



Контроллеры промышленные



Модули комбинированные ввода-вывода DevLink-A10.AIO-3UI/3UI

Руководство по эксплуатации

ЖАЯК.420000.002-21 РЭ

Модули комбинированные ввода-вывода **DevLink-A10.AIO-3UI/3UI**.

Руководство по эксплуатации/1-е изд.

© 2020. ООО НПФ «КРУГ». Все права защищены.

Никакая часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотографирование, магнитную запись или иные средства копирования или сохранения информации, без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Все упомянутые в данном издании товарные знаки и зарегистрированные товарные знаки принадлежат своим законным владельцам.

ООО НПФ «КРУГ»

РОССИЯ, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова 1
Тел.: +7 (8412) 49-97-75, 49-72-24, 49-75-34, 49-94-14

E-mail: krug@krug2000.ru

<http://www.krug2000.ru>

Вы можете связаться со службой технической поддержки по E-mail:
support@krug2000.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 НАЗНАЧЕНИЕ.....	5
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	6
3 КОМПЛЕКТНОСТЬ	9
4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА.....	9
5 РАЗМЕЩЕНИЕ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ.....	33
6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ	36
7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МОДУЛЯ.....	36
8 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	36
9 НАСТРОЙКА ПЕРАМЕТРОВ И КАЛИБРОВКА	37
10 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.....	42
11 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ	42
12 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	42
ПРИЛОЖЕНИЕ А РЕГИСТРОВАЯ МОДЕЛЬ	43

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, порядком эксплуатации и техническим обслуживанием Модулей комбинированного ввода-вывода **DevLink-A10.AIO-3UI/3UI** (далее по тексту - модуль DevLink).

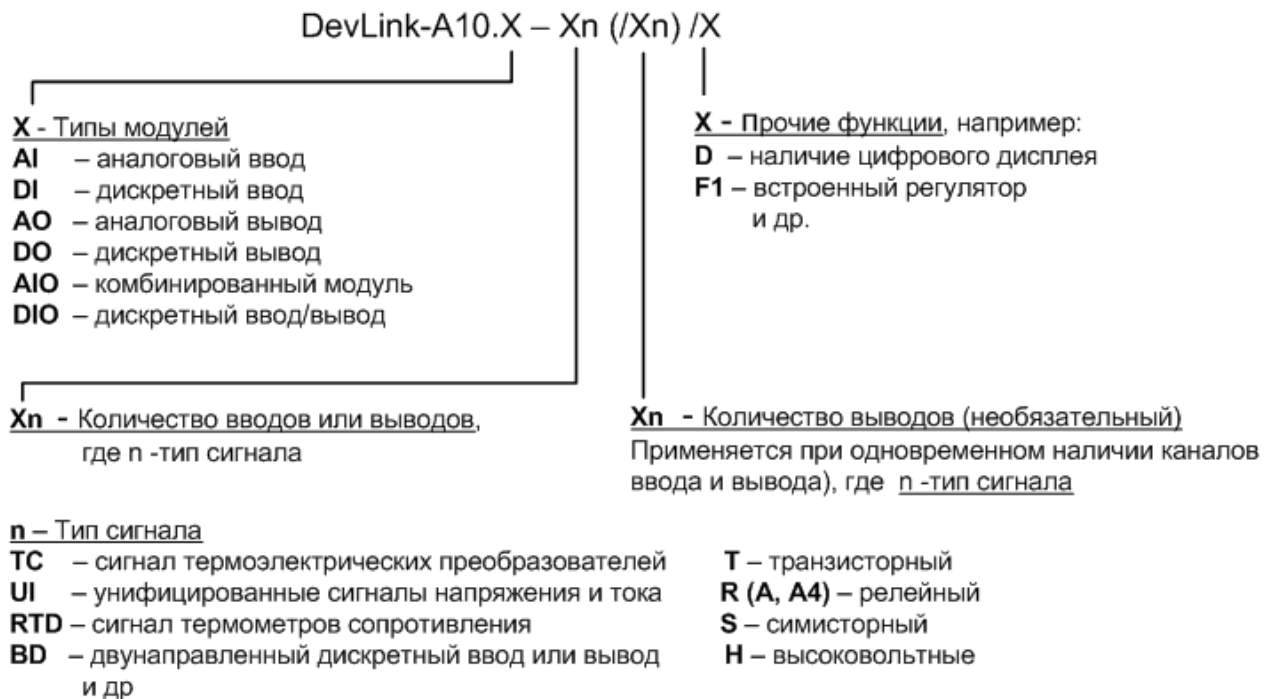
Модули выпускаются по техническим условиям ЖАЯК.420000.002 ТУ.

При работе с данным модулем следует руководствоваться следующими документами и программными продуктами:

- Настоящим руководством по эксплуатации
- Паспортом на изделие

Данные текстовые материалы модулей DevLink-A10 поставляются на компакт-диске.

Система обозначений модификаций аппаратной платформы модулей ввода/вывода DevLink-A10.



Примеры обозначений:

DevLink-A10. AI-3RTD/D – модуль ввода аналоговых сигналов с 3 каналами ввода (сигналы термометров сопротивлений), с наличием цифрового дисплея

DevLink-A10. DIO-8H/4RA – модуль дискретного ввода-вывода, с 8 каналами дискретного ввода (высоковольтные), с 4 каналами вывода (релейные)

DevLink-A10. AIO-1/F1 – модуль комбинированный ввода-вывода, с 1 каналом аналогового ввода, с 1 каналом аналогового вывода, с 4 каналами дискретного ввода, с 6 каналами дискретного вывода (транзисторный), со встроенным регулятором

DevLink-A10. AIO-4/4R/M0 – модуль комбинированный ввода-вывода с 4 каналами аналогового ввода, с 4 каналами дискретного ввода, с 4 каналами дискретного вывода (релейные)

Обозначение при заказе DevLink-A10.AIO-3UI/3UI – модуль комбинированный ввода-вывода.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Модули комбинированные ввода-вывода **DevLink-A10.AIO-3UI/3UI** предназначены для управления положением сервомоторов регулирующих клапанов электрогидравлических систем регулирования (ЭГСР) турбоагрегатов посредством электрогидравлического преобразователя (ЭГП).

Выполняемые функции:

- измерение входных унифицированных сигналов тока в диапазонах 0-5/0-20/4-20 мА по каналам измерения задания положения сервомотора (**AI1**) и положения сервомотора (**AI2**) с гальванической изоляцией;
- питание датчика положения сервомотора (ДПС) трансформаторного типа ИБП-45-1 и измерение выдаваемого датчиком положения входного сигнала напряжения по каналу измерения положения сервомотора (**AI3**) с гальванической изоляцией;
- формирование аналогового выходного канала положения сервомотора (**AO1**) в виде унифицированного сигнала тока в диапазонах 0-5/0-20/4-20 мА или напряжения в диапазоне 0-10 В (с подключенным внешним резистором 500 Ом) с гальванической изоляцией;
- регулирование положения сервомотора по ПИ(Д)-закону. Выходными сигналами являются аналоговые выходные каналы с ШИМ «Управление верхней катушкой ЭГП (**AO2**), «Управление нижней катушкой ЭГП» (**AO3**) с выходным током до 3 А и напряжением питания до 48 В;
- формирование дискретного выходного канала готовности модуля (**DO1**) типа «сухой контакт» (номинальное напряжение 24 В, ток нагрузки до 100мА) с гальванической изоляцией;
- программный выбор типа входного сигнала;
- цифровая фильтрация измеренных входных сигналов для подавления помех;
- защита от смены полярности и пониженного напряжения питания, программный контроль напряжения питания;
- программный контроль обрыва и короткого замыкания по каналам AI1, AI2, AO1, AO2, AO3;
- программный контроль сопротивления нагрузки по каналам AO2, AO3;
- защита от короткого замыкания по каналам AO1, AO2, AO3;
- формирование регистров текущих и зафиксированных ошибок с ручным сбросом;
- настройка маски восстановления работоспособности регулятора при исчезновении ошибок;
- обмен информацией с головным сетевым устройством по интерфейсу RS-485 на скоростях до 115,2 кбод. Поддержка протокола Modbus RTU;
- сохранение настроек модуля в энергонезависимой памяти модуля при отключении питания;

Область применения:

Модули применяются при автоматизации технологических процессов для управления положением регулирующих клапанов с электрогидравлическим преобразователем, путем подачи токовых команд управления в верхнюю или нижнюю катушку ЭГП в соответствии с заданием в виде унифицированного сигнала тока.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Метрологические характеристики

Таблица 2.1

Метрологические характеристики каналов измерений силы постоянного тока AI1, AI2

Диапазоны входных сигналов, мА	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений (с включенным цифровым фильтром 20 мс), %	Нормирующее значение, мА
от 0 до 5	$\pm 0,1$	5
от 0 до 20	$\pm 0,1$	20
от 4 до 20	$\pm 0,1$	16

Таблица 2.2

Метрологические характеристики каналов воспроизведения силы постоянного тока AO1

Диапазоны выходного сигнала, мА	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	Нормирующее значение, мА
от 0 до 20	$\pm 0,1$	20
от 4 до 20	$\pm 0,1$	16

Таблица 2.3

Метрологические характеристики каналов воспроизведения напряжения постоянного тока AO1

Диапазон выходного сигнала, В	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	Нормирующее значение, В
от 0 до 10	$\pm 0,1$	10

Таблица 2.4 Дополнительные погрешности измерений

Характеристика	Значение
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах условий эксплуатации на каждые 10 °С	0,05% /10град

Рекомендуемый интервал между калибровками - 2 года.

Если погрешность модуля вышла за допустимый предел, то необходимо провести калибровку.

2.2 Эксплуатационные характеристики

2.2.1 Питание

Номинальное напряжение питания..... 24 В.

Допустимый диапазон напряжение питания от 22 до 52 В.

Ток потребления с учетом подключенной нагрузки не более 8 А.

Защита от смены полярности, пониженного напряжения.

Программный контроль напряжения питания 24/48 В, 3,3 В, 12 В, -15 В.

2.2.2 Характеристики измерительного входа AI1 (Задание), AI2 (Положение ДПС)

Тип входа.....ток (0-5, 0-20, 4-20 мА).

Входной сопротивление 152 Ом.

Цифровая фильтрация помех переменного тока частотой 50 Гц общего вида,
приложенных к измерительному входу.

Гальваническая изоляция 1500 В.

Защита от короткого замыкания, программный контроль обрыва (менее 3,6 мА для сигнала 4-20 мА).

Период опроса входных сигналов..... 1 мс.

2.2.3 Характеристики измерительного входа AI3 (Положение ДПС)

Тип входа..... напряжение (0-10 В).

Тип датчика положения сервомотора трансформаторного типа ИБП-45-1

Напряжение питания датчика положения сервомотора от модуля частотой 4000 Гц 10 В

Входной сопротивление 10 кОм.

Цифровая фильтрация помех переменного тока частотой 50 Гц общего вида,
приложенных к измерительному входу.

Гальваническая изоляция 1500 В.

Период опроса входных сигналов..... 1 мс.

2.2.4 Характеристики аналогового токового выхода АО1 (Положение ДПС)

Количество выходов 1.

Тип выхода: токовый/напряжение (с подключенным внешним резистором 500 Ом), активный.

Диапазоны токового сигнала от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА.

Диапазон сигнала напряжения от 0 до 10 В.

Сопротивления нагрузки не более 510 Ом.

Программный контроль обрыва (менее 3,6 мА для сигнала 4-20 мА),
защита от короткого замыкания.

2.2.5 Характеристики аналоговых токовых выходов АО2 (управление верхней катушкой ЭГП), АО3 (управление нижней катушкой ЭГП)

Количество выходов 2.

Тип выхода токовый, активный.

Номинальное сопротивление нагрузки..... 6 Ом.

Допустимый диапазон сопротивления нагрузки..... от 4 до 8 Ом.

Индуктивность нагрузки..... не менее 10 мГн.

Частота ШИМ 8000 Гц.

Выходное напряжение..... определяется напряжением питания модуля.

Выходной ток..... до 3 А.

Ограничение тока аппаратное..... 4 А.

Ограничение тока программное 0-100% от номинального значения.

Контроль обрыва и замыкания нагрузки..... ($R_n > 10 \text{ Ом}$ и $R_n < 3 \text{ Ом}$).

Программный контроль сопротивления нагрузки по каналам выходов.

Защита от короткого замыкания нагрузки на землю и на питание.

2.2.6 Характеристики дискретного выхода DO1 (Готов)

Количество выходов	1.
Тип выхода	«сухой контакт» (полупроводниковое реле, полярность любая).
Номинальное постоянное напряжение на выходе	24 В.
Максимальное постоянное напряжение на выходе	52 В.
Максимальный ток выхода	100 мА.
Гальваническая изоляция	1500 В.

2.2.7 Сетевой интерфейс

Физическая спецификация	RS-485.
Гальваническая изоляция	1500 В.
Максимальная скорость обмена	115,2 кбит/с.
Длина адреса	8 бит.
Поддерживаемые протоколы	Modbus RTU.
Количество стоп-битов	1.
Защита от ошибок кодом четности и CRC16.	

2.2.8 Установление режимов

Время установления рабочего режима (время выхода на заданные метрологические характеристики), не более	5 мин.
Минимальное время обеспечения работоспособности после включения	3 с.
Время непрерывной работы	круглосуточно.

2.2.9 Условия эксплуатации по ГОСТ Р 52931

Диапазон рабочих температур	от 0 до плюс 60 °С.
Относительная влажность (без конденсации)	от 30 до 85 % при температуре 35 °С.
Атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа или от 630 до 800 мм. рт. ст.	
Степень защиты оболочки	IP20 по ГОСТ 14254-96
Параметры устойчивости к механическим воздействиям, группа	N3.

2.2.10 Параметры надежности

Средняя наработка на отказ, не менее	150 000 ч.
Средний срок службы, не менее	20 лет.

2.2.11 Массогабаритные характеристики

Масса модуля, не более	400 г.
Габаритные размеры (ДхШхВ), не более	(140 x 110 x 75) мм.
Внешний вид модуля с габаритными размерами приведён на рисунке 4.1.	

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки модулей входят технические средства и документация в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1 Комплектность

№	Наименование	Кол - во
1	Модуль комбинированный ввода-вывода DevLink-A10.AIO-3UI/3UI	1 шт.
2	Паспорт	1 шт.
3	Руководство по эксплуатации на CD-диске	1 компл.

4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

4.1 Органы индикации и управления

Передняя панель модуля изображена на рисунке 4.1. Назначение органов индикации и управления приведены в таблице 4.1.

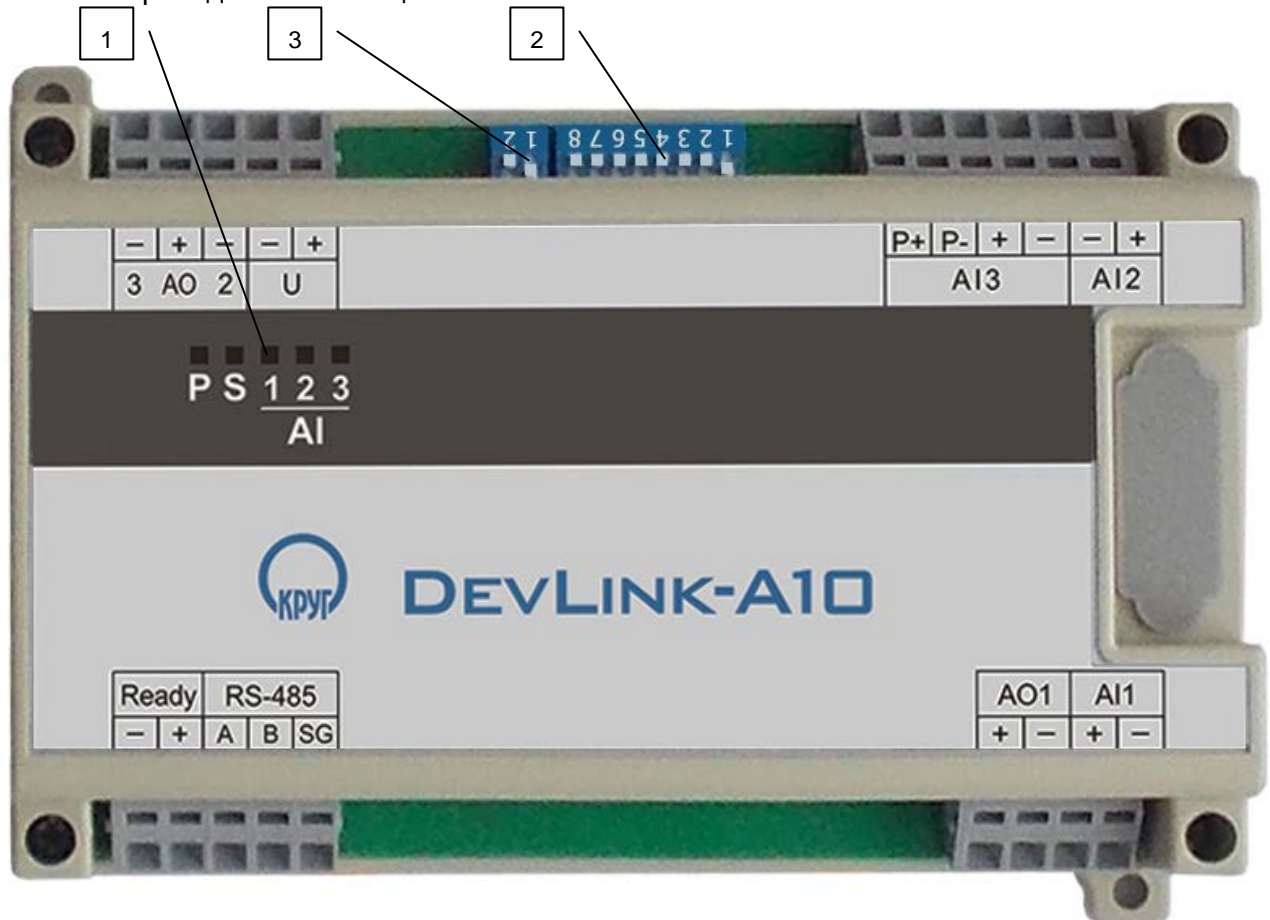


Рисунок 4.1 – Передняя панель модуля

Таблица 4.1 – Назначение органов индикации

№ поз.	Описание (название)	Назначение
1.	Светодиодные индикаторы	
1.1	Светодиодный индикатор « P » (питание модуля)	<p>Не горит при отсутствии напряжения питания модуля на клеммах U (-,+).</p> <p>Горит зеленым мигающим цветом при уровне напряжения питания модуля выше 21 В.</p> <p>Горит красным мигающим цветом при уровне напряжения питания модуля ниже 21 В</p>
1.2	Светодиодный индикатор « S » (статус модуля)	<p>Не горит при отсутствии напряжения питания на клеммах U (-,+).</p> <p>Горит зеленым цветом при отсутствии аварийных ситуаций в регистрах текущих или зафиксированных ошибок.</p> <p>Горит красным цветом при наличии аварийных ситуаций в регистре текущих ошибок.</p> <p>Горит оранжевым цветом при наличии аварийных ситуаций в регистре зафиксированных ошибок и отсутствии аварийных ситуаций в регистре текущих ошибок.</p>
1.3	Светодиодный индикатор « A1 » (статус канала измерения A11 «Задание»)	<p>Не горит при отсутствии напряжения питания на клеммах U (-,+).</p> <p>Горит зеленым цветом при отсутствии аварийных ситуаций по каналу A11 в регистре текущих ошибок.</p> <p>Горит красным цветом при наличии аварийных ситуаций по каналу A11 в регистре текущих ошибок.</p>
1.4	Светодиодный индикатор « A12 » (статус канала измерения A12 «Положение ДПС» - ток)	<p>Не горит при отсутствии напряжения питания на клеммах U (-,+).</p> <p>Горит зеленым цветом при отсутствии аварийных ситуаций по каналу A12 в регистре текущих ошибок.</p> <p>Горит красным цветом при наличии аварийных ситуаций по каналу A12 в регистре текущих ошибок.</p>
1.5	Светодиодный индикатор « A13 » (статус канала измерения A13 «Положение ДПС» - напряжение)	<p>Не горит при отсутствии напряжения питания на клеммах U (-,+).</p> <p>Горит зеленым цветом при отсутствии аварийных ситуаций по каналу A13 в регистре текущих ошибок.</p> <p>Горит красным цветом при наличии аварийных ситуаций по каналу A13 в регистре текущих ошибок.</p>

№ поз.	Описание (название)	Назначение															
2.	Переключатель S1 (адрес модуля)	Адрес модуля устанавливается переключателем S1. Переключатели адреса с номерами от 1 до 8 соответствуют битам адреса от 0 до 7. Верхнее положение переключателя «On» соответствует логической единице, нижнее - логическому нулю.															
3.	Переключатель S2 (скорость обмена)	<p>Скорость обмена с модулем устанавливается переключателем S2 в соответствии с таблицей 4.2. Верхнее положение переключателя соответствует состоянию «On», нижнее – «Off».</p> <p>Таблица 4.2 – Настройки скорости обмена</p> <table> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>Скорость, бод</th></tr> <tr> <td>Off</td><td>Off</td><td>9.600</td></tr> <tr> <td>On</td><td>Off</td><td>19.200</td></tr> <tr> <td>Off</td><td>On</td><td>38.400</td></tr> <tr> <td>On</td><td>On</td><td>115.200</td></tr> </table>	1	2	Скорость, бод	Off	Off	9.600	On	Off	19.200	Off	On	38.400	On	On	115.200
1	2	Скорость, бод															
Off	Off	9.600															
On	Off	19.200															
Off	On	38.400															
On	On	115.200															

4.2 Структура и работа модуля

4.2.1 Общие принципы функционирования модуля

Функциональная схема модуля представлена на рисунке 4.2. Функционирование модуля определяется значениями его параметров. Параметры модуля содержатся в его регистрах, доступ к которым осуществляется по протоколу Modbus RTU через интерфейс RS-485. Полная регистровая модель модуля приведена в Приложении А.

В приведенных ниже описаниях параметры модуля сгруппированы по их функциональному назначению. Каждый параметр имеет условный код, который служит только для удобства описания работы модуля.

4.2.2 Регулирование положения сервомотора

Регулирование положения сервомотора осуществляется посредством электрогидравлического преобразователя (ЭГП). ЭГП содержит две электрические катушки: «верхнюю» и «нижнюю», воздействующих свои магнитным полем на золотник, перемещение которого вызывает изменение давления масла в линии управления сервомотора. Увеличение электрического тока в «верхней» катушке ЭГП приводит к движению сервомотора вверх. Уменьшение электрического тока в «верхней» катушке ЭГП приводит к движению сервомотора вниз. Для экстренного закрытия сервомотора электрический ток подается в «нижнюю» катушку ЭГП. Одновременная подача тока в «верхнюю» и «нижнюю» катушки ЭГП исключена схмотехническими решениями.

Токами в катушках ЭГП управляет регулятор положения модуля. В качестве регулируемого параметра «Положение» используется сигнал датчика положения сервомотора (ДПС) в виде тока или напряжения (каналы аналогового ввода AI2 или AI3 соответственно). В качестве сигнала «Задание» используется токовый сигнал от внешней системы регулирования (канал аналогового ввода AI1).

Регулятор положения модуля поддерживает положение сервомотора равным заданию, регулируя токи в катушках ЭГП, используя широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) на выходах аналоговых каналов АО2 и АО3, подключенных к катушкам ЭГП.

В модуле осуществляется регулирование тока управления катушками ЭГП с обратной связью (переменная «OUT»), величина которого определяется рассогласованием между положением сервомотора и заданием положения с учетом параметров настроек регулятора положения (по алгоритму ПИ-регулирования с добавлением дифференциальной составляющей).

Если переменная «OUT» больше нуля, то ток подается в «верхнюю» катушку – выход «АО2». Если переменная «OUT» меньше нуля, то ток подается в «нижнюю» катушку - выход «АО3».

Положение сервомотора также дублируется на аналоговый выходной канал АО1. Если этот выход настроен как выход напряжения, то 8,4 В соответствует нижнему положению сервомотора (0%), а 0,4 В соответствует верхнему положению сервомотора (100%).

Для обеспечения работы ДПС, подключенного ко входу AI3, модуль формирует питание ДПС по выходу «AI3» в виде переменного напряжения амплитудой 10 Вольт и частотой 4 КГц.

Для диагностики состояния готовности модуля имеется дискретный выход DO1. Если контакт замкнут – модуль готов к работе.

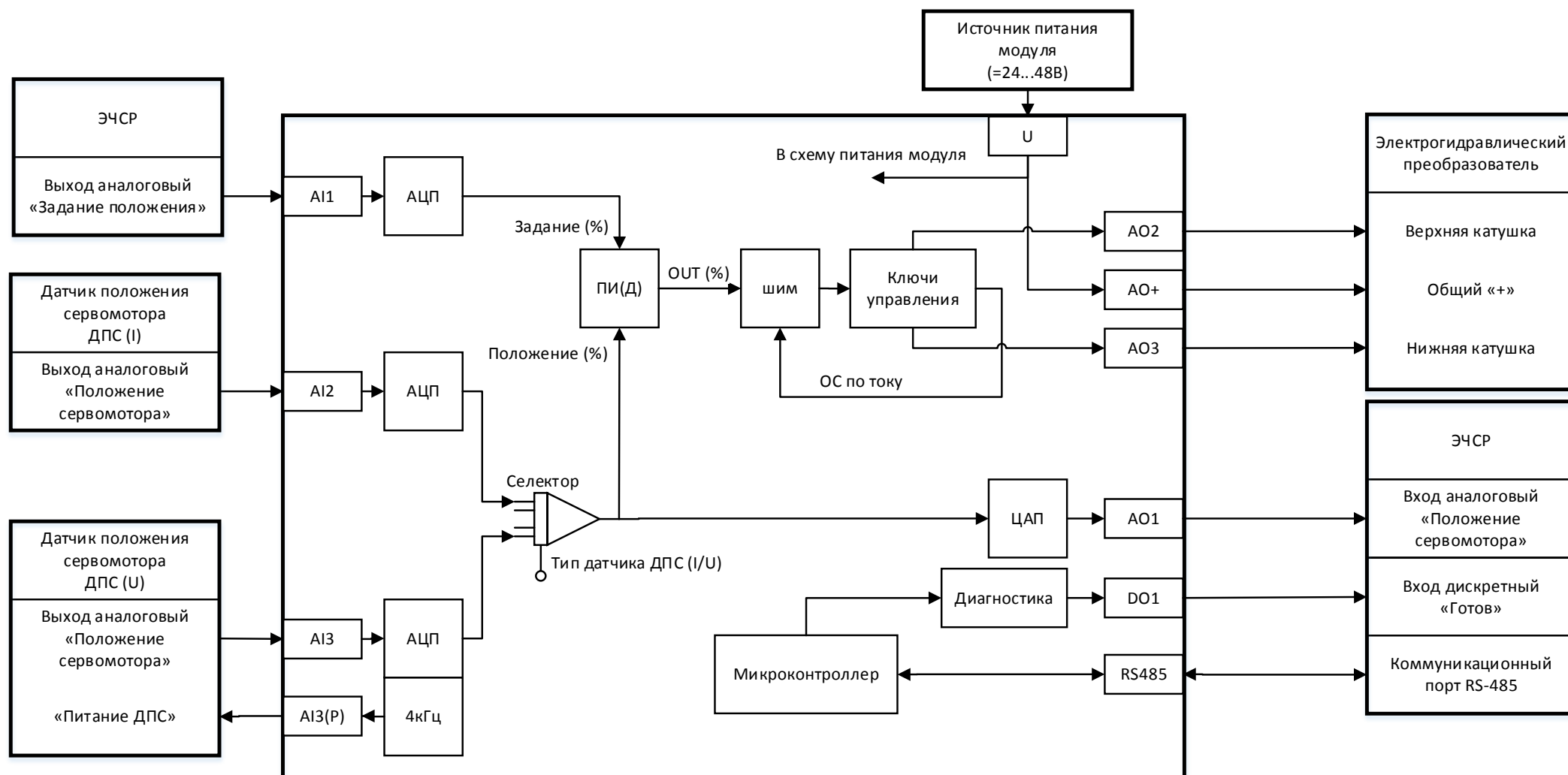


Рисунок 4.2 – Функциональная схема модуля

4.2.2.1 Функциональная сигнализация

В процессе работы модуль постоянно производит самотестирование для обнаружения аварийных ситуаций (перечень текущих аварийных ситуаций фиксируется в регистрах `sig_errors`, которые также запоминаются в регистре `fix_errors` до его квитирования - подробности приведены в п.4.2.11). При наличии аварийных ситуаций загораются светодиодные индикаторы в соответствии с таблицей 4.1.

4.2.2.2 Интерфейс RS-485

Модуль работает по принципу запрос-ответ, выполняя в информационной сети роль ведомого (SLAVE). Интерфейс также может быть использован для конфигурирования модуля с персонального компьютера с помощью программного обеспечения, поддерживающего протокол обмена Modbus RTU.

4.2.3 Режимы работы модуля

- 1) «Рабочий режим» - автоматическое регулирование положения сервомотора при отсутствии текущих ошибок в работе модуля и сигналов контроля и управления.
- 2) «Авария» – при наличии аварийных ситуаций (см. п.4.2.11). В данном режиме на аналоговый выход «АОЗ» подается ток управления нижней катушкой до исчезновения причин аварии (величина тока задается в регистре `pid_out_close_alm`).

4.2.4 Группа параметров AI1 «Задание положения»

Канал AI1 предназначен для ввода аналогового сигнала тока «Задание положения» от внешней системы управления в схему регулятора положения сервомотора ПИ(Д).

Группа параметров канала измерения «Задание положения» предназначена для его калибровки, настройки диапазона масштабирования сигнала и просмотра текущих значений сигнала в физических и относительных единицах измерения (параметры приведены в таблице 4.2.4).

Если входной сигнал имеет обратную линейную зависимость, то в регистры значений тока, соответствующие крайним значениям диапазона измерения, необходимо задать также значения в обратном порядке (например: при сигнале задания 20-4мА, 0%=20 мА (`pos_ai1_0=20000 мА*1000`), 100%=4мА (`pos_ai1_100=4000 мА*1000`)).

Калибровка канала выполняется согласно п.9.

Таблица 4.2.4 – Группа параметров канала аналогового ввода AI1 «Задание положения»

Код параметра	Название параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
ai1_type	Тип сигнала, подключенного к каналу AI1: 0: 4-20мА 1: 0-20мА 3: 0-5мА <u>! При изменении типа сигнала требуется снятие напряжения с модуля, для использования новой настройки</u>	H(300)	uint16	0...3 (0)	-
valai1	Текущее значение тока на входе канала AI1	I(2)	sint16	-32768...32768	мА x 1000
posai1	Задание положения в относительных единицах (пересчитывается из значения тока на входе канала AI1)	I(3)	sint32	0...65535	% x 100
adcai1	Текущее значение кода АЦП канала AI1	I(100)	sint16	-32768...32768	-
ai1_adc_0_5mA	Код АЦП канала AI1, соответствующий току 0 мА (для сигнала 0 - 5мА)	H(410)	sint16	-32768...32768 (0)	-
ai1_adc_5mA	Код АЦП канала AI1, соответствующий току 5 мА (для сигнала 0 - 5мА)	H(401)	uint16	0...65535 (32017)	-
ai1_adc_0_20mA	Код АЦП канала AI1, соответствующий току 0 мА (для сигналов 0/4 - 20мА)	H(400)	sint16	-32768...32768 (0)	-
ai1_adc_20mA	Код АЦП канала AI1, соответствующий току 20 мА (для сигналов 0/4 - 20мА)	H(402)	uint16	0...65535 (32017)	-

Код параметра	Название параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
pos_ai1_0	Значение тока на входе канала AI1, соответствующее заданию положения сервомотора 0%	H(105)	uint16	0...32000 (4000)	мА x 1000
pos_ai1_100	Значение тока на входе канала AI1, соответствующее заданию положения сервомотора 100%	H(106)	uint16	0...65000 (20000)	мА x 1000

4.2.5 Группа параметров AI2 «Положение сервомотора» (сигнал тока)

Канал AI2 предназначен для ввода аналогового сигнала тока «Положение сервомотора» от датчика положения в схему регулятора положения сервомотора PI(D).

Группа параметров канала измерения «Положение сервомотора» применяется при использовании датчика положения с токовым выходным сигналом для его калибровки, настройки диапазона масштабирования сигнала и просмотра текущих значений сигнала в физических и относительных единицах измерения (параметры приведены в таблице 4.2.5).

Если входной сигнал имеет обратную линейную зависимость, то в регистры значений тока, соответствующие крайним значениям диапазона измерения, необходимо задать также значения в обратном порядке (например: при сигнале задания 20-4мА, 0%=20 мА (pos_ai2_0=20000 мА*1000), 100%=4мА (pos_ai2_100=4000 мА*1000)).

Калибровка канала выполняется согласно п.9.

Таблица 4.2.5 – Группа параметров канала аналогового ввода AI2 «Положение сервомотора»

Код параметра	Название параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
ai2_type	Тип сигнала, подключенного к каналу AI2: 0: 4-20мА 1: 0-20мА 3: 0-5мА <u>! При изменении типа сигнала требуется снятие напряжения с модуля, для использования новой настройки</u>	H(301)	uint16	0...3 (0)	-

Код параметра	Название параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
valai2	Текущее значение тока на входе канала AI2	I(5)	sint16	-32768...32768	мА x 1000
posai2	Положение сервомотора в относительных единицах (пересчитывается из значения тока на входе канала AI2)	I(6)	sint32	0...65535	% x 100
adcai2	Текущее значение кода АЦП канала AI2	I(101)	sint16	-32768...32768	-
ai2_adc_0_5mA	Код АЦП канала AI2, соответствующий току 0 мА (для сигнала 0 - 5мА)	H(411)	sint16	-32768...32768 (0)	-
ai2_adc_5mA	Код АЦП канала AI2, соответствующий току 5 мА (для сигнала 0 - 5мА)	H(404)	uint16	0...65535 (32017)	-
ai2_adc_0_20mA	Код АЦП канала AI2, соответствующий току 0 мА (для сигналов 0/4 - 20мА)	H(403)	sint16	-32768...32768 (0)	-
ai2_adc_20mA	Код АЦП канала AI2, соответствующий току 20 мА (для сигналов 0/4 - 20мА)	H(405)	uint16	0...65535 (32017)	-
pos_ai2_0	Значение тока на входе канала AI2, соответствующее положению сервомотора 0%	H(101)	uint16	0...32000 (4000)	мА x 1000
pos_ai2_100	Значение тока на входе канала AI2, соответствующее положению сервомотора 100%	H(102)	uint16	0...65000 (20000)	мА x 1000

4.2.6 Группа параметров AI3 «Положение сервомотора» (сигнал напряжения)

Канал AI3 предназначен для ввода аналогового сигнала напряжения «Положение сервомотора» от датчика положения в схему регулятора положения сервомотора ПИ(Д). Модуль также формирует канал питания датчика напряжением 10В с частотой 4кГц.

Группа параметров канала измерения «Положение сервомотора» применяется при использовании датчика положения с выходным сигналом напряжения для его калибровки, настройки диапазона масштабирования сигнала и просмотра текущих значений сигнала в физических и относительных единицах измерения (параметры приведены в таблице 4.2.6).

Калибровка канала выполняется согласно п.9.

Таблица 4.2.6 – Группа параметров канала аналогового ввода AI3 «Положение сервомотора»

Код параметра	Название параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
valai3	Текущее значение напряжения на входе канала AI3	I(8)	uint16	0...65535	В x 1000
posai3	Положение сервомотора в относительных единицах (пересчитывается из значения тока на входе канала AI3)	I(9)	sint32	0...65535	% x 100
adcai3	Текущее значение кода АЦП канала AI3	I(102)	uint16	0...65535	-
ai3_adc	Код АЦП при калибровочном напряжении на входе канала AI3	H(406)	uint16	0...65535 (17835)	-
ai3_v	Калибровочное напряжение на входе канала AI3	H(407)	uint16	0...15000 (480)	В x 1000
pos_ai3_0	Значение напряжения на входе канала AI3, соответствующее положению сервомотора 0%	H(103)	uint16	0...32000 (402)	В x 1000
pos_ai3_100	Значение напряжения на входе канала AI3, соответствующее положению сервомотора 100%	H(104)	uint16	0...65000 (5)	В x 1000

4.2.7 Группа параметров АО1 «Положение сервомотора»

Канал аналогового вывода тока АО1 предназначен для дублирования сигнала «Положение сервомотора» от выбранного датчика положения во внешнюю схему контроля и управления.

Группа параметров канала аналогового вывода АО1 «Положение сервомотора» применяется для его калибровки, и просмотра текущего значения сигнала в физических единицах измерения (параметры приведены в таблице 4.2.7).

Калибровка канала выполняется согласно п.9.

Таблица 4.2.7 – Группа параметров канала аналогового вывода АО1 «Положение сервомотора»

Код параметра	Название параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
ao1_type	Тип выходного сигнала канала АО1: 0: 4-20 мА 1: 0-20 мА 2: 8,4 - 0,4 В	H(408)	uint16	0...2 (0)	-
valao1	Текущее значение тока на выходе канала АО1	I(11)	uint16	0...65535	мА x 1000
dacao1	Текущее значение кода ЦАП, записываемое в канал АО1	I(110)	uint16	0...65535	-
ao1_dac_20mA	Код ЦАП канала AI2, соответствующий току 20 мА	H(409)	uint16	1000...65535 (54613)	-
ao1_calib	Включение режима калибровки для канала АО1: 0: Рабочий режим – от регулятора положения (по умолчанию) 1: Ручное задание кода ЦАП (через регистр ao1_calib_code) 2: Ручное задание тока в мкА (через регистр ao1_calib_code) <u>Регистр не хранится и сбрасывается в 0 при включении питания.</u>	H(61000)	uint16	0...2 (0)	-

Код параметра	Название параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
ao1_calib_code	Задание 16-ти битного кода ЦАП (ao1_calib=1) или тока в мкА (ao1_calib=2) для канала АО1. <u>Регистр не хранится и сбрасывается в 0 при включении питания.</u>	H(61001)	uint16	0...65535 (0)	-

4.2.8 Группа параметров АО2 «Управление верхней катушкой ЭГП»

Канал аналогового вывода тока АО2 предназначен для выдачи токового сигнала управления на верхнюю катушку ЭГП сервомотора.

Группа параметров канала аналогового вывода АО2 применяется для его калибровки, и просмотра текущего значения сигнала в физических единицах измерения (параметры приведены в таблице 4.2.8).

Калибровка канала выполняется согласно п.9.

Таблица 4.2.8 – Группа параметров канала аналогового вывода АО2

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
hands_mode	Выбор источника и типа сигнала задания (общий регистр для каналов АО2 и АО3): 0: Рабочий режим – от регулятора положения (по умолчанию) 1: Ручное задание кода ШИМ (через регистр hands_task) 2: Ручное задание тока (через регистр hands_curr)	H(60001)	uint16	0...2 (0)	-

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
hands_task	Ручное задание кода ШИМ для каналов АО2 и АО3 в диапазоне от -4000 до 4000 (положительный код для канала АО2, отрицательный код для канала АО3).	H(60000)	sint16	-4000...4000 (0)	-
hands_curr	Ручное задание тока для каналов АО2 и АО3 в диапазоне от -3000 до 3000 (положительное значение для канала АО2, отрицательное значение для канала АО3).	H(60002)	sint16	-5000...5000 (0)	A x 1000
valao2	Ток управления в верхнюю катушку ЭГП	I(12)	uint16	0...65535	A x 1000
dacao2	Текущее значение кода ЦАП, записываемое в канал АО2	I(111)	uint16	0...65535	-
fb_adcao2	Текущее значение кода АЦП обратной связи для канала АО2	I(103)	uint16	0...65535	-
ao2_fb_3a	Код АЦП обратной связи, соответствующий току 3А на выходе канала АО2	H(500)	uint16	1000...65535 (2458)	-
ao2_r0	Значение активного сопротивления нагрузки канала АО2 по умолчанию	H(501)	uint16	3000...10000 (4000)	Ом x 1000
ao2_rv	Рассчитанное начальное значение активного сопротивления нагрузки канала АО2	I(61010)	uint16	0...65535	Ом x 1000

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
ao2_rcurr	Рассчитанное текущее значение активного сопротивления нагрузки канала АО2	I(61012)	uint32	0... 10000000	Ом x 1000000

4.2.9 Группа параметров АО3 «Управление нижней катушкой ЭГП»

Канал аналогового вывода тока АО3 предназначен для выдачи токового сигнала управления на нижнюю катушку ЭГП сервомотора.

Группа параметров канала аналогового вывода АО3 применяется для его калибровки, и просмотра текущего значения сигнала в физических единицах измерения (параметры приведены в таблице 4.2.9).

Калибровка канала выполняется согласно п.9.

Таблица 4.2.9 – Группа параметров канала аналогового вывода АО3

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
hands_mode	Выбор источника и типа сигнала задания (общий регистр для каналов АО2 и АО3): 0: Рабочий режим – от регулятора положения (по умолчанию) 1: Ручное задание кода ШИМ (через регистр hands_task) 2: Ручное задание тока (через регистр hands_curr)	H(60001)	uint16	0...2 (0)	-

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
hands_task	Ручное задание кода ШИМ для каналов АО2 и АО3 в диапазоне от -4000 до 4000 (положительный код для канала АО2, отрицательный код для канала АО3).	H(60000)	sint16	-4000...4000 (0)	-
hands_curr	Ручное задание тока для каналов АО2 и АО3 в диапазоне от -3000 до 3000 (положительное значение для канала АО2, отрицательное значение для канала АО3).	H(60002)	sint16	-5000...5000 (0)	A x 1000
valao3	Ток управления в нижнюю катушку ЭГП	I(13)	uint16	0...65535	A x 1000
dacao3	Текущее значение кода ЦАП, записываемое в канал АО3	I(112)	uint16	0...65535	-
fb_adcao3	Текущее значение кода АЦП обратной связи для канала АО3	I(104)	uint16	0...65535	-
ao3_fb_3a	Код АЦП обратной связи, соответствующий току 3А на выходе канала АО3	H(502)	uint16	1000...65535 (2458)	-
ao3_r0	Значение активного сопротивления нагрузки канала АО3 по умолчанию	H(503)	uint16	3000...10000 (4000)	Ом x 1000
ao3_rv	Рассчитанное начальное значение активного сопротивления нагрузки канала АО3	I(61011)	uint16	0...65535	Ом x 1000

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
ao3_rcurr	Рассчитанное текущее значение активного сопротивления нагрузки канала АОЗ	I(61014)	uint32	0... 10000000	Ом x 1000000

4.2.10 Группа параметров «Регулятор положения»

Группа параметров «Регулятор положения» применяется для его настройки (параметры приведены в таблице 4.2.10).

В соответствии с текущим заданием (канал AI1) и положением (канал измерения положения сервомотора (AI2/AI3), задается в регистре pos_ai_num (H100)), регулятор положения формирует аналоговые команды управления сервомотором «Управление верхней катушкой ЭГП» (АО2) или «Управление нижней катушкой ЭГП» (АО3).

Регулятор реализует ПИ-закон регулирования по рассогласованию между заданием и положением сервомотора, и дополнительно формирует дифференциальную составляющую по изменению задания (Д-часть).

Период выполнения алгоритма регулятора задается в регистре pid_tc (по умолчанию 1 мс).

Рассогласование действительное определяется как разность между заданием положения и положением сервомотора в относительных единицах.

Зона нечувствительности (регистр pid_zn) – величина отклонения положения сервомотора от задания в относительных единицах.

Рассогласование расчетное ($\Delta_{расч}$) определяется как разность между заданием положения и положением сервомотора в относительных единицах с учетом зоны нечувствительности. При значении рассогласования действительного не более зоны нечувствительности, рассогласование расчетное равно 0, иначе рассогласование расчетное уменьшается на величину зоны нечувствительности.

Пропорциональная часть регулятора (П) определяется как: $\Delta_{расч} * pid_{ky}$, (%).

Форсированный переход к новому заданию (F) – при изменении задания на величину более зоны нечувствительности при форсированном переходе (регистр pid_znf), к интегральной части регулятора однократно прибавляется значение: $\Delta_{расч} * pid_{kf}$, (%).

Интегральная часть регулятора (И, регистр pid_integral) определяется как: $I(предыдущая) + F + (\Delta_{расч} * pid_{tc} / pid_{ti})$, (%).

Д-часть регулятора рассчитывается с периодом `pid_td` при изменении задания на величину более зоны нечувствительности для дифференциальной части (регистр `pid_zn_d`), и определяется как прямоугольный импульс длительностью `pid_timpd` и амплитудой=(изменение задания) * `pid_kd` (%).

Выходной сигнал регулятора (регистр `pid_out`) определяется как: $P + I + D$, (%).

Выходной сигнал регулятора ограничивается по максимуму и минимуму настройками регистров `pid_outmax` и `pid_outmin` соответственно.

При значении выходного сигнала регулятора >0 , на выходе канала «АО2» формируется ток управления, подаваемый в «верхнюю» катушку ЭГП, что приводит к перемещению сервомотора в сторону открытия.

При значении выходного сигнала регулятора <0 , на выходе канала «АО3» формируется ток управления, подаваемый в «нижнюю» катушку ЭГП, что приводит к перемещению сервомотора в сторону закрытия.

Для ограничения нагрева катушек ЭГП, при нахождении сервомотора в одном из крайних положений «Закрыт» (степень открытия сервомотора, соответствующая 0%) или «Открыт» (степень открытия сервомотора, соответствующая 100%), определяемых регистрами `zdn_close` и `zdn_open`, выходной сигнал в каналах управления АО2 и АО3 ограничивается до величин, определяемых регистрами `out_zdn0` (значению -100% соответствует ток -3А) и `out_zdn100` (значению 100% соответствует ток 3А). При возврате сигнала «Положение сервомотора» (канал AI2/AI3) из крайних положений в зону регулирования на величину, задаваемую в регистре `zdn_gist`, происходит отмена ограничений тока.

При наличии аварийных ситуаций в работе модуля (подробности в п.4.2.11), а также в случае, когда сигнал задания меньше значения, соответствующего положению сервомотора «Закрыт», и положение сервомотора не достигло данного значения, формируется команда аварийного закрытия с величиной тока, определяемой регистром `pid_out_close_alm`.

Таблица 4.2.10 – Группа параметров «Регулятор положения»

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
<code>pos_ai_num</code>	Номер канала AI, к которому подключен датчик положения сервомотора: 2: AI2 – датчик положения сервомотора с токовым сигналом. 3: AI3 - датчик положения сервомотора трансформаторного типа.	H(100)	uint16	2...3 (0)	-

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
pid_tc	Период выполнения алгоритма регулятора	H(202)	uint16	1...4000 (1)	с x 1000
pid_ky	Коэффициент усиления регулятора	H(200)	uint16	0...65535 (1000)	x 1000
pid_ti	Постоянная времени интегрирования регулятора	H(201)	uint16	0...65535 (60)	с x 100
pid_td	Период расчета дифференциальной составляющей регулятора	H(216)	uint16	0...65535 (1000)	с x 1000
pid_kd	Коэффициент усиления дифференциальной составляющей регулятора	H(217)	uint16	0...65535 (0)	x 1000
pid_timpd	Длительность импульса дифференциальной составляющей регулятора (не более периода расчета дифференциальной части регулятора pid_td)	H(218)	uint16	0...65535 (1000)	с x 1000
pid_zn_d	Зона нечувствительности по изменению задания для дифференциальной составляющей регулятора	H(219)	uint16	0...65535 (50)	% x 100
pid_zn	Зона нечувствительности	H(203)	uint16	0...65535 (0)	% x 100
pid_kf	Коэффициент усиления форсированного перехода к новому заданию	H(204)	uint16	0...65535 (0)	% x 1000

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
pid_znf	Зона нечувствительности по изменению задания при форсированном переходе	H(205)	uint16	0...65535 (0)	% x 100
pid_outmax	Ограничение выходного сигнала регулятора по максимуму	H(206)	uint16	0...65535 (10000)	% x 100
pid_outmin	Ограничение выходного сигнала регулятора по минимуму	H(207)	sint16	-32768...32768 (-10000)	% x 100
pid_shift_ao23	Смещение сигнала от регулятора для выходного каскада. Предназначено для возможности вывода положения золотника ЭГП в оптимальную зону регулирования (<u>в текущей версии не поддерживается</u>).	H(209)	sint16	-10000...10000 (0)	% x 100
tf_zdn	Глубина фильтрации для показаний канала AI1 (Задание)	H(601)	uint16	0...10000 (0)	с x 100
tf_im	Глубина фильтрации для показаний каналов AI2, AI3 (Положение сервомотора)	H(602)	uint16	0...10000 (0)	с x 100
ai_filters_en	Маска включения фильтров скользящего среднего за 20 мс для каналов AI1-3: Bit 0: Включить фильтр для канала AI1 (Задание) Bit 1: Включить фильтр для каналов AI2, AI3 (Положение сервомотора)	H(600)	uint16	0...65535 (0)	-

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
out_zdn0	Значение выхода регулятора при положении сервомотора равно или менее границы задания положения 0% (регистр zdn_close) с учетом гистерезиса задания (регистр zdn_gst). Применяется для уменьшения тока управления в нижней катушке ЭГП при достижении сервомотором границы задания с целью исключения нагрева обмотки катушки	H(211)	sint16	-10000...10000 (-2000)	% x 100
out_zdn100	Значение выхода регулятора при положении сервомотора равно или более границы задания положения 100% (регистр zdn_open) с учетом гистерезиса задания (регистр zdn_gst). Применяется для уменьшения тока управления в верхней катушке ЭГП при достижении сервомотором границы задания с целью исключения нагрева обмотки катушки	H(212)	sint16	-10000...10000 (2000)	% x 100

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
zdn_close	Нижняя граница задания положения сервомотора, при которой выдается ток управления нижней катушкой ЭГП со значением, заданным в регистре pid_out_close_alm , если положение сервомотора не достигло данной границы, или со значением, заданным в регистре out_zdn0 , если положение сервомотора достигло данной границы.	H(213)	uint16	0...10000 (0)	% x 100
zdn_open	Верхняя граница задания положения сервомотора, при достижении которой выдается ток управления верхней катушкой ЭГП со значением, заданным в регистре out_zdn100 .	H(214)	uint16	0...10000 (10000)	% x 100
zdn_gist	Гистерезис для границ задания (регистры zdn_open и zdn_close). При выходе сигнала «Положение сервомотора» от данных границ на величину, большую гистерезиса, сигналы управления катушками ЭГП формируются регулятором положения.	H(215)	uint16	0...10000 (0)	% x 100

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
pid_out_close_alrm	Выход регулятора при задании положения сервомотора равно или менее нижней границы задания (регистр zdn_close) – команда аварийного закрытия сервомотора. Значение выхода остается таким до момента перемещения сервомотора в заданное положение. При достижении заданного положения, выход регулятора определяется значением, заданным в регистре out_zdn0	H(220)	sint16	-10000...-500 (-10000)	% x 100
pid_out	Выходной сигнал регулятора положения сервомотора	I(200)	sint16	-10000...10000	% x 100
pid_integral	Интегральная часть регулятора положения сервомотора	I(201)	sint32	-10000...10000	% x 100

4.2.11 Группа параметров «Диагностика модуля»

Группа параметров «Диагностика модуля» применяется для контроля параметров питания модуля и настройки режима его работы при возникновении аварийных ситуаций (параметры приведены в таблице 4.2.11). При возникновении аварийных ситуаций в работе модуля, а также в случае, когда сигнал задания меньше значения, соответствующего положению сервомотора «Закрыт», и положение сервомотора не достигло данного значения, формируется команда аварийного закрытия с величиной тока, определяемой регистром `pid_out_close_alm`.

Таблица 4.2.11 – Группа параметров «Диагностика модуля»

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
<code>base_time</code>	Цикл работы модуля.	I(60000)	uint16	0...65535	мс * 100
<code>v24_48</code>	Контроль напряжения питания 24/48 В.	I(60001)	uint16	0...65535	В * 1000
<code>v3_3</code>	Контроль напряжения питания 3,3 В.	I(60002)	uint16	0...65535	В * 1000
<code>v12</code>	Контроль напряжения питания 12 В.	I(60003)	uint16	0...65535	В * 1000
<code>v15</code>	Напряжение питания -15 В.	I(60004)	sint16	0...65535	В * 1000
<code>curr_errors</code>	Регистр текущих ошибок модуля, при наличии которых модуль переходит в режим «Авария» (полный перечень ошибок приведен в приложении А), если в регистре <code>no_fix_errors</code> отсутствует признак игнорирования соответствующей ошибки.	I(0)	uint16	0...65535 (0)	-
<code>fix_errors</code>	Регистр зафиксированных ошибок модуля (полный перечень ошибок приведен в приложении А). Ошибки сохраняются до их сброса.	I(1)	uint16	0...65535 (0)	-

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
src_reset	Регистр причины перезапуска модуля (полный перечень причин приведен в приложении А).	I(60005)	uint16	0...15 (0)	-
error_reset	Команда сброса регистра зафиксированных ошибок fix_errors. Сброс ошибки осуществляется записью лог. «1» в соответствующий бит регистра. Сброс всех ошибок осуществляется записью в регистр error_reset значения 65535.	H(0)	uint16	0...65535 (0)	-
maskdo_errors	Маска для регистра зафиксированных ошибок fix_errors. При наличии лог. «1» в бите регистра ошибок и соответствующем бите маски отключается канал DO1 («Готов»).	H(1)	uint16	0...65535 (0)	-
only_curr_errors	Маска для регистра текущих ошибок curr_errors. При наличии лог. «1» в бите маски и исчезновении соответствующей ошибки - регулятор положения автоматически включается в «Рабочий режим».	H(2)	uint16	0...65535 (0, рекомендуемое 32532)	-

Код параметра	Название Параметра	Область (Адрес регистра)	Тип	Допустимые значения параметра (знач. по умолч.)	Единицы измерения
no_fix_errors	Маска для регистра текущих ошибок curr_errors. При наличии лог. «1» в бите маски и наличии бита соответствующей ошибки - регулятор положения не переходит в режим «Авария».	H(3)	uint16	0 , 256 (256)	-
pid_n	Пауза перед отключением регулятора после фиксации обрыва по каналам AI1 (Задание) или AI2/AI3 (Положение сервомотора)	H(208)	uint16	0...65535 (0)	с x 1000

5 РАЗМЕЩЕНИЕ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ

5.1 Размещение модуля

Модуль рассчитан на монтаж на монтажную шину (DIN-рельс типа NS 35/7,5) или на монтажную плиту, для чего в корпусе модуля предусмотрены 2 диагонально расположенных отверстия диаметром 4 мм.

Модуль должен располагаться в месте, исключающем попадание воды, посторонних предметов, большого количества пыли внутрь корпуса. Шаг между модулями по высоте должен составлять не менее 35 мм, а по ширине – не менее 25 мм.

Габаритные и присоединительные размеры модуля приведены на рисунке 5.1.

⚠ Внимание! Запрещается установка модуля рядом с источниками тепла, веществ, вызывающих коррозию.

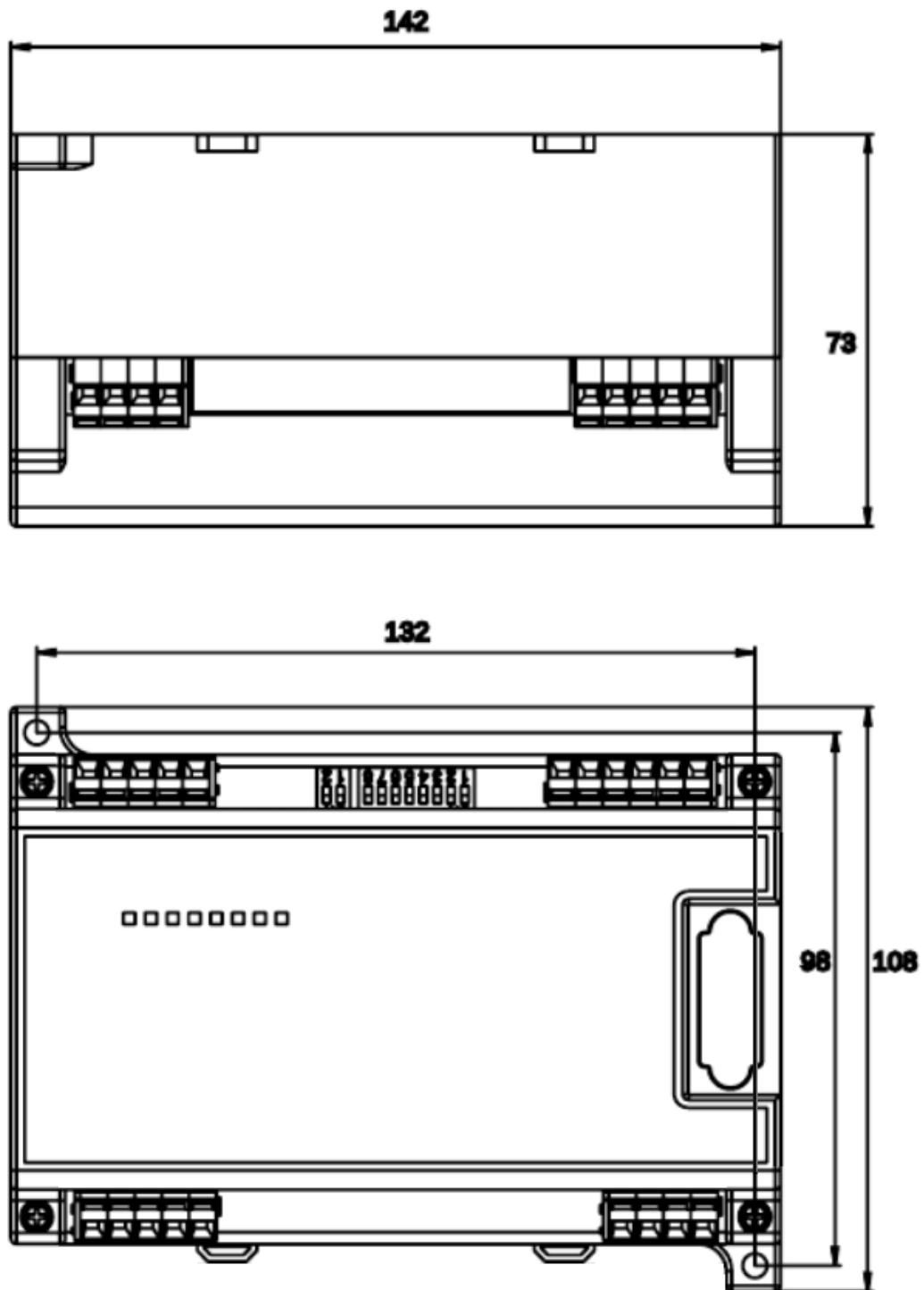


Рисунок 5.1 – Габаритные размеры DevLink-A10.AIO-3UI/3UI

5.2 Подключение модуля

Подключение модуля должно осуществляться при отключенной сети. Электрические соединения осуществляются через клеммные колодки X1-X4 с пружинным зажимом, рассчитанном на подключение проводников сечением до 2,5 мм².

Во внешней питающей цепи модуля рекомендуется устанавливать тепловой защитный выключатель на номинальный ток 10 А. Назначение клемм и их обозначение приведены в таблице 5.1, схема подключений внешних сигналов к модулю приведена на рисунке 5.2.

Таблица 5.1 – Назначение клемм модуля

Клеммная группа	Контакт	Назначение
Клеммная колодка X1		
АО	3-	«Минус» аналогового выхода канала управления АО3 (нижняя катушка ЭГП)
	+	«Плюс» аналоговых выходов каналов управления АО2 и АО3 (подключается к общей точке верхней и нижней катушки ЭГП)
	2-	«Минус» аналогового выхода канала управления АО2 (верхняя катушка ЭГП)
U	-	«Минус» питания модуля (24/48 В)
	+	«Плюс» питания модуля (24/48 В)
Клеммная колодка X2		
AI3	P+	«Плюс» питания датчика положения трансформаторного типа
	P-	«Минус» питания датчика положения трансформаторного типа
	+	«Плюс» сигнала датчика положения трансформаторного типа
	-	«Минус» сигнала датчика положения трансформаторного типа
AI2	-	«Минус» сигнала датчика положения (токовый сигнал)
	+	«Плюс» сигнала датчика положения (токовый сигнал)
Клеммная колодка X3		
Ready	-	«Минус» дискретного выхода «Готов» (полупроводниковое реле)
	+	«Плюс» дискретного выхода «Готов» (полупроводниковое реле)
RS-485	A	Принимаемые данные, вход (+)
	B	Принимаемые данные, вход (-)
	SG	Общий сигнальный провод для интерфейса RS-485
Клеммная колодка X4		
АО1	+	«Плюс» аналогового выходного канала «Положение сервомотора»
	-	«Минус» аналогового выходного канала «Положение сервомотора»
AI1	+	«Минус» аналогового входного сигнала «Задание» (токовый сигнал)
	-	«Минус» аналогового входного сигнала «Задание» (токовый сигнал)

Примечание 1. При подключении модуля к другим элементам систем автоматического регулирования следует руководствоваться следующим общим правилом: цепи каналов ввода-вывода, линии интерфейса и шины питания необходимо прокладывать отдельно, выделив их в отдельные кабели. **Не рекомендуется** прокладывать вышеуказанные цепи в одном жгуте.

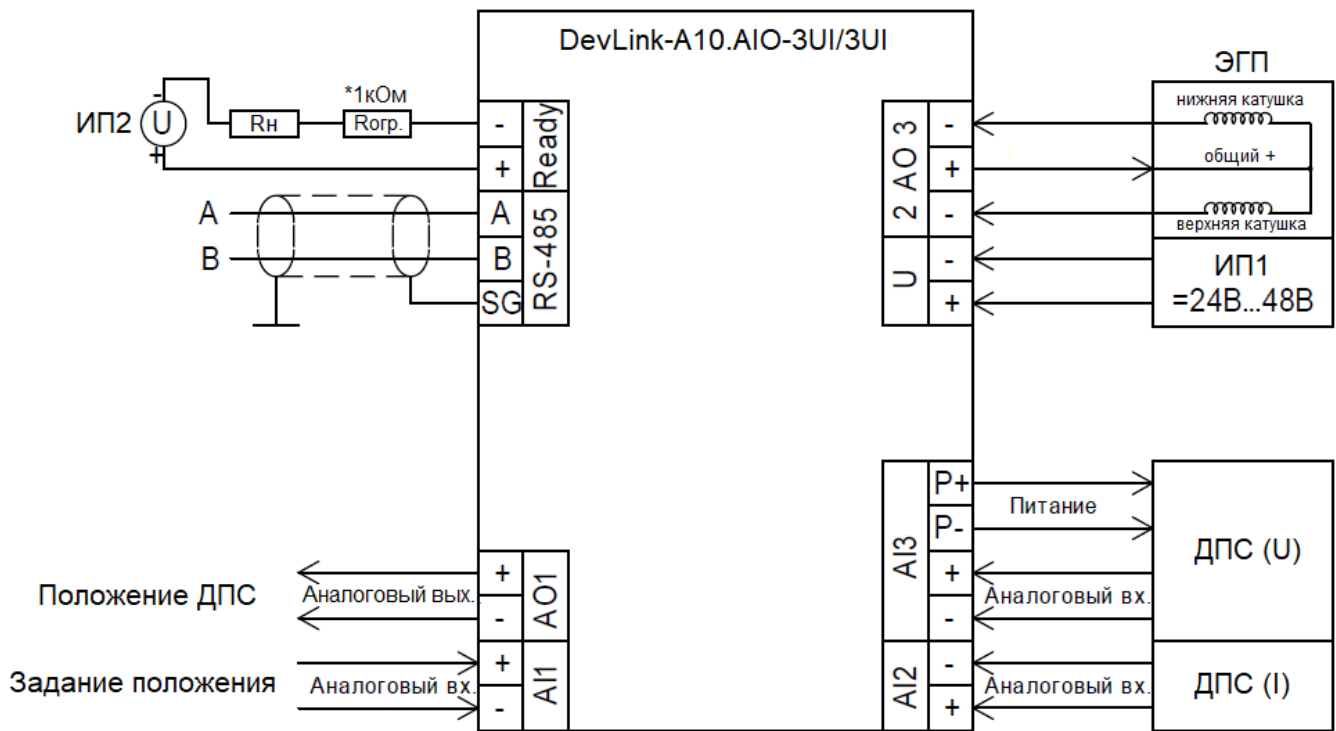


Рисунок 5.2 – Электрическая схема подключения модуля AIO-3UI/3UI

6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

6.1 Подключение внешних цепей к дискретному выходу типа DO1

Для защиты канала дискретного выхода от пробоя рекомендуется применять плавкий предохранитель и ограничивающее сопротивление ($R_{огр.} = 1\text{кОм}$ при напряжении 24В).

7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МОДУЛЯ

Для модуля установлено ежегодное обслуживание и обслуживание при проведении калибровки. Ежегодное техническое обслуживание модуля состоит в контроле крепления модуля, контроле электрических соединений, удаления пыли с корпуса модуля.

8 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица 8.1 – Возможные неисправности и методы их устранения

№	Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
1.	Не горит светодиод Р	Отсутствие питания	Проверить подачу питания на клеммы U+, U- модуля
2.	Горит красным цветом светодиод S	Наличие аварийных ситуаций	Устранить возможный обрыв входных и выходных цепей, неисправность датчиков
3.	Горит оранжевым цветом светодиод S	Наличие зафиксированных аварийных ситуаций	Выполнить сброс в 0 регистра fix_errors
4.	Горит красным цветом светодиод AI1	Наличие аварийных ситуаций по каналу AI1 (Задание)	Устранить возможный обрыв входного сигнала

№	Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
5.	Горит красным цветом светодиод AI2	Наличие аварийных ситуаций по каналу AI2 (Положение)	Устранить возможный обрыв входного сигнала
6.	Горит красным цветом светодиод AI3	Наличие аварийных ситуаций по каналу AI3 (Положение)	Устранить возможный обрыв входного сигнала
7.	Неправильные показания модуля	Неправильно установлен тип входного сигнала или изменились настройки канала измерения	Произвести конфигурирование модуля по п.9
8.	Не работают аналоговые выходы	Обрыв внешней схемы или изменились настройки каналов управления	Произвести проверку внешней схемы управления. Произвести конфигурирование модуля по п.9

9 НАСТРОЙКА ПЕРАМЕТРОВ И КАЛИБРОВКА

9.1 Приборы для проведения калибровки

При проведении калибровки рекомендуется применять средства измерений, указанные в таблице 9.

Таблица 9

Наименование и тип средства поверки	Метрологические характеристики
Калибратор многофункциональный Fluke 5520A	<p>Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 32,9999 мА, пределы основной допускаемой абсолютной погрешности $\pm (I \cdot 0,0001 + 0,25 \text{ мкА})$</p> <p>Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 10,9999 А, пределы основной допускаемой абсолютной погрешности $\pm (I \cdot 0,000500 + 500 \text{ мкА})$</p>
Мультиметр цифровой 34410A	<p>Пределы измерений силы постоянного тока от 0 до 3 А, пределы основной допускаемой абсолютной погрешности $\pm (I \cdot 0,0015 + 0,0002 \cdot I_{\text{пр.}})$</p> <p>Пределы измерений напряжения переменного тока от 100 мВ до 750 В в диапазоне частот 10 Гц - 20 кГц, пределы основной допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,0006 \cdot U + 0,0003 \cdot U_{\text{пр.}})$</p>

Примечание:

I – значение воспроизводимой/измеряемой силы постоянного тока.

$I_{\text{пр.}}$ – значение предела измерений силы постоянного тока.

U – измеренное значение напряжения переменного тока.

$U_{\text{пр.}}$ – значение предела измерений напряжения переменного тока.

Допускается использовать средства измерений, имеющие аналогичные или лучшие метрологические характеристики, обеспечивающие погрешность воспроизведения/измерения сигналов не менее чем в 3 раза точнее погрешности калибруемых каналов.

9.2 Настройка параметров каналов AI1/2

1. Подать питание на модуль.
2. Установить параметр «Тип сигнала канала AI1/2» регистры Holding [300]/[301] в значение "0".
3. Снять питание с модуля, выждать 10 секунд и снова подать питание.
4. Подключить внешний задатчик постоянного тока (калибратор) на вход канала.
5. Установить на калибраторе ток 20 мА;
6. Прочитать «Текущее значение кода АЦП канала AI1/2» регистры Input [100]/[101]
7. Записать полученное значение в «Код АЦП при 20 мА на входе канала AI1/2» регистры Holding [402]/[405].
8. Установить ток 0 мА;
9. Прочитать «Текущее значение кода АЦП канала AI1/2» регистры Input [100]/[101]
10. Записать его в «Код АЦП при 0 мА на входе канала AI1/2» регистры Holding [400]/[403].
11. Установить параметр «Тип сигнала канала AI1/2» регистры Holding [300]/[301] в значение "3".
12. Снять питание с модуля, выждать 10 секунд и снова подать питание.
13. Установить ток 5 мА;
14. Прочитать «Текущее значение кода АЦП канала AI1/2» регистры Input [100]/[101]
15. Записать полученное значение в «Код АЦП при 5 мА на входе канала AI1/2» регистры Holding [401]/[404].
16. Установить ток 0 мА;
17. Прочитать «Текущее значение кода АЦП канала AI1/2» регистры Input [100]/[101]
18. Записать его в «Код АЦП при 0 мА на входе канала AI1/2» регистры Holding [410]/[411].

9.3 Калибровка каналов AI1/2

1. Калибровка производится в соответствии с таблицами 9.1, 9.2, 9.3. Соответствующие параметры «Тип сигнала канала AI1/2» регистры Holding [300]/[301] должны быть в значениях "0", "1", "3". После каждого изменения этого параметра: снимать питание с позиционера, выждать 10 секунд и снова подать питание.
2. Устанавливать на калибраторе, подключенном на вход канала AI1/2, ток из второго столбца таблицы (Заданный ток).
3. Читать «Текущее значение на входе канала AI1/2» Input [2]/[5] и записывать в последний столбец таблицы («Действительное»). Калибровка считается корректной, если значение в столбце «Действительное» находится в диапазоне между максимальным и минимальным значением соответствующей строки.

Таблица 9.1 - Калибровка канала тип 4-20мА

№	Заданный ток, мА	Измеренный ток, мА		
		Минимальное	Максимальное	Действительное
1	4	3,98	4,02	
2	8	7,98	8,02	
3	12	11,98	12,02	
4	16	15,98	16,02	
5	20	19,98	20,02	

Таблица 9.2 - Калибровка канала типа 0-20мА

№	Заданный ток, мА	Измеренный ток, мА		
		Минимальное	Максимальное	Действительное
1	0	-0,02	0,02	
2	5	4,98	5,02	
3	10	9,98	11,02	
4	15	14,98	15,02	
5	20	19,98	20,02	

Таблица 9.3 - Калибровка канала типа 0-5мА

№	Заданный ток, мА	Измеренный ток, мА		
		Минимальное	Максимальное	Действительное
1	0	-0,005	0,005	
2	1,25	1,245	1,255	
3	2,5	2,495	2,505	
4	3,75	3,745	3,755	
5	5	4,995	5,005	

9.4 Настройка параметров преобразования тока в положение для каналов AI1/2

1. В параметр «Значение на входе AI1/2, соответствующее позиции 0% сервомотора» регистры Holding [105]/[101] записать соответствующее значение тока в мкА. Значение должно быть в диапазоне от 0 до 4 мА. Например, запись значения “4000” соответствует 4 мА.
2. В параметр «Значение на входе AI1/2, соответствующее позиции 100% сервомотора» регистры Holding [106]/[102] записать соответствующее значение тока в мкА. Значение должно быть в диапазоне от 5 до 20 мА. Например, запись значения “20000” соответствует 20 мА.

9.5 Настройка параметров канала AI3

1. Собрать схему согласно рисунку 9.1 и подключить её к каналу.

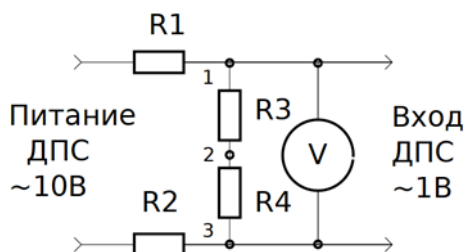


Рисунок 9.1 – Схема. Здесь: R1, R2 = 1 КОм, R3, R4 = 100 Ом, V - вольтметр переменного тока. 1, 2, 3 – контакты, замыкаемые перемычками.

2. При всех разомкнутых контактах прочитать “Текущее значение кода АЦП канала AI3” регистр Input [102].
3. Записать его в “Код АЦП при калибровочном напряжении на входе канала AI3” регистр Holding [406].
4. Напряжение вольтметра записать в “Калибровочное напряжение на входе канала AI3” регистр Holding [407].

9.6 Калибровка канала AI3

1. Калибровка производится в соответствии с таблицей 9.4 в трёх точках (в соответствии с номером строки): первая точка - U1 (все контакты разомкнуты), вторая точка - U2 (замкнуты контакты 1 и 2), третья точка - U3 (замкнуты контакты 1 и 3).
2. В первый столбец записываются показания вольтметра в мВ.
3. В последний столбец записываются "Текущее значение напряжения на входе канала AI3" регистр Input [8]. Калибровка считается корректной, если значение в столбце «Действительное» находится в диапазоне между максимальным и минимальным значением соответствующей строки.

Таблица 9.4 - Калибровка канала AI3

№	Заданное напряжение, мВ	Измеренное значение, мВ		
		Минимальное	Максимальное	Действительное
1	U1	U1 - 1	U1 + 1	
2	U2	U2 - 1	U2 + 1	
3	U3	0	1	

9.7 Настройка параметров преобразования напряжения в положение для канала AI3

1.
 - Выключить питание шкафа управления.
 - Подключить модуль к ДПС и ЭГП;
 - Включить питание шкафа управления;
 - Записать "2000" в "Выбор источника задания для каналов AO2 и AO3" регистр Holding [60001];
 - Включить пусковой маслonaсос.
2.
 - Записать "-2000" в "Ручное задание тока для AO2 и AO3" регистр Holding [60002];
 - Убедиться, что сервомотор на нижнем упоре;
 - Прочитать "Текущее значение напряжения на входе канала AI3" регистр Input [8] и записать его в "Значение на входе AI3, соответствующее позиции 0% сервомотора" регистр Holding [103].
3.
 - Записать "2000" в "Ручное задание тока для AO2 и AO3" регистр Holding [60002];
 - Дождаться установки сервомотора на верхний упор;
 - Прочитать "Текущее значение напряжения на входе канала AI3" регистр Input [8] и записать его в "Значение на входе AI3, соответствующее позиции 100% сервомотора" регистр Holding [104].

9.8 Настройка параметров канала AO1

1. Подключить амперметр постоянного тока к выходу канала.
2. Записать "1" в "Включение режима калибровки канала AO1" регистр Holding [61000].
3. Записывая числа от 40000 до 65535 в "Задание 16-ти битного кода ЦАП или задания тока в мкА для канала AO1" регистр Holding [61001] путём подбора установить на выходе канала ток 20мА.
4. Полученное значение в регистре "Задание 16-ти битного кода ЦАП или задания тока в мкА для канала AO1" регистр Holding [61001] записать в "Код ЦАП канала AO1, соответствующий току 20 мА" регистр Holding [409].
5. Записать "0" в "Включение режима калибровки канала AO1" регистр Holding [61000].

9.9 Калибровка параметров канала АО1

1. Калибровка производится в соответствии с таблицами 9.1, 9.2. Соответствующие параметры «Тип выходного сигнала канала АО1» регистр Holding [408] должны быть в значениях "0" или "1".
2. На выход канала подключить амперметр постоянного тока.
3. Записать "2" в «Включение режима калибровки канала АО1» регистр Holding [61000].
4. Записывать ток из второго столбца таблицы («Заданный ток») в мкА в «Задание 16-ти битного кода ЦАП или задания тока в мкА для канала АО1» регистр Holding [61001].
5. Ток амперметра записывать в последний столбец таблицы («Действительное»).
6. Записать "0" в «Включение режима калибровки канала АО1» регистра Holding [61000].

9.10 Настройка параметров каналов АО2/3

1. Подключить источник постоянного тока:
 - минус источника тока - к минусу питания модуля «U-»;
 - плюс источника тока - к выходу канала.
2. Записать "1" в «Выбор источника задания для каналов АО2 и АО3» регистр Holding [60001].
3.
 - Записать "3900" в «Ручное задание кода ШИМ для АО2 и АО3» регистр Holding [60000];
 - Установить источником тока ток 2/-2 А;
 - Записать "4000" в «Ручное задание кода ШИМ для АО2 и АО3» регистр Holding [60000];
 - Установить источником тока ток 3/-3 А.
4. Прочитать «Текущее значение кода АЦП обратной связи канала АО2/3» регистры Input [104]/[103]
5. Записать его в «Код АЦП обратной связи, соответствующий току 3А на выходе АО2/3» регистры Holding [502]/[500].

9.11 Калибровка каналов АО2/3

1. Калибровка производится в соответствии с таблицей 9.5.
2. Подключить к каналу последовательно амперметр постоянного тока и эквивалент нагрузки с активным сопротивлением от 4 до 7 Ом и индуктивностью не менее 10 мГн.
3. Записать "2" в «Выбор источника задания для каналов АО2 и АО3» регистр Holding [60001].
4. Записывать ток из второй колонки («Заданный ток») в мА в «Ручное задание тока для АО2 и АО3» регистр Holding [60002].
5. Ток амперметра записать в последнюю колонку («Действительное»). Калибровка считается корректной, если значение в столбце «Действительное» находится в диапазоне между максимальным и минимальным значением соответствующей строки.

Таблица 4.5 - Калибровка канала АО2/3

№	Заданный ток, А	Измеренный ток, А		
		Минимальное	Максимальное	Действительное
1	0	0	0,045	
2	1/-1	0,955	1,045	
3	2/-2	1,955	2,045	
4	3/-3	2,955	3,045	

10 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

По способу защиты человека от поражения электрическим током модуль соответствует классу II по ГОСТ IEC 60950-1-2014. При эксплуатации, техническом обслуживании и поверке модуля необходимо соблюдать требования указанного ГОСТа.

Подключение и ремонтные работы, а также все виды технического обслуживания оборудования с модулем должны осуществляться при отключенном питающем и коммутируемом напряжении.

Во избежание поражения электрическим током, монтаж модуля должен выполняться таким образом, чтобы исключать возможность непосредственного контакта обслуживающего персонала с открытыми токоведущими частями модуля, находящиеся под высоким напряжением.

При эксплуатации модуля должны выполняться требования правил устройства электроустановок (ПУЭ) и требования техники безопасности, изложенные в документации на оборудование, в комплекте с которым он работает.

11 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

Модуль должен транспортироваться в условиях, не превышающих заданных предельных значений:

- температура окружающего воздуха от минус 55 до плюс 70 °С;
- относительная влажность воздуха от 5 до 95 %.

Модуль должен транспортироваться всеми видами транспорта, кроме неотапливаемых и негерметизированных отсеков самолёта при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков. Не допускается бросание модуля.

Модуль должен храниться в складских помещениях потребителя и поставщика в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 0 до 50 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 35 °С;
- воздух помещения не должен содержать пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

12 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие выпускаемых модулей всем требованиям ТУ на них при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев со дня ввода в действие (эксплуатацию), но не более 18 месяцев со дня отгрузки с предприятия-изготовителя.

Документом, подтверждающим гарантию, является паспорт с отметкой предприятия-изготовителя.

ПРИЛОЖЕНИЕ А РЕГИСТРОВАЯ МОДЕЛЬ

Поддерживаемый протокол – Modbus RTU.

Регистры, предназначенные только для чтения (область INPUT REGISTERS)

Доступ к регистрам осуществляется функцией 04 (READ INPUT REGISTERS).

На попытку чтения данных за пределами области модуля ответит исключением ILLEGAL DATA ADDRESS. Порядок байт в сообщении: для 2-х байтовых типов – AB, для 4-х байтовых типов – CDAB.

Адрес регистра	Тип	Единицы измерения	Код параметра	Наименование, краткое описание
0	uint16	-	curr_errors	Регистр текущих ошибок модуля, при наличии которых модуль переходит в режим «Авария»: Bit 0: Ошибка конфигурации Bit 1: Аппаратная ошибка канала AI1 Bit 2: Обрыв линии канала AI1 Bit 3: Аппаратная ошибка канала AI2 Bit 4: Обрыв линии канала AI2 Bit 5: Ошибка канала AI3 Bit 6: Обрыв линии канала AI3 Bit 7: Аппаратная ошибка канала AO1 Bit 8: Обрыв линии канала AO1 Bit 9: Обрыв силовых цепей канала AO2 Bit 10: Короткое замыкание в силовых цепях канала AO2 Bit 11: Обрыв силовых цепей канала AO3 Bit 12: Короткое замыкание в силовых цепях канала AO3 Bit 13: Срабатывание аппаратной защиты по току короткого замыкания для каналов AO2/AO3 Bit 14: Провал напряжение питания 24/48 В Bit 15: резерв
1	uint16	-	fix_errors	Регистр зафиксированных ошибок модуля (состав аналогичен регистру 0 (curr_reset))
2	sint16	мА x 1000	valai1	Канал AI1 - Задание регулятору положения
3	sint32	% x 100	posai1	Канал AI1 - Задание регулятору положения
5	sint16	мА x 1000	valai2	Канал AI2 - Положение сервомотора
6	sint32	% x 100	posai2	Канал AI2 - Положение сервомотора
8	uint16	В x 1000	valai3	Канал AI3 - Положение сервомотора
9	sint32	% x 100	posai3	Канал AI3 - Положение сервомотора
11	uint16	мА x 1000	valao1	Канал AO1 - Положение сервомотора

Адрес регистра	Тип	Единицы измерения	Код параметра	Наименование, краткое описание
12	uint16	A x 1000	valao2	Канал АО2 – Ток управления в верхнюю катушку ЭГП
13	uint16	A x 1000	valao3	Канал АО3 – Ток управления в нижнюю катушку ЭГП
100	sint16	-	adcai1	Канал AI1 – Текущее значение кода АЦП
101	sint16	-	adcai2	Канал AI2 – Текущее значение кода АЦП
102	uint16	-	adcai3	Канал AI3 – Текущее значение кода АЦП
103	uint16	-	fb_adcao2	Канал АО2 – Текущее значение кода АЦП обратной связи
104	uint16	-	fb_adcao3	Канал АО3 – Текущее значение кода АЦП обратной связи
110	uint16	-	dacao1	Канал АО1 – Текущее значение кода ЦАП, записываемое в канал АО1
111	uint16	-	dacao2	Канал АО2 – Текущее значение кода ЦАП, записываемое в канал АО2
112	uint16	-	dacao3	Канал АО3 – Текущее значение кода ЦАП, записываемое в канал АО3
200	sint16	% x 100	pid_out	Выходной сигнал регулятора положения сервомотора
201	sint32	% x 100	pid_integral	Интегральная часть регулятора положения сервомотора
60000	uint16	мс x 100	base_time	Цикл работы модуля
60001	uint16	B x 1000	v24_48	Напряжения питания 24/48 В
60002	uint16	B x 1000	v3_3	Напряжения питания 3,3 В
60003	uint16	B x 1000	v12	Напряжения питания 12 В
60004	sint16	B x 1000	v15	Напряжения питания -15 В
60005	uint16	-	src_reset	Причина перезапуска модуля: Bit 0: Отключение питания Bit 1: Программный перезапуск Bit 2: Перезапуск таймером WDT Bit 3: Низкое напряжение питания
61010	uint16	Ом x 1000	ao2_rv	Рассчитанное начальное значение активного сопротивления нагрузки канала АО2
61011	uint16	Ом x 1000	ao3_rv	Рассчитанное начальное значение активного сопротивления нагрузки канала АО3
61012	uint32	Ом x 1000000	ao2_rcurr	Рассчитанное текущее значение активного сопротивления нагрузки канала АО2
61014	uint32	Ом x 1000000	ao3_rcurr	Рассчитанное текущее значение активного сопротивления нагрузки канала АО2
65012	uint32	-	sign_soft_vers	Версия прошивки модуля

Регистры, предназначенные и для чтения, и для записи (HOLDING REGISTERS)

Доступ к регистрам осуществляется функциями 03 (READ HOLDING REGISTERS) и 16 (PRESET MULTIPLE REGISTERS).

На попытку чтения данных за пределами области модуля ответит исключением ILLEGAL DATA ADDRESS. На попытку записи недопустимых значений регистров модуля ответит исключением ILLEGAL DATA VALUE.

Порядок байт в сообщении: для 2-х байтовых типов – AB, для 4-х байтовых типов -CDAB.

Адрес регистра	Тип	Единицы измерения	Код параметра	Наименование, краткое описание
0	uint16	-	error_reset	Команда сброса регистра зафиксированных ошибок fix_errors . Для сброса всех ошибок необходимо записать значение 65535.
1	uint16	-	maskdo_errors	Маска для регистра зафиксированных ошибок fix_errors , по любой из которых отключается канал DO1 (значение по умолчанию 0).
2	uint16	-	only_curr_errors	Маска для регистра текущих ошибок curr_errors , при исчезновении которых регулятор положения автоматически включается в нормальный режим работы (значение по умолчанию 0, рекомендуемое значение 32532).
3	uint16	-	no_fix_errors	Маска для регистра текущих ошибок curr_errors , не влияющих на работу регулятора положения (значение по умолчанию 256, игнорирование других ошибок в текущей версии не поддерживается).
100	uint16	-	pos_ai_num	Номер канала AI, к которому подключен датчик положения сервомотора: 2: AI2 – датчик положения сервомотора с токовым сигналом. 3: AI3 - датчик положения сервомотора трансформаторного типа.
101	uint16	мА x 1000	pos_ai2_0	Значение тока на входе канала AI2, соответствующее положению сервомотора 0%
102	uint16	мА x 1000	pos_ai2_100	Значение тока на входе канала AI2, соответствующее положению сервомотора 100%
103	uint16	В x 1000	pos_ai3_0	Значение напряжения на входе канала AI3, соответствующее положению сервомотора 0%
104	uint16	В x 1000	pos_ai3_100	Значение напряжения на входе канала AI3, соответствующее положению сервомотора 100%

Адрес регистра	Тип	Единицы измерения	Код параметра	Наименование, краткое описание
105	uint16	мА x 1000	pos_ai1_0	Значение тока на входе канала AI1, соответствующее заданию положения сервомотора 0%
106	uint16	мА x 1000	pos_ai1_100	Значение тока на входе канала AI1, соответствующее заданию положения сервомотора 100%
200	uint16	x 1000	pid_ky	Коэффициент усиления регулятора
201	uint16	с x 100	pid_ti	Постоянная времени интегрирования регулятора
202	uint16	с x 1000	pid_tc	Период выполнения алгоритма регулятора
203	uint16	% x 100	pid_zn	Зона нечувствительности
204	uint16	x 1000	pid_kf	Коэффициент усиления форсированного перехода к новому заданию
205	uint16	% x 100	pid_znf	Зона нечувствительности по изменению задания при форсированном переходе
206	uint16	% x 100	pid_outmax	Ограничение выходного сигнала регулятора по максимуму
207	sint16	% x 100	pid_outmin	Ограничение выходного сигнала регулятора по минимуму
208	uint16	с x 1000	pid_n	Пауза перед отключением регулятора после фиксации обрыва цепей датчика положения или сигнала задания
209	sint16	% x 100	pid_shift_ao23	Смещение сигнала от регулятора для выходного каскада. Предназначено для возможности вывода положения золотника ЭГП в оптимальную зону регулирования (<u>в текущей версии не поддерживается</u>).
211	sint16	% x 100	out_zdn0	Значение выхода регулятора при положении сервомотора равном или менее границы задания положения 0% (регистр zdn_close) с учетом гистерезиса задания (регистр zdn_gst). Применяется для уменьшения тока управления в нижней катушке ЭГП при достижении сервомотором границы задания с целью исключения нагрева обмотки катушки.
212	sint16	% x 100	out_zdn100	Значение выхода регулятора при положении сервомотора равном или более границы задания положения 100% (регистр zdn_open) с учетом гистерезиса задания (регистр zdn_gst). Применяется для уменьшения тока управления в верхней катушке ЭГП при

Адрес регистра	Тип	Единицы измерения	Код параметра	Наименование, краткое описание
				достижении сервомотором границы задания с целью исключения нагрева обмотки катушки.
213	uint16	% x 100	zdn_close	Нижняя граница задания положения сервомотора, при которой выдается ток управления нижней катушкой ЭГП со значением, заданным в регистре pid_out_close_alm , если положение сервомотора не достигло данной границы, или со значением, заданным в регистре out_zdn0 , если положение сервомотора достигло данной границы.
214	uint16	% x 100	zdn_open	Верхняя граница задания положения сервомотора, при достижении которой сервомотором выдается ток управления верхней катушки ЭГП со значением, заданным в регистре out_zdn100 .
215	uint16	% x 100	zdn_gst	Гистерезис для границ задания (регистры zdn_open и zdn_close), при выходе из которых, сигналы управления катушками ЭГП формируются регулятором положения.
216	uint16	с x 1000	pid_td	Период расчета дифференциальной составляющей регулятора.
217	uint16	x 1000	pid_kd	Коэффициент усиления дифференциальной составляющей регулятора.
218	uint16	с x 1000	pid_timpd	Длительность импульса дифференциальной составляющей регулятора (не более периода расчета дифференциальной части регулятора pid_td).
219	uint16	% x 100	pid_zn_d	Зона нечувствительности по изменению задания для дифференциальной составляющей регулятора.
220	sint16	% x 100	pid_out_close_alm	Выход регулятора при задании положения сервомотора равном или менее нижней границы задания (регистр zdn_close) – команда аварийного закрытия сервомотора.
300	uint16	-	ai1_type	Тип сигнала канала AI1: 0: 4-20 мА 1: 0-20 мА 3: 0-5 мА

Адрес регистра	Тип	Единицы измерения	Код параметра	Наименование, краткое описание
301	uint16	-	ai2_type	Тип сигнала канала AI2: 0: 4-20 мА 1: 0-20 мА 3: 0-5 мА
400	sint16	-	ai1_adc_0_20ma	Код АЦП при 0 мА на входе канала AI1 (для сигналов 0-20 и 4-20 мА).
401	uint16	-	ai1_adc_5ma	Код АЦП при 5 мА на входе канала AI1 (для сигнала 0-5 мА).
402	uint16	-	ai1_adc_20ma	Код АЦП при 20 мА на входе канала AI1 (для сигналов 0-20 и 4-20 мА).
403	sint16	-	ai2_adc_0_20ma	Код АЦП при 0 мА на входе канала AI2 (для сигналов 0-20 и 4-20 мА).
404	uint16	-	ai2_adc_5ma	Код АЦП при 5 мА на входе канала AI2 (для сигнала 0-5 мА).
405	uint16	-	ai2_adc_20ma	Код АЦП при 20 мА на входе канала AI2 (для сигналов 0-20 и 4-20 мА).
406	uint16	-	ai3_adc	Код АЦП при калибровочном напряжении на входе канала AI3.
407	uint16	В x 1000	ai3_v	Калибровочное напряжение на входе канала AI3.
408	uint16	-	ao1_type	Тип выходного сигнала канала AO1: 0: 4-20 мА 1: 0-20 мА 2: 8,4 - 0,4 В
409	uint16	-	ao1_dac_20ma	Код ЦАП канала AO1, соответствующий току 20 мА.
410	sint16	-	ai1_adc_0_5ma	Код АЦП при 0 мА на входе канала AI1 (для сигнала 0-5 мА).
411	sint16	-	ai2_adc_0_5ma	Код АЦП при 0 мА на входе канала AI2 (для сигнала 0-5 мА).
500	uint16	-	ao2_fb_3a	Код АЦП обратной связи, соответствующий току 3 А на выходе канала AO2.
501	uint16	Ом x 1000	ao2_r0	Резистивная составляющая нагрузки канала AO2 по умолчанию
502	uint16	-	ao3_fb_3a	Код АЦП обратной связи, соответствующий току 3 А на выходе канала AO3.
503	uint16	Ом x 1000	ao3_r0	Резистивная составляющая нагрузки канала AO3 по умолчанию

Адрес регистра	Тип	Единицы измерения	Код параметра	Наименование, краткое описание
600	uint16	-	ai_filters_en	Маска включения фильтров скользящего среднего для каналов AI1-3: Bit 0: Включить фильтр скользящего среднего за 20 мс для канала AI1 (Задание) Bit 1: Включить фильтр скользящего среднего за 20 мс для каналов AI2, AI3 (Положение сервомотора)
601	uint16	с x 100	tf_zdn	Глубина фильтрации для показаний канала AI1 (Задание).
602	uint16	с x 100	tf_im	Глубина фильтрации для показаний каналов AI2, AI3 (Положение сервомотора)
60000	sint16	-	hands_task	Ручное задание кода ШИМ для каналов АО2 и АО3 в диапазоне от -4000 до 4000 (положительный код для канала АО2, отрицательный код для канала АО3).
60001	uint16	-	hands_mode	Выбор источника и типа сигнала задания для каналов АО2 и АО3: 0: Рабочий режим – от регулятора положения (по умолчанию) 1: Ручное задание кода ШИМ (через регистр hands_task) 2: Ручное задание тока (через регистр hands_curr)
60002	sint16	A x 1000	hands_curr	Ручное задание тока для каналов АО2 и АО3 в диапазоне от -3000 до 3000 (положительное значение для канала АО2, отрицательное значение для канала АО3).
61000	uint16	-	ao1_calib	Включение режима калибровки для канала АО1: 0: Рабочий режим от регулятора положения (по умолчанию) 1: Ручное задание кода ЦАП (через регистр ao1_calib_code) 2: Ручное задание тока в мкА (через регистр ao1_calib_code) <u>Регистр не хранится и сбрасывается в 0 при включении питания.</u>
61001	uint16	- (мкА)	ao1_calib_code	Задание 16-ти битного кода ЦАП (ao1_calib=1) или тока в мкА (ao1_calib=2) для канала АО1. <u>Регистр не хранится и сбрасывается в 0 при включении питания.</u>