



Модули ввода-вывода серии ТМ
Руководство по эксплуатации

Содержание

1. ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ	7
1.1. Назначение документа	7
1.2. Квалификация персонала	7
1.3. Принятые обозначения	7
1.4. Контактная информация	8
2. ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ	9
3. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЕЙ	11
3.1. Назначение	11
3.2. Параметры электромагнитной совместимости	11
3.3. Конструкция модулей	12
3.4. Обозначение и маркировка	12
4. МОДУЛИ ТМА	13
4.1. Модуль ТМА-304	14
4.1.1. Назначение	14
4.1.2. Технические характеристики	14
4.1.3. Описание функционирования	16
4.1.4. Таблица адресов Modbus	21
4.1.5. Схема подключения модуля	29
4.1.6. Комплектность	31
4.2. Модуль ТМА-305	32
4.2.1. Назначение	32
4.2.2. Технические характеристики	32
4.2.3. Описание функционирования	34
4.2.4. Таблица адресов Modbus	39
4.2.5. Схема подключения модуля	46
4.2.6. Комплектность	48
5. МОДУЛИ ТМД	49
5.1. Модуль ТМД-102	50
5.1.1. Назначение	50
5.1.2. Технические характеристики	50
5.1.3. Описание функционирования	51
5.1.4. Таблица адресов Modbus	55
5.1.5. Схема подключения модуля	58
5.1.6. Комплектность	60
5.2. Модуль ТМД-103	61
5.2.1. Назначение	61
5.2.2. Технические характеристики	61
5.2.3. Описание функционирования	62
5.2.4. Таблица адресов Modbus	66
5.2.5. Схема подключения модуля	69
5.2.6. Комплектность	71

5.3. Модуль TMD-203	72
5.3.1. Назначение	72
5.3.2. Технические характеристики	72
5.3.3. Описание функционирования	73
5.3.4. Таблица адресов Modbus	75
5.3.5. Схема подключения модуля	78
5.3.6. Комплектность	80
5.4. Модуль TMD-401	81
5.4.1. Назначение	81
5.4.2. Технические характеристики	81
5.4.3. Описание функционирования	83
5.4.4. Таблица адресов Modbus	86
5.4.5. Схема подключения модуля	91
5.4.6. Комплектность	93
6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЕЙ	95
6.1. Эксплуатационные ограничения	95
6.2. Условия эксплуатации	95
6.3. Распаковывание	96
6.4. Поверка (калибровка)	97
6.5. Установка и подключение модулей	97
7. ТАРА И УПАКОВКА	99
8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	101
9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	103
10. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	105
11. СВЕДЕНИЯ О РЕМОНТЕ	107
12. КАРТА ЗАКАЗА	109

Список иллюстраций

4.1. Структурная схема модуля ТМА-304	16
4.2. Структура ПИД-вычислителя	19
4.3. Функциональная схема модуля ТМА-304	19
4.4. Реализация в зоне нечувствительности и ограничения выходного значения ПИД-вычислителя	20
4.5. Схема подключения модуля ТМА-304	29
4.6. Структурная схема модуля ТМА-305	34
4.7. Структура ПИД-вычислителя	37
4.8. Функциональная схема модуля ТМА-305	37
4.9. Реализация в зоне нечувствительности и ограничения выходного значения ПИД-вычислителя	38
4.10. Схема подключения модуля ТМА-305	46
5.1. Структурная схема модуля TMD-102	52
5.2. Структурная схема выходного канала модуля TMD-102	53
5.3. Схема подключения модуля TMD-102	58
5.4. Структурная схема модуля TMD-103	63
5.5. Структурная схема выходного канала модуля TMD-103	64
5.6. Схема подключения модуля TMD-103	69
5.7. Структурная схема модуля TMD-203	73
5.8. Схема подключения модуля TMD-203	78
5.9. Структурная схема модуля TMD-401	83
5.10. Схема подключения модуля TMD-401	91

1 ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

1.1 Назначение документа

В данном руководстве по эксплуатации (РЭ) приводится вся необходимая для эксплуатации модулей информация. При работе с описываемым оборудованием следует обеспечить выполнение всех требований по безопасной и правильной эксплуатации изделий (включая все относящиеся сюда законы, постановления, нормы и стандарты).

