном исполнении управление положением осуществляется в режиме ограничения момента на валу двигателя. Для управления положением по скорости или ШИМ необходимо изменить параметры *ModW*, *ModVs* и *ModIs* в программном обеспечении.

Параметры ПИ-регуляторов устанавливаются в программном обеспечении через интерфейс RS485.

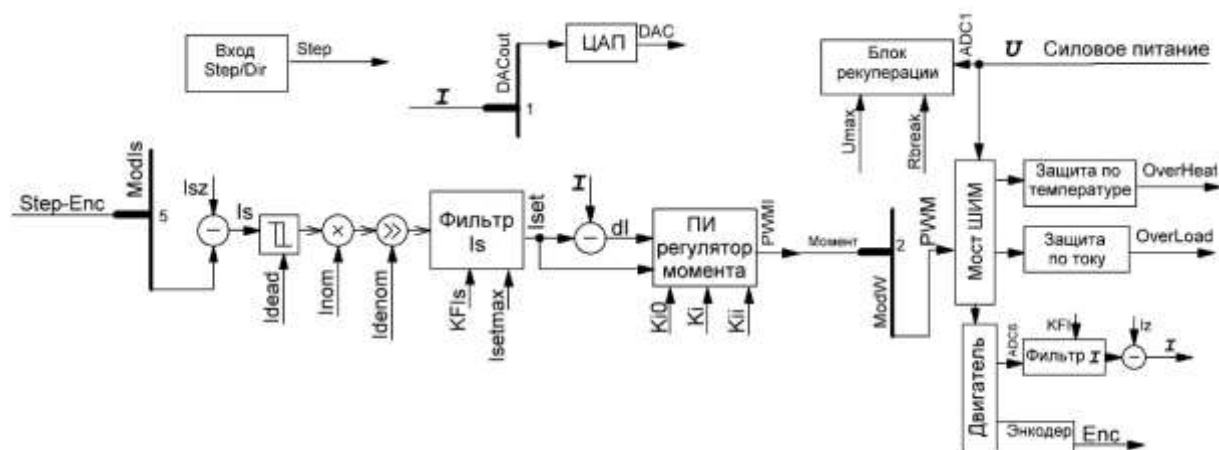


Рис. 28 – Структурная схема режима 8

### 5.4.11 Режим 9

Управление угловым положением вала двигателя с обратной связью по квадратурному энкодеру. Задание кривой разгон-скорость-торможение с возможностью изменения параметров в процессе отработки.

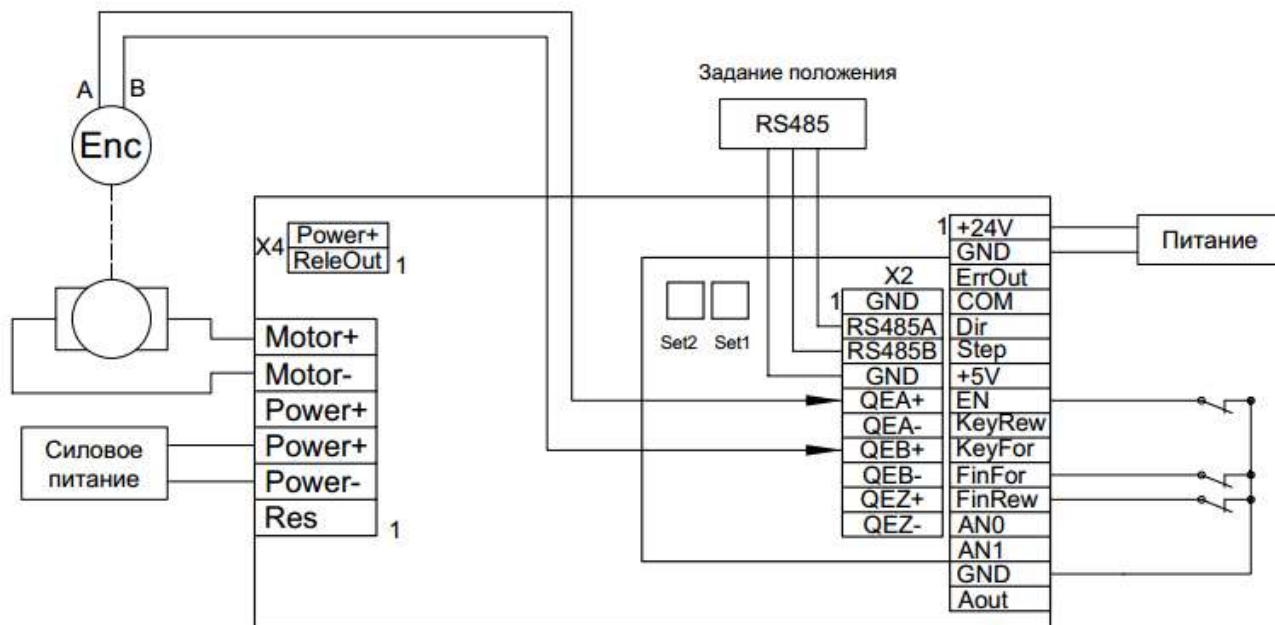


Рис. 29 – Управление угловым положением вала двигателя с обратной связью по квадратурному энкодеру. Задание кривой разгон-скорость-торможение с возможностью изменения параметров в процессе отработки

В режиме №9 «0-RSV» из **Modsvs** (п. 6.2.4.4) задает не скорость, а угловую координату

**Режим 9** обеспечивает управление положением вала двигателя с обратной связью по квадратурному энкодеру. Задание кривой разгон-стабилизация скорости-торможение с возможностью изменения параметров в процессе отработки.

В режиме 9 управление координатой осуществляется через интерфейс RS485. Для задания координаты перемещения необходимо на вкладке «Координата» (п. 6.3) в блоке «Pos» (п. 6.3.3) ввести требуемую координату и нажать кнопку «Установить». Скорость задается значением *RSV* в регистре «Mode» (п. 6.2.4).

После этого заданная координата запишется в память программы. В блоке «Set» (п. 6.3.4) отображается расчетная координата траектории движения.

Вращение вала будет осуществляться с установленными параметрами разгона и торможения. В режиме 9 значение ускорения разгона и торможения равны и устанавливаются значением *Accel* в блоке «Управление движением» (п. 6.2.11) на вкладке «Коэффициенты» (п. 6.2.5).

В процессе движения по расчетной траектории на вкладке «Управление» загорается индикатор «Траектория» (п. 6.1.1.7).

Каждый раз при достижении заданной координаты индикатор бита «EndTrack» (п.



### 5.4.12 Режим 10

Реализация бесконечных колебаний между двумя точками любого механизма, снабжённого энкодером

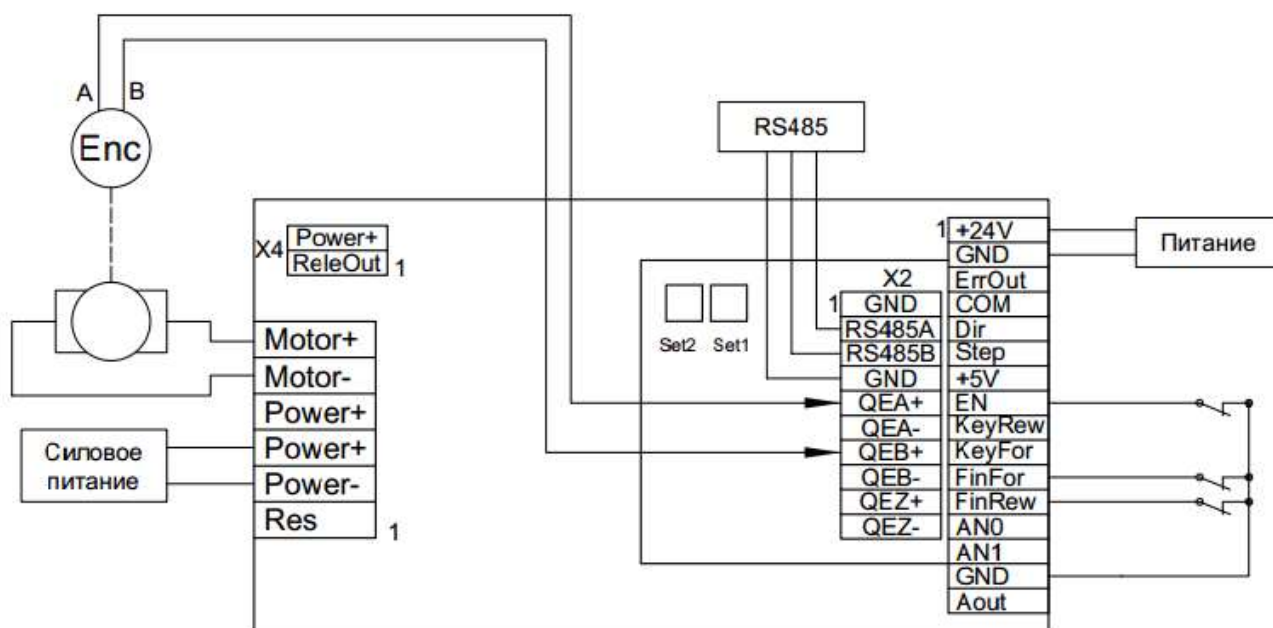


Рис. 31 – Реализация бесконечных колебаний между двумя точками любого механизма, снабжённого энкодером

Скорость колебаний в режиме №10 задается через «0-RSV» в ModVs (п. 6.2.4.4)

В **режиме 10** реализованы бесконечные колебания между двумя точками любого механизма, оснащенного энкодером. Подключение периферийных устройств к плате AWD50, задание скорости вращения вала электродвигателя, момента на валу двигателя и координаты реализуется аналогично **режиму 9**.

Отличительной особенностью является то, что при нажатии кнопки *CycleOn* в блоке «RConf» (п. 6.2.7) на вкладке «Коэффициенты» (п. 6.2.5) осуществляются колебания между нулевой координатой и заданной в параметре «Pos» (п. 6.3.3).



### 5.4.13 Режим 11

Усилитель мощности класса D. Прямое управление величиной ШИМ.

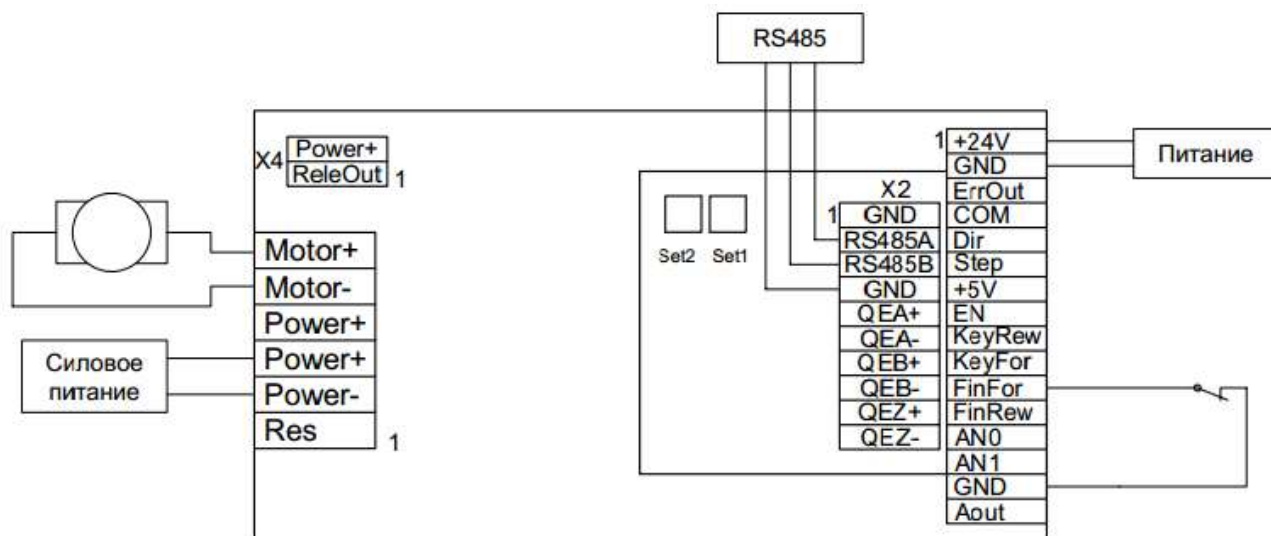


Рис. 32 – Усилитель мощности класса D. Прямое управление величиной ШИМ

В **режиме 11** управлению скоростью вращения вала двигателя осуществляется напрямую через ШИМ. Активным вход является только *KeyEn*. Остальные выключатели не влияют на работу. Величина ШИМ устанавливается значением *RSV* в регистре «**Mode**» (п. 6.2.4).

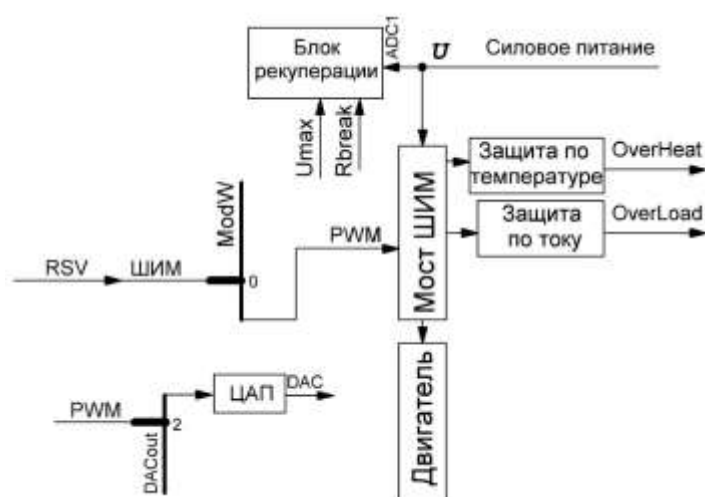


Рис. 33 – Структурная схема режима 11



### 5.4.14 Режим 12

Управление углом поворота вала по сигналу PWM (аналог сервомашинки)

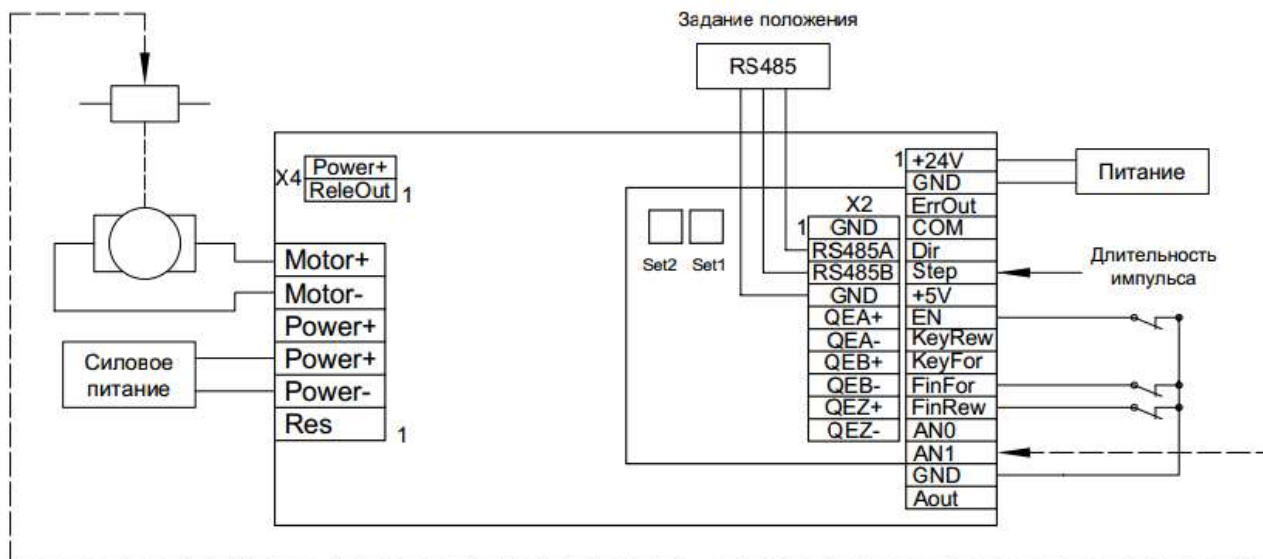


Рис. 34 – Управление углом поворота вала по сигналу PWM (аналог сервомашинки)

При выборе *TStepHi* или *TStepHi-TStepLo* в *ModVs* (№ 7 или №8 индикатор «**Tstep**» (п. 6.3.7) в разделе «Координата») гаснет и сама координата перестает считываться

**Режим 12** позволяет управлять углом поворота электродвигателя по ШИМ входящего сигнала.

Лини передачи сигналов прямоугольных импульсов подключается на входы «**STEP**» (№4 разъема P2) и «**GND**».

На вход «**STEP**» могут поступают импульсы напряжением от 0 до +5 В.

Управление скоростью вращения вала регулируется длительностью входящего импульса. Для управления угловым положением необходимо изменять длительность импульса путем изменения скважности (отношения длительности импульса к длительности паузы) или частоты импульсов.

В качестве обратной связи используется сигнал с потенциометрического датчика. Напряжение с датчика в диапазоне от -10В до +10В поступает на вход «**AN1**» (№14 разъема P3).

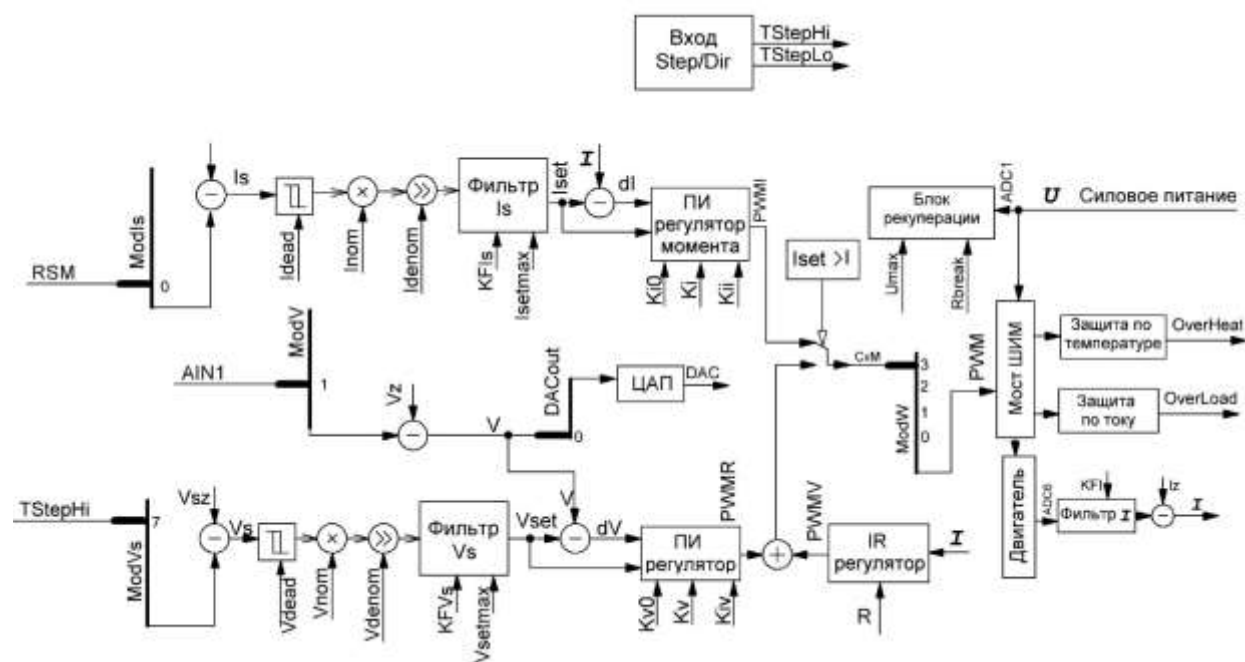


Рис. 35 – Структурная схема режима 12

## 5.5 Программирование и настройка блока управления

Программирование и настройка блока управления осуществляются с помощью программного обеспечения по интерфейсу RS485. Описание программного обеспечения (ПО) дано в разделе № 6 «*Программное обеспечение*».

## 5.6 Выбор сигналов и команд управления

### 5.6.1 Цифровые входы концевых выключателей

Описание работы цифровых входов концевых выключателей приведено в таблице 21.

Таблица 21 – Описание работы цифровых входов концевых выключателей

| Контакт        | Подключение  | Описание работы                                     |
|----------------|--------------|-----------------------------------------------------|
| <i>FinForw</i> | GND          | Разрешено вращение двигателя в направлении «вперед» |
|                | 5B/He подкл. | Запрещено вращение двигателя в направлении «вперед» |
| <i>FinRev</i>  | GND          | Разрешено вращение двигателя в направлении «назад»  |
|                | 5B/He подкл. | Запрещено вращение двигателя в направлении «назад»  |

### 5.6.2 Цифровые входы управления направлением вращения и разрешения вращения

Описание работы цифровых входов управления направлением вращения приведено в таблице 22.

Таблица 22 – Описание работы цифровых входов управления направлением вращения

| Контакт        | Подключение | Описание работы                                     |
|----------------|-------------|-----------------------------------------------------|
| <i>KeyForw</i> | GND         | Разрешено вращение двигателя в направлении «вперед» |
|                | 5B/He подкл | Запрещено вращение двигателя в направлении «вперед» |
| <i>KeyRev</i>  | GND         | Разрешено вращение двигателя в направлении «назад»  |
|                | 5B/He подкл | Запрещено вращение двигателя в направлении «назад»  |
| <i>KeyEn</i>   | GND         | Разрешено вращение двигателя                        |
|                | 5B/He подкл | Запрещено любое вращение двигателя                  |

## 6 Программное обеспечение

### 6.1 Управление

В разделе «Управление» отображается работа платы в реальном времени. Внешний вид раздела «Управление» показан на Рис. 36.



Рис. 36 – Раздел «Управление»

#### 6.1.1 Индикаторы

##### 6.1.1.1 Индикаторы срабатывания концевых выключателей

При срабатывании концевых выключателей *FinRev* и *FinForw* загорятся индикаторы «Кнц-» и «Кнц+» (D0 и D1 *RegStat*).

##### 6.1.1.2 Индикаторы скорости

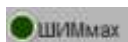
При получении соответствующего сигнала от входов *KeyForw* и *KeyRev* загораются индикаторы «Скор-» и «Скор+» (D2 и D3 *RegStat*).

##### 6.1.1.3 Индикатор разрешения работы



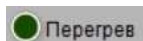
При получении сигнала на входе *KeyEn* загорается индикатор «En» (D4 *RegStat*).

#### 6.1.1.4 Индикатор максимального управляющего сигнала на двигателе.



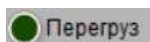
При достижении максимального значения управляющего сигнала на двигателе загорается индикатор «ШИМmax» (D13 *RegStat*).

#### 6.1.1.5 Индикатор перегрева



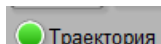
При перегреве платы загорается индикатор «Перегрев» и плата отключается (D12 *RegStat*).

#### 6.1.1.6 Индикатор перегруза



При превышении тока 50А загорается индикатор «Перегруз» и плата отключается (D11 *RegStat*).

#### 6.1.1.7 Траектория

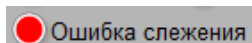


При движении загорается индикатор «Траектория» (D9 *RegStat*)

#### 6.1.1.8 Разгон

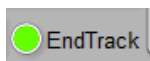
При ускорении загорается индикатор «Разгон» (D10 *RegStat*)

#### 6.1.1.9 Ошибка слежения



Индикатор «Ошибка слежения» загорается в режиме слежения за разностью сигналов если ошибка превысила *Trackmax*. п. 4.2.32 (D8 *RegStat*)

#### 6.1.1.10 EndTrack



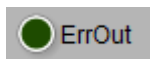
При достижении конечной точки движения *Pos* загорается индикатор «EndTrack» (D7 *RegStat*).

#### 6.1.1.11 ReleOut



Состояние выхода *ReleOut*.

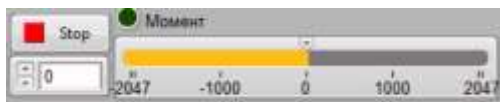
#### 6.1.1.12 ErrOut



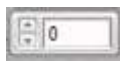
Состояние выхода *ErrOut*.

### 6.1.2 Регулировка параметров в процессе работы.

#### 6.1.2.1 Регулировка момента



Во время работы платы *момент* регулируется шкалой.



Коррекция момента задаётся в диапазоне от -2047 до +2047 единиц и отображается в поле.

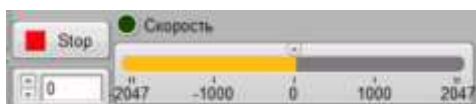


При стабилизации момента индикатор «**Момент**» загорается зеленым цветом п. 2.10.9 (D14 *RegStat*).

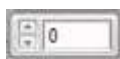


Кнопка «**Stop**» выставляет значение момента на шкале в «0» и происходит остановка двигателя.

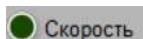
### 6.1.2.2 Регулировка скорости



Во время работы платы *скорость* регулируется шкалой.



Коррекция скорости задаётся в диапазоне от -2047 до +2047 единиц и отображается в поле.

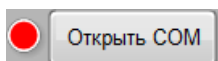


При стабилизации скорости двигателя индикатор «**Скорость**» загорается зеленым цветом п. 2.10.4 (D15 *RegStat*).



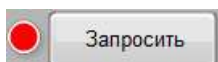
Кнопка «**Stop**» выставляет значение скорости на шкале в «0» и происходит остановка двигателя.

### 6.1.3 Передача через RS485



Кнопка «**Открыть COM**» используется для разрешения передачи сигналов через интерфейс RS485 (подробнее в «*Изменение параметров режима работы (Подключение через RS485)*»).

### 6.1.4 Запрос доступных параметров



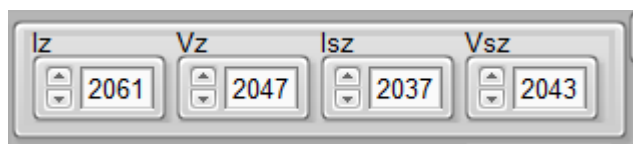
Кнопка «**Запросить**» используется для запроса доступных параметров на графике (подробнее в «*Изменение параметров режима работы (Подключение через RS485)*»).

### 6.1.5 Очистка графика параметров



Для очистки поля графика параметров используется кнопка «**CLR**».

### 6.1.6 Параметры сдвига тока(момента)/скорости



|          |                                                  |                                                                                                                                                                                               |
|----------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $I_z$    | Сдвиг при измерении тока                         | Используется при расчете среднего значения измеренного тока двигателя $I$                                                                                                                     |
| $V_z$    | Сдвиг при измерении скорости                     | Используется при расчете скорости вращения двигателя $V$ , а также при выборе источника сигнала обратной связи по скорости $ModV$                                                             |
| $I_{sz}$ | Сдвиг для сигнала устанавливаемого тока $I_s$    | Используется при расчете сигнала устанавливаемого тока (момента) $I_s$ при различных источниках сигнала в режимах $M$ и $CkM$ . Входной сигнал регулятора тока выбирается параметром $ModI_s$ |
| $V_{sz}$ | Сдвиг для сигнала устанавливаемой скорости $V_s$ | Используется при расчете сигнала устанавливаемой скорости $V_s$ при различных источниках сигнала в режимах $Ck$ и $CkM$ . Входной сигнал регулятора скорости выбирается параметром $ModV_s$   |

### 6.1.7 Запись параметров сдвига тока(момента)/скорости в AWD50



Для записи параметров из п. 6.1.6 в постоянную память платы AWD50 из программы используется кнопка «Записать в AWD». При успешной записи загорается зеленый индикатор.

### 6.1.8 Текущая температура



Текущее значение температуры в градусах Цельсия отображается в поле «Температура».

### 6.1.9 График температуры

В поле графика строится график температуры платы в текущий момент.

### 6.1.10 График параметров

В поле графиков в реальном времени строятся графики текущих значений параметров, перечисленных в п. 6.1.11.

### 6.1.11 Блок параметров графика

| Параметр | Описание                                                                    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $I$      | Ток двигателя, текущий $I = ADC6 - I_z$ . п. 2.10.8                         |
| $U$      | Напряжение на шине питания $U = ADC1$ . п. 1.6.3.                           |
| $V$      | Измеренная скорость вращения двигателя в соответствии с $ModV$ . п. 2.10.3. |

|             |                                                                                 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <i>PWM</i>  | Вычисленное значение ШИМ на выходе блока. Определяется <i>ModW</i> п. 6.2.4.1 . |
| <i>dI</i>   | Ошибка по току регулятора тока. п. 2.10.9 .                                     |
| <i>Ji</i>   | Интегральная часть регулятора тока. п. 2.10.9 .                                 |
| <i>Iset</i> | Ток на входе регулятора тока п. 2.10.7 .                                        |
| <i>Is</i>   | Устанавливаемый ток. п. 2.10.6 .                                                |
| <i>PWMI</i> | Рассчитанное значение выхода регулятора тока. п. 2.10.9 .                       |
| <i>dV</i>   | Ошибка по скорости регулятора скорости. п. 2.10.4                               |
| <i>Wi</i>   | Интегральная часть регулятора скорости. п. 2.10.4 .                             |
| <i>Vset</i> | Скорость на входе регулятора скорости после фильтра. п. 2.10.2 .                |
| <i>Vs</i>   | Устанавливаемая скорость. п. 2.10.1                                             |
| <i>PWMV</i> | Рассчитанное значение выхода регулятора скорости. п. 2.10.4                     |
| <i>Blim</i> | Признак ограничения момента. п. 2.10                                            |
| <i>RSV</i>  | Устанавливаемая скорость или <i>PWM</i> по интерфейсу RS485. п. 6.2.4.4         |
| <i>RSM</i>  | Устанавливаемый момент или ограничение момента по интерфейсу RS485. п. 6.2.4.2  |
| <i>PWMR</i> | Рассчитанное значение выхода IR регулятора скорости. п. 2.10.5 .                |
| <i>AIN0</i> | Значение на входе <i>AN0</i>                                                    |
| <i>AIN1</i> | Значение на входе <i>AN1</i>                                                    |
| <i>SET1</i> | Значение на входе <i>AN_SET1</i>                                                |
| <i>SET2</i> | Значение на входе <i>AN_SET2</i>                                                |

## 6.2 Коэффициенты

В разделе «Коэффициенты» задаются параметры работы платы. Настройки из программы передаются в плату по интерфейсу RS485. Внешний вид раздела «Коэффициенты»



показан на Рис. 37.

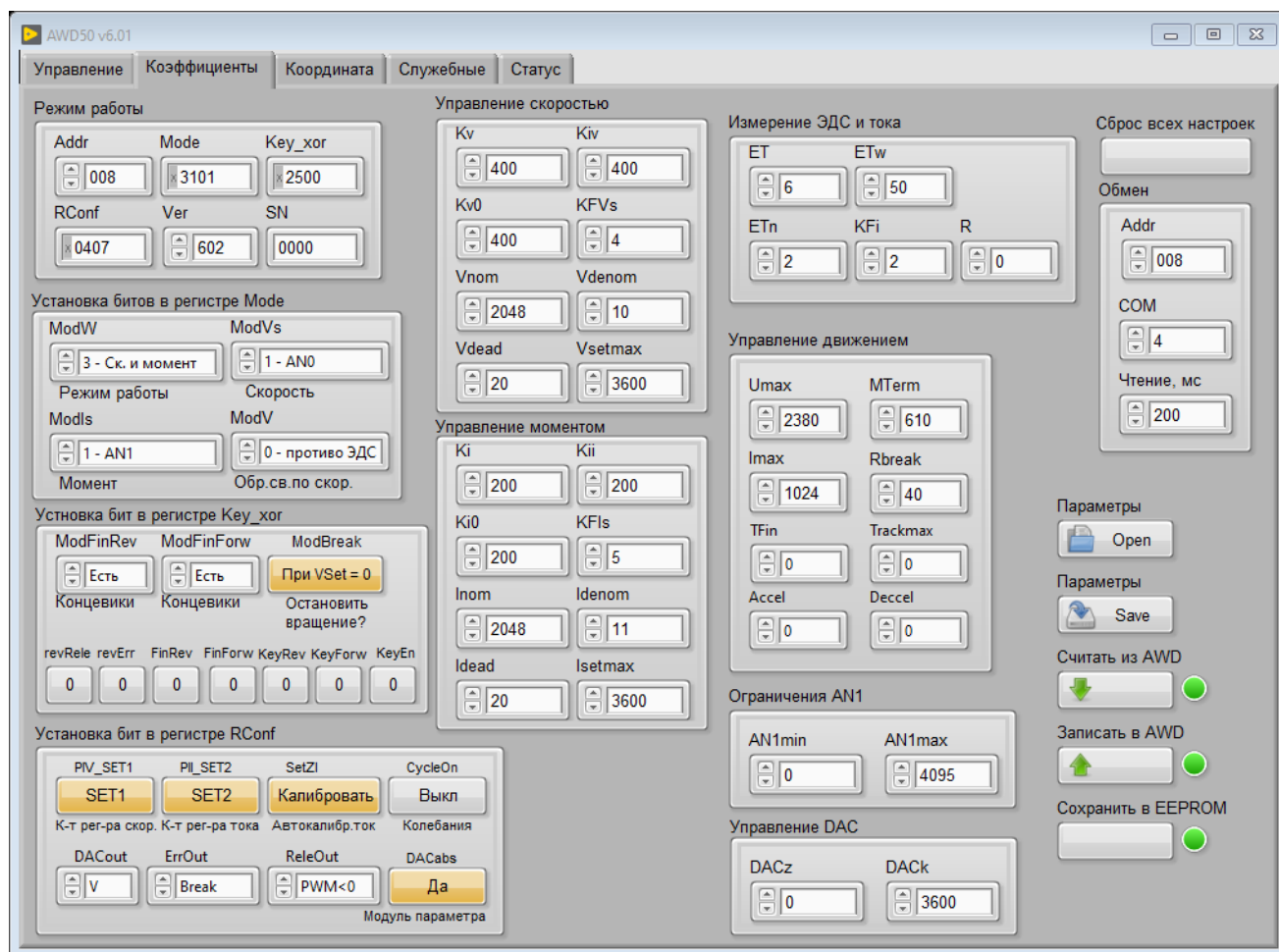
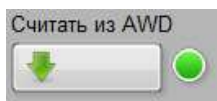


Рис. 37 – Раздел «Коэффициенты»

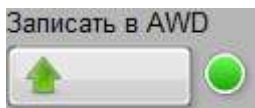
## 6.2.1 Передача данных с/на плату AWD50

### 6.2.1.1 Считывание параметров из AWD50



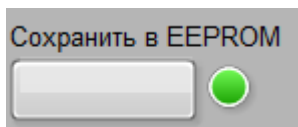
Для считывания текущих настроек параметров из платы AWD50 в программу используется кнопка «Считать из AWD». При успешном считывании загорается зелёный индикатор.

### 6.2.1.2 Запись параметров в AWD50



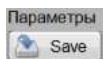
Для записи параметров в AWD50 из программы используется кнопка «Записать в AWD». При успешной записи загорается зелёный индикатор.

### 6.2.1.3 Сохранение параметров в EEPROM AWD50

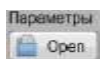


Для записи параметров в энергонезависимую память платы AWD50 из программы используется кнопка «**Записать в AWD**». При успешной записи загорается зелёный индикатор. При включении питания будут загружены эти значения автоматически.

#### 6.2.1.4 Сохранение и загрузка файла параметров.

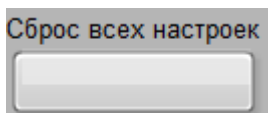


Для сохранения файла параметров на компьютер используется кнопка «**Параметры Save**».



Сохранённый на компьютер файл параметров открывается кнопкой «**Параметры Open**».

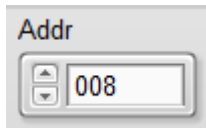
#### 6.2.1.5 Сброс всех настроек.



Для возврата к заводским настройкам блока.

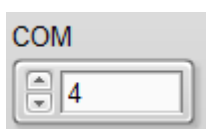
### 6.2.2 Обмен

#### 6.2.2.1 Addr



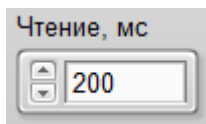
Адрес блока для доступа по ModBus.

#### 6.2.2.2 COM



Для задания в программе номера COM порта, под которым плата AWD50 определяется в системе, используется поле *COM*.

#### 6.2.2.3 Чтение, мс



Период чтения параметров п. [6.1.11](#) в мс.

### 6.2.3 Режим работы

Значения параметров отображаются в HEX.

Режим работы

|       |      |         |
|-------|------|---------|
| Addr  | Mode | Key_xor |
| 008   | 3101 | 2500    |
| RConf | Ver  | SN      |
| 0407  | 602  | 0000    |

| Параметр       | Описание                   | Значение             |
|----------------|----------------------------|----------------------|
| <i>Addr</i>    | Адрес блока MODBUS         | lo – адрес платы     |
| <i>Mode</i>    | Режим работы платы         | Параметры в п. 6.2.4 |
| <i>Key_xor</i> | Инверсия цифровых входов   | Параметры в п. 6.2.5 |
| <i>RConf</i>   | Регистр конфигурации блока | Параметры в п. 6.2.7 |
| <i>Ver</i>     | Версия прошивки            | Текущая 601          |
| <i>SN</i>      | Серийный номер             |                      |

## 6.2.4 Установка битов в регистре Mode

В блоке выбираются режимы работы платы, источники сигналов тока(момента), скорости, обратной связи по скорости.

Установка битов в регистре Mode

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| ModW         | ModVs           |
| 0 - ШИМ      | 0 - RS485       |
| Режим работы | Скорость        |
| ModIs        | ModV            |
| 0 - RS485    | 0 - против ЭДС  |
| Момент       | Обр.св.по скор. |

### 6.2.4.1 ModW

Выбор режима работы платы *ModW*.

### 6.2.4.2 ModIs

Источник сигнала тока (момента) *ModIs*

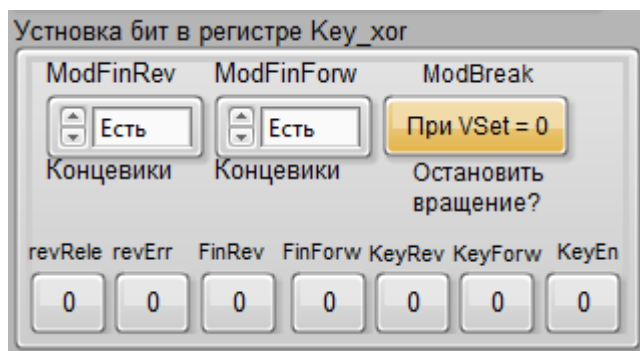
### 6.2.4.3 ModV

Выбор источника сигнала обратной связи по скорости *ModV*.

### 6.2.4.4 ModVs

Источник сигнала задания устанавливаемой скорости *ModVs*.

## 6.2.5 Установка бит в регистре Key\_xor



#### 6.2.5.1 ModFinRev

Использование концевого выключателя назад *ModFinRev*.

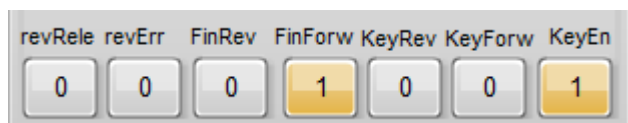
#### 6.2.5.2 ModFinForw

Использование концевого выключателя вперед *ModFinForw*.

#### 6.2.5.3 ModBreak

Работа при нулевом задании *Vset ModBreak*

#### 6.2.5.4 Инверсия сигналов входов и выходов



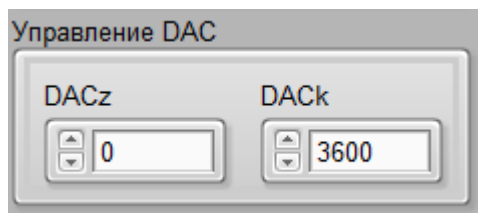
Указан активный уровень сигнала.

### 6.2.6 Управление DAC

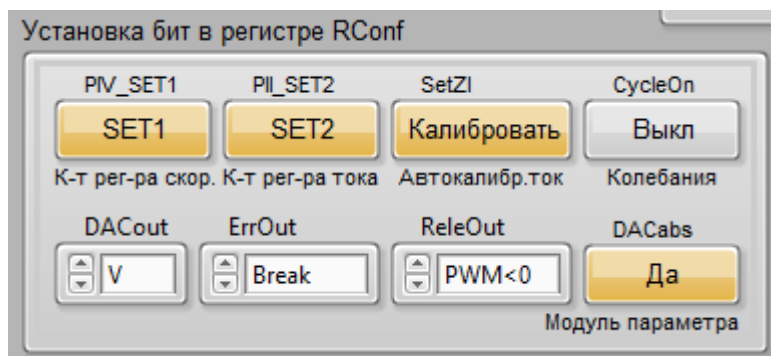
DAC – Выход аналоговый 0...10В.

Выдает значение в соответствии с *DACout* и *DACabs* в регистре *RConf* и параметрами *DACz* и *DACk*.

Выходной сигнал от 0 до 10В соответствует значениям от 0 до 3600 единиц.



#### 6.2.7 Установка битов в регистре RConf



#### 6.2.7.1 Cycle On

Циклические колебания мотора. *CycleOn*

#### 6.2.7.2 DACabs

Знак выходного аналогового сигнала *DAC*.

#### 6.2.7.3 DACout

Тип выходного аналогового сигнала *DAC*.

#### 6.2.7.4 PIV\_SET1

Выбор источника коэффициентов ПИ регулятора скорости п. 2.2 .

#### 6.2.7.5 PII\_SET2

Выбор источника коэффициентов ПИ регулятора момента (тока) п. 2.2 .

#### 6.2.7.6 SetZI

Автоматическая калибровка нуля канала тока при включении блока.

#### 6.2.7.7 SetZI

Автоматическая калибровка нуля канала тока при включении блока.

#### 6.2.7.8 DACout

Тип выходного аналогового сигнала *DACout*.

#### 6.2.7.9 ErrOut

Тип выходного аналогового сигнала *TypeErrOut*.

#### 6.2.7.10 ReleOut

Тип выходного аналогового сигнала *TypeReleOut*.

## 6.2.8 Управление моментом

|              |                                                             |
|--------------|-------------------------------------------------------------|
| $K_i$        | Коэффициент пропорциональности ПИ регулятора момента (тока) |
| $K_{ii}$     | Коэффициент интегрирования ПИ регулятора момента (тока)     |
| $K_{i0}$     | Коэффициент умножения задаваемого тока                      |
| $KFIs$       | Коэффициент фильтра входного сигнала тока                   |
| $I_{nom}$    | Коэффициент умножения для вычисления $I_{set}$              |
| $I_{denom}$  | Коэффициент деления для вычисления $I_{set}$                |
| $I_{dead}$   | Зона нечувствительности при задании момента                 |
| $I_{setmax}$ | Ограничение максимального значения $ I_{set} $              |

## 6.2.9 Управление скоростью

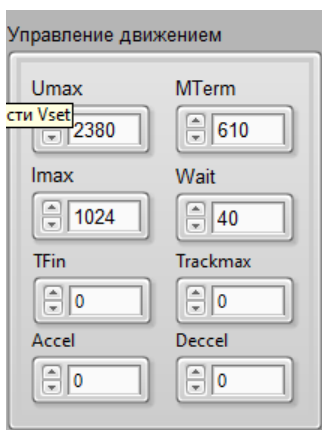
|              |                                                          |
|--------------|----------------------------------------------------------|
| $K_v$        | Коэффициент пропорциональности ПИ регулятора по скорости |
| $K_{iv}$     | Коэффициент интегрирования ПИ регулятора по скорости     |
| $K_{v0}$     | Коэффициент умножения задаваемой скорости                |
| $KFVs$       | Коэффициент фильтра входного сигнала скорости            |
| $V_{nom}$    | Коэффициент умножения для фильтра скорости               |
| $V_{denom}$  | Коэффициент деления для фильтра скорости                 |
| $V_{dead}$   | Зона нечувствительности при задании скорости             |
| $V_{setmax}$ | Максимальное значение $ V_{set} $                        |

### 6.2.10 Измерение ЭДС и тока



|       |                                                                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $ET$  | $2^{ET}$ - число тактов АЦП ( $Tadc$ ) для периода измерения противо-ЭДС или периода работы регулятора скорости |
| $ETw$ | Максимальное время выключенного состояния моста ШИМ для измерения противо-ЭДС, в тактах АЦП                     |
| $ETn$ | $2^{ETn}$ = Число тактов АЦП измерения противо-ЭДС для усреднения значения                                      |
| $KFi$ | $2^{KFi}$ = Число тактов АЦП измерения тока для усреднения значения                                             |
| $R$   | Сопротивление якоря двигателя для регулировки скорости IR                                                       |

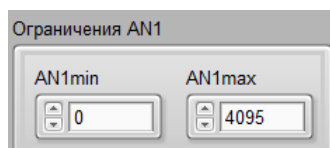
### 6.2.11 Управление движением



|            |                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Umax$     | Максимальное значение напряжения на шине питания                                                                                                                                                                                  |
| $MTerm$    | Максимальная температура для выключения по перегреву                                                                                                                                                                              |
| $Imax$     | Ограничение тока двигателя в момент разгона в режиме « $CkM$ »                                                                                                                                                                    |
| $Wait$     | Задержка отключения выхода $ReleOut$ после наступления условия выключения                                                                                                                                                         |
| $TFin$     | Число срабатываний АЦП. Время ( $TFin * Tadc$ ) непрерывного удержания режима ограничения момента, при уставленном режиме $ModFinRev=2$ или $ModFinForw=2$ для принятия решения о срабатывании виртуального концевого выключателя |
| $Trackmax$ | Максимальная разность между сигналами энкодера $Enc$ и входом $Step$ , при которой производится слежение                                                                                                                          |
| $Accel$    | 1. Ускорение при разгоне для источников сигнала задания устанавливаемой скорости $Vs$ № 0, 1 или 2 для режимов « $Ck$ » и « $CkM$ » ( $ModVs$ ).                                                                                  |

|               |                                                                                                                                        |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | 2. Ускорение при разгоне и торможении для источника сигнала задания устанавливаемой скорости $V_s$ №6 для режимов «Ск» и «СкМ» (ModVs) |
| <i>Deccel</i> | Торможение при остановке для источников сигнала задания устанавливаемой скорости $V_s$ № 0, 1 или 2 для режимов «Ск» и «СкМ» (ModVs).  |

### 6.2.12 Ограничение AN1



|               |                                                                                                                            |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>AN1min</i> | Минимальное значение, которым ограничены данные от входа <i>AIN1</i> – Внешнего аналогового входа блока +/-10В <i>ANI</i>  |
| <i>AN1max</i> | Максимальное значение, которым ограничены данные от входа <i>AIN1</i> – Внешнего аналогового входа блока +/-10В <i>ANI</i> |

## 6.3 Координата

В разделе «Координата» отображаются/задаются значения импульсов на входах энкодера и счетчика импульсов с гальванической развязкой, координаты текущей и конечной точек движения.



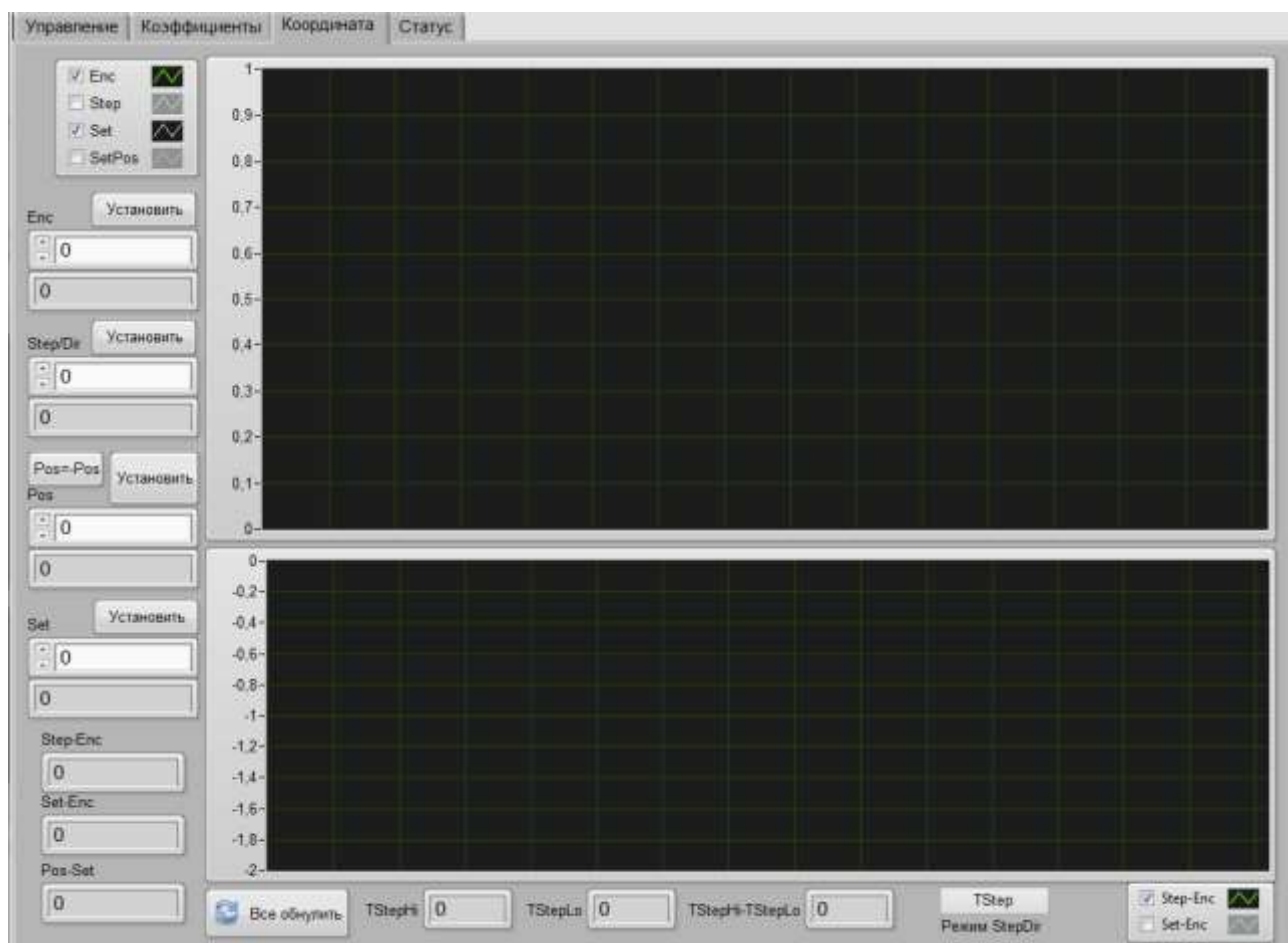
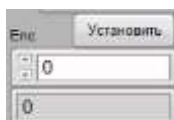


Рис. 38 – Раздел «Координата»

### 6.3.1 Энкодер

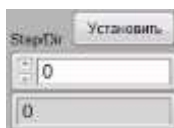


0 Текущее число импульсов на входе энкодера

0 Выбрать число импульсов на входе энкодера.

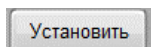
Установить Установить выбранное число импульсов.

### 6.3.2 Step/Dir



 Текущее число импульсов на входе счетчика импульсов с гальванической развязкой.

 Выбрать число импульсов на входе счетчика импульсов с гальванической развязкой.

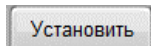
 Установить выбранное число импульсов.

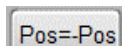
### 6.3.3 Pos



 Конечное значение расчетной координаты движения

 Выбрать конечное значение расчетной координаты движения.

 Установить выбранную координату.

 Вручную установить колебание двигателя.

### 6.3.4 Set

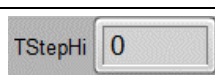
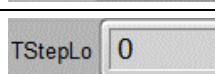


 Текущее значение расчетной координаты движения

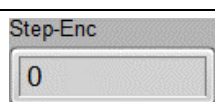
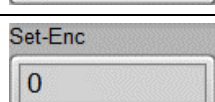
 Выбрать текущее значение расчетной координаты движения.

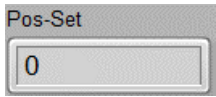
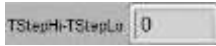
 Установить выбранную координату.

### 6.3.5 TstepHi/TstepLo

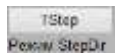
|         |                                                                                     |                                                        |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| TstepHi |  | Время положительного импульса на входе <i>Step/Dir</i> |
| TStepLo |  | Время отрицательного импульса на входе <i>Step/Dir</i> |

### 6.3.6 Разность параметров

|          |                                                                                     |                                                                                               |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Step-Enc |  | Разность между числом импульсов на входах <i>Step</i> и <i>Enc</i>                            |
| Set-Enc  |  | Разность между задаваемым профилем движения <i>Set</i> и числом импульсов на входе <i>Enc</i> |

|                 |                                                                                   |                                                                            |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Pos-Set         |  | Разность между конечным и текущим значением расчетной координаты движения  |
| TStepHi-TStepLo |  | Разность положительного и отрицательного импульса на входе <i>Step/Dir</i> |

### 6.3.7 Режим StepDir



Индикатор TStep показывает включен или выключен режим *Step/Dir* (D6 RegStat)

## 6.4 Статус

В разделе отображаются возможные ошибки при работе платы.

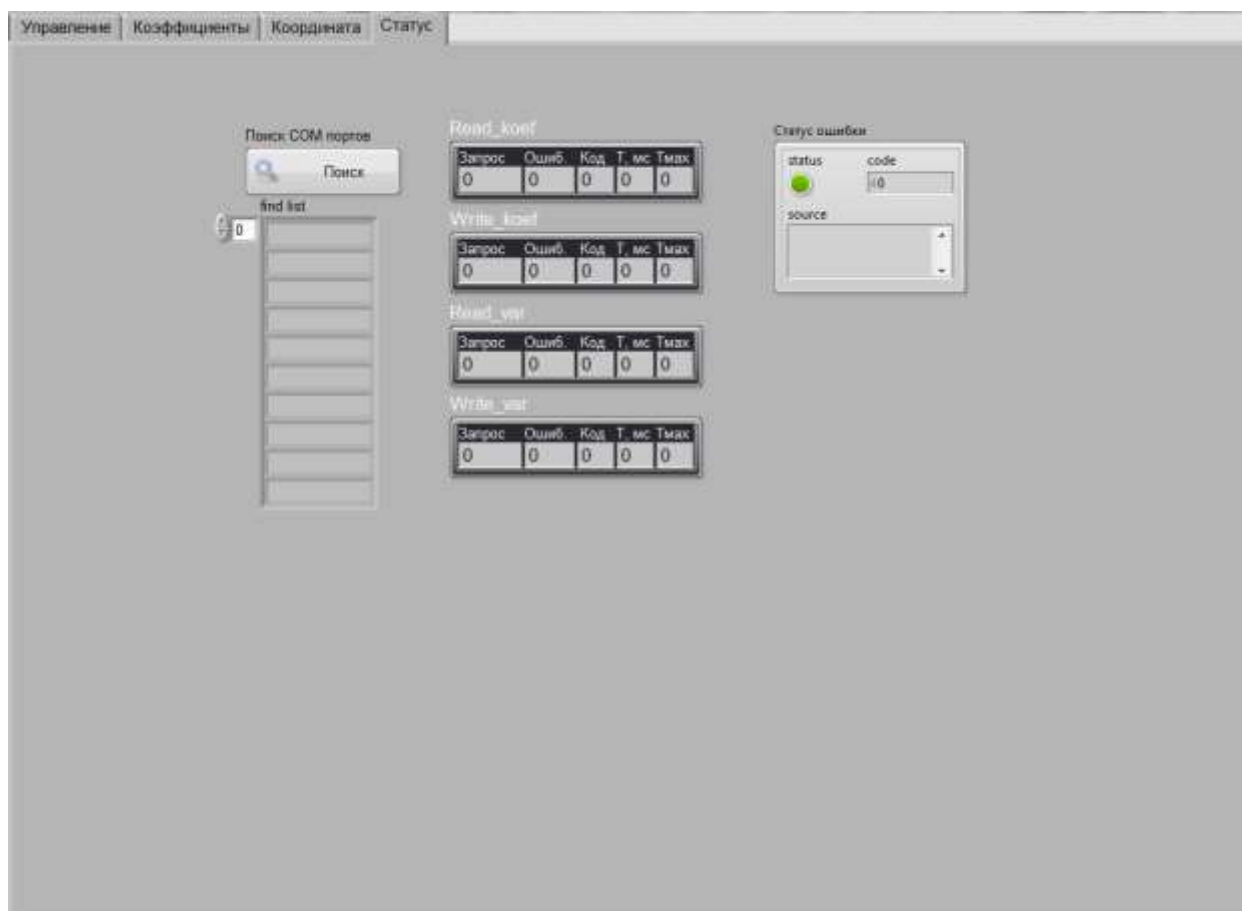


Рис. 39 – Раздел «Статус»

### 6.4.1 SearchCom



Поиск COM порта платы в системе.

### 6.4.2 Ошибки считывания/записи коэффициентов/переменных



В блоках *Read\_koef*, *Write\_koef*, *Read\_var* и *Write\_var* отображаются ошибки, которые могут возникнуть при работе платы AWD50.

*Запрос* – количество запросов.

*Ошиб.* – количество ответов.

*Код* – код ошибки

*T,мс* – текущее время ответа

*Tmax.* – максимальное время ответа.

### 6.4.3 Блок «Ошибки»



*Code* – код последней ошибки.

*Source* – описание последней ошибки связи.

*Status* – при отсутствии ошибок индикатор горит зеленым цветом; при наличии ошибки индикатор загорается красным цветом.

## 7 Первое включение платы AWD50

Блок управления коллекторным двигателем постоянного тока AWD50 поставляется с установленным режимом управления скоростью вращения вала и ограничением момента коллекторного двигателя с постоянными магнитами или независимым возбуждением без дополнительных датчиков (*Рис. 8*).

Для начала работы в этом режиме не требуется подключение к компьютеру через RS485. Регулирование скорости и момента осуществляется через внешние сигналы, поступающие на аналоговые входы платы AWD50.

Подключение питания платы осуществляется путем подачи напряжения +10...36 на вход «+24» (№1 разъема P3) (*Таблица 4*). «Минус» источника питания подается на вход «GND» (№2 разъема P3) платы управления. Подключение силового питания двигателя осуществляется путем подачи напряжения на входы «Power+» и «Power-» (№3 и №4 разъема P1).

**Внимание!** Напряжение силового питания на входе «Power+» не должно превышать установленного для каждого типа платы. (*AWD50-12* +20В, *AWD50-24* +40В, *AWD50-36* +60В, *AWD50-60* +90В, *AWD50-110* +150В)

### 7.1 Регулирование скорости

Регулирование скорости осуществляется напряжением от -10В до +10В на входе «AN0» (№13 разъема P3). Возможно применение потенциометра с подключением его к входу «GND» (№6 разъема P3) и выходу «+5В» (№7 разъема P3) платы AWD50.

### 7.2 Регулирование момента

Регулирование момента производится напряжением от 0В до +10В на входе «AN1» (№14 разъема P3). Возможно применение потенциометра с подключением его к входу «GND» (№6 разъема P3) и выходу «+5В» (№7 разъема P3) платы AWD50.

### 7.3 Работа с выключателями

Входы концевых выключателей *FinForw*, *FinRev* и вход общего разрешения вращения *KeyEn* для движения должны быть замкнуты на вход «GND».

Вход *KeyEn* предназначен для подключения аварийной кнопки, при размыкании контактов которой происходит остановка вращения двигателя.

Входы разрешения вращения в конкретную сторону подключаются на вход «GND» и соответствующие входы *KeyForw* и *KeyRev*. Перед началом работы они находятся в разомкнутом состоянии.

Направление вращения определяется напряжением на входе *AN0* и состоянием входов *KeyForw* и *KeyRev*. При замыкании *KeyForw* на «GND» если напряжение положительное (от 0 до +10 В), то вращение идет в прямую сторону, а если напряжение (от -10 В до 0), то вращение идет в обратную сторону. При замыкании *KeyRev* на «GND» и двуполярном управляющем напряжении на *AN0* вращение будет в обратную сторону.

Если источник управляющего напряжения на *AN0* может выдавать только положительное напряжение, изменение направление движения возможно замыканием на «GND» входа *KeyForw* или *KeyRev*.

При поставке на плате установлен режим, при котором параметры ПИ-регуляторов считываются с потенциометров *SET1* и *SET2* соответственно (Рис. 8).

## 8 Изменение параметров режима работы (Подключение через RS485)

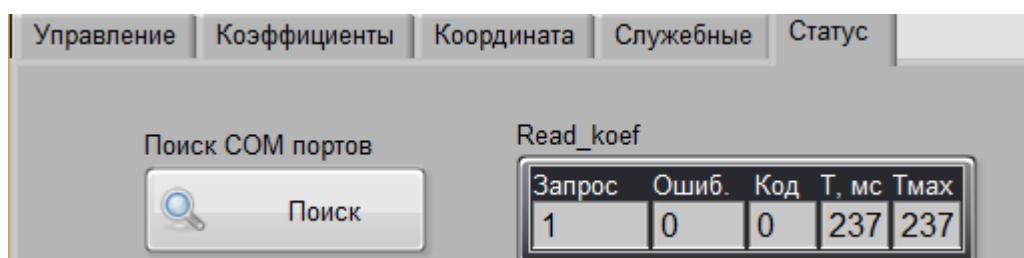
### 8.1 Изменение параметров заданного режима работы

Для изменения параметров режима работы необходимо подключить плату управления к персональному компьютеру через интерфейс RS485.

Для изменения режима работы необходимо установить соответствующее программное обеспечение AWD50 для операционных систем Windows 7 или Windows 10 (<https://ellab.ru/serijnaya-produkcziya/bloki-upravleniya-kollektornyimi-dvigatelyami/awd50-blok-upravleniya-dvigatелем-postoyannogo-toka.html>).

Подключение к компьютеру происходит через преобразователь сигналов интерфейсов RS485-USB. Линии передачи сигналов А, В и линия GND подключаются к соответствующим входам «RS485A», «RS485B» и «GND».

После запуска программы необходимо определить COM-порт, к которому подключена плата. Сделать это можно кнопкой «Поиск COM-портов» (п. 6.4.1) на вкладке «Статус».



После определения COM – порта требуется установить его номер в поле «COM»

На вкладке «Управление» необходимо разрешить передачу сигналов через интерфейс RS485 нажатием кнопки «Открыть COM» (п. 6.1.3)

После этого становится возможным отображение задаваемых и измеряемых параметров на окне графиков (п. 6.1.11). Для этого необходимо нажать кнопку «Запросить» (п. 6.1.4). Теперь становится возможным изменение режима работы платы, изменение параметров ПИ-регулятора через интерфейс RS485, корректировка задания и измерения скорости, корректировка задания и измерения момента.

## 8.2 Задание параметров замыкания/размыкания

В случае, если входы концевых выключателей и вход общего разрешения вращения *KeyEn* работают на замыкание, а входы разрешения вращения (*KeyRev* и *KeyForw*) работают на размыкание, то необходимо изменить параметры в регистре *Key\_xor* с «0» на «1» в программе через интерфейс RS485 п. 6.2.5.4.

## 8.3 Задание параметров ПИ-регуляторов скорости и момента

Для того, чтобы задавать параметры ПИ-регуляторов скорости и момента через интерфейс RS485 необходимо переключить кнопки *PIV\_SET1* и *PII\_SET2*.

## 9 Обновление ПО платы

Обновление программного обеспечения платы производится в программе «Update\_IRSP.exe» (<https://ellab.ru/serijnaya-produkciya/bloki-upravleniya-kollektornyimi-dvigatelyami/awd50-blok-upravleniya-dvigatелем-postoyannogo-toka.html>).

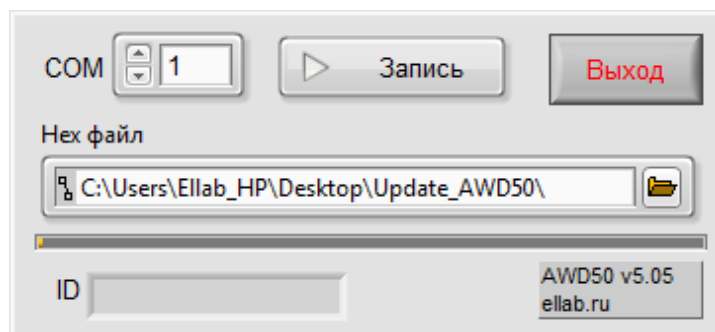


Рис. 40 – Программа Update\_AWD50

Для обновления программного обеспечения:

1. Запустить программу Update\_AWD50
2. Подключить плату к компьютеру по RS485
3. Выбрать COM порт, под которым определяется плата в системе
4. Выбрать путь к файлу обновления (Hex-файл)
5. Нажать и удерживать на плате кнопку S1 *Рис. 6.*
6. Включить питание платы
7. Нажать кнопку «Запись» в программе
8. Отключить питание платы.

## 10 Техническое обслуживание

Блок управления не требует технического обслуживания.

## 11 Текущий ремонт

Ремонт блока управления осуществляется только у изготовителя.

## 12 Хранение

Блок управления следует хранить в закрытых помещениях с естественной вентиляцией при температуре от  $-50$  до  $+85^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха 80% при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ . Наличие в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей не допускается.

## 13 Транспортирование

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

## 14 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.

## 15 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.

## 16 Изготовитель

АО «Лаборатория Электроники»

Тетеринский пер., д. 16, э. 1, пом. IV, ком.3, оф.1, г. Москва, Россия, 109004.

Адрес производства: ул. Стромынка, д. 18, г. Москва, Россия, 107076

Тел./факс: 8-495-783-26-18

Электронный адрес: [www.ellab.ru](http://www.ellab.ru); [www.ellab.su](http://www.ellab.su)

Электронная почта: [info@ellab.ru](mailto:info@ellab.ru)