Все рисунки и схемы в данном РЭ приводятся только в качестве иллюстраций к описываемым данным. Каждый конкретный случай включает множество параметров и требований, поэтому компания "ЭлеСи" не несет ответственности за последствия реального использования изделий, основанного исключительно на приведенных в РЭ примерах.

1.2 Квалификация персонала

Информация в данном РЭ предназначена только для квалифицированного персонала, имеющего соответствующее образование, знающего стандарты безопасности в области электротехники и автоматизации и официально допущенного к работе с указанным оборудованием. Неквалифицированное вмешательство в устройства или программное обеспечение, несоблюдение указанных предупреждений могут привести к травмам или материальному ущербу.

1.3 Принятые обозначения

В данном РЭ содержатся указания, которые пользователь должен соблюдать для обеспечения собственной безопасности и защиты оборудования от повреждений. Такие замечания выделены по тексту особым образом:

Важная информация для пользователя, распространяющаяся на методы и обстоятельства, которые могут привести к травмам или гибели персонала, повреждению оборудования или экономическим потерям, а также необходимая для успешного применения и понимания изделия.



ВНИМАНИЕ



1.4 Контактная информация

Данные, представленные в настоящем РЭ, проверены на соответствие аппаратному и программному обеспечению. Однако продукт постоянно совершенствуется, содержимое документа регулярно пересматривается и требуемые исправления вносятся в последующие версии. Мы будем благодарны за Ваши отзывы, комментарии и предложения по улучшению качества документации.

Наши координаты:

– почтовый адрес: **АО "ЭлеСи", Россия, 634021, г. Томск, ул. Алтайская 161А;**

– тел. **(3822) 499-200, т/факс (3822) 499-900;**

– служба технической поддержки: **support@elesy.ru;**

– официальный сайт компании: **www.elesy.ru.**

2 ТРЕБОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Надежная и безопасная работа модулей гарантируется только при соблюдении условий, указанных в данном РЭ.

ВНИМАНИЕ! Модули относятся к оборудованию класса А по ГОСТ Р 51318.22-2006 (СИСПР 22-2006). При использовании в бытовой обстановке это оборудование может нарушать функционирование других технических средств в результате создаваемых промышленных радиопомех. В этом случае от пользователя может потребоваться принятие адекватных мер.

Модули соответствуют требованиям безопасности ГОСТ Р МЭК 60950-1-2005.

По способу защиты от поражения электрическим током модуль соответствует классу III по ГОСТ Р МЭК 60950-1-2005.

Модули удовлетворяют нормам промышленных радиопомех, установленным для оборудования класса А по ГОСТ Р 51318.22-2006.

Модули не содержат факторов, опасных для окружающей среды и здоровья человека, не содержат и не выделяют загрязняющих и отравляющих веществ в объекты окружающей среды и не требуют специальных мер для утилизации.

Запрещается эксплуатировать модули со снятыми или имеющими повреждение корпусными деталями.

Все подключения и отключения цепей к модулям допускается проводить только после снятия питающих напряжений.



ВНИМАНИЕ



3 ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЕЙ

3.1 Назначение

Модули серии ТМ представляют собой универсальные модули ввода-вывода.

Модули серии ТМ предназначены для измерения и преобразования непрерывных сигналов, представленных напряжением постоянного тока и (или) постоянным током, сбора и обработки информации с первичных датчиков, формирования сигналов управления по заданным алгоритмам, приема и передачи информации по последовательным каналам связи в системах измерения, контроля и управления объектами нефтяной и газовой промышленности, энергетики и других отраслей.

Основная область применения – системы автоматического и автоматизированного управления технологическими процессами.

Сведения о сертификации:

Сертификат соответствия _____, срок действия с _____ по _____, выдан органом по сертификации продукции и услуг ООО "Новосибирский центр сертификации и мониторинга качества продукции".

Свидетельство об утверждении типа средств измерений _____, срок действия с _____ по _____, выдано Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (г. Москва). Внесено в Государственный реестр средств измерений под № _____ (распространяется только на измерительные модули ТМА).

3.2 Параметры электромагнитной совместимости

Модули удовлетворяют требованиям устойчивости к воздействию электростатического разряда по ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95) со степенью жесткости 2, критерий качества функционирования А.

Модули удовлетворяют требованиям устойчивости к радиочастотному магнитному полю по ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006) со степенью жесткости 2, критерий качества функционирования А.

Модули удовлетворяют требованиям устойчивости к наносекундным импульсным помехам по ГОСТ Р 51317.4.4-2007 (МЭК 61000-4-4:2004) по портам ввода-вывода и цепям электропитания со степенью жесткости 3, критерием качества функционирования А.

Модули удовлетворяют требованиям устойчивости к микросекундным импульсным помехам большой энергии по цепям электропитания по ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) со степенью жесткости 1, критерием качества функционирования А.

Модули удовлетворяют требованиям устойчивости к импульсным магнитным помехам по ГОСТ 30336-95 (МЭК 1000-4-9-93) со степенью жесткости 4.

Примечание – Обеспечение заданных критериев устойчивости осуществляется за счет применения внешней защиты.

3.3 Конструкция модулей

Модули выполнены в пластмассовых корпусах. Каждый корпус имеет разъем для установки на монтажный рельс типа DIN 35.

Корпус обеспечивает степень защиты IP30 по ГОСТ 14254-96.

3.4 Обозначение и маркировка

Маркировка модуля соответствует ГОСТ 26828-86 и ГОСТ ИЕС 60950-1-2011. На боковых сторонах модуля нанесены маркировочные таблички, на которых указаны:

- полное наименование модуля;
- схема или таблица подключения внешних цепей;
- обозначение рабочего температурного диапазона;
- диапазон питающих напряжений и ток потребления;
- заводской номер;
- дата изготовления (при штрихкодировании входит в состав заводского номера);
- матричный код, расшифровка матричного кода;
- наименование страны изготовителя;
- знак обращения продукции ЕАС.

На лицевой панели преобразователя указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
 - условное наименование модуля;
 - условное обозначение индикаторов;
- знак утверждения типа (если модуль является средством измерения).

4 МОДУЛИ ТМА

4.1 Модуль ТМА-304



4.1.1 Назначение

ПИД-регулятор температуры, давления или других физических величин предназначен для точного поддержания заданных параметров в различных технологических процессах, а также измерения и формирования сигналов напряжения и тока. Модуль может использоваться в составе различного технологического оборудования.

4.1.2 Технические характеристики

Количество гальванически разделенных входных аналоговых каналов, шт.	4
Количество гальванически разделенных выходных аналоговых каналов, шт.	2
Количество ПИД-регуляторов, шт.	10
Диапазон измерения напряжения, В	от минус 10 до 0 от минус 5 до плюс 5 от 0 до плюс 10 от 0 до плюс 5
Диапазон измерения тока, мА	от минус 20 до плюс 20 от 0 до плюс 20
Диапазон формирования напряжения, В	от минус 10 до плюс 10
Диапазон формирования тока, мА	от 0 до плюс 20
Входное сопротивление:	
– по напряжению, кОм, не менее	1000,00
– по току, кОм, не более	0,25
Сопротивление нагрузки:	
– по напряжению, кОм, не менее	2,00
– по току, кОм, не более	0,75

Напряжение питания датчика, В	от 20 до 25 (в диапазоне токов от 0 до 30 мА, измеряется между $U_{пит}$ и $Общ_{вх}$)
Ток ограничения в цепи питания датчика, мА, не более	40
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения/формирования, %	0,050
Предел допускаемой приведенной погрешности измерения/формирования в рабочих условиях эксплуатации, %	0,075
Коэффициент подавления помехи, дБ, не менее:	
– нормального вида	40
– общего вида	90
Период дискретизации, мс	от 1 до 2000
Дискретность преобразования входного сигнала напряжения постоянного тока, мВ, не более	1
Дискретность преобразования входного сигнала постоянного тока, мкА, не более	1
Дискретность формирования выходного сигнала напряжения постоянного тока, мВ, не более	1
Дискретность преобразования выходного сигнала постоянного тока, не более, мкА	1
Максимальное значение допустимой долговременной перегрузки (обеих полярностей) по входу, В	30
Напряжение гальванического разделения (эффективное значение), В, не менее:	
– между входными каналами	500
– между выходными каналами	500
– между входными каналами, выходными каналами, питанием и интерфейсом RS-485	750

Максимальная скорость обмена по последовательному интерфейсу, бит/с

115200

Диапазон питающих напряжений, В

от 20 до 30

Ток потребления, А, не более

0,6

Габаритные размеры, мм, не более

90,0×109,0×114,5

Масса, кг, не более

0,45

4.1.3 Описание функционирования

4.1.3.1 Устройство модуля

В состав модуля ТМА-304 входят:

- АЦП1-АЦП4 – аналого-цифровые преобразователи;
- МК – микроконтроллер;
- ИП – источник питания;
- ИН – узел индикации;
- ЦАП1-ЦАП2 – цифро-аналоговые преобразователи.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 4.1.

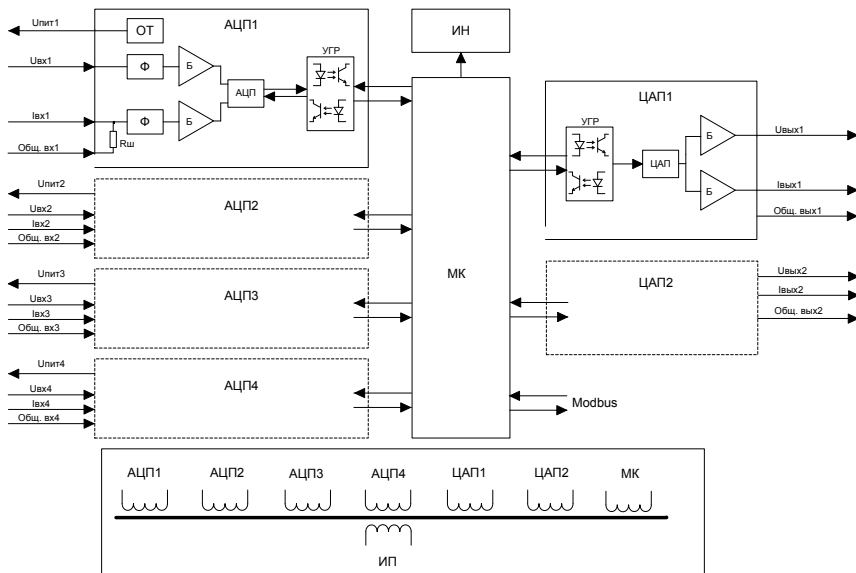


Рисунок 4.1 – Структурная схема модуля ТМА-304

4.1.3.1.1 Аналого-цифровые преобразователи

В состав модуля входят четыре идентичных измерительных канала АЦП1-АЦП4, предназначенных для преобразования величины входного непрерывного сигнала (постоянного тока или напряжения постоянного тока) в цифровой код.

Каждый АЦП содержит:

- входной шунт (Rш);
- фильтры входных сигналов для каждого входа (Ф);
- буферные усилители (Б);
- интегральный АЦП;
- устройство гальванической развязки (УГР);
- ограничитель тока питания датчика (ОТ).

При измерении тока измеряемый сигнал, подаваемый на вход по току модуля, поступает на шунт ($R_{ш} = 200 \text{ Ом}$), обеспечивающий преобразование входного тока в напряжение. Далее через фильтр и буферный усилитель сигнал подается на вход интегрального АЦП.

При измерении напряжения измеряемый сигнал подается на вход по напряжению модуля и далее через фильтр и буферный усилитель на вход интегрального АЦП.

Вход по току и вход по напряжению мультиплексированы, поэтому задействован может быть только один из входов каждого АЦП1-АЦП4 (вход по току или вход по напряжению).

Фильтр низких частот предназначен для подавления помех, поступающих по сигнальной цепи.

Буферные усилители предназначены для исключения взаимного влияния интегрального АЦП, входных цепей и источника сигнала.

АЦП реализован на основе интегрального аналого-цифрового преобразователя, работающего по принципу сигма-дельта преобразования. Разрядность выходных данных АЦП – 24 бита.

4.1.3.1.2 Цифро-аналоговые преобразователи

ЦАП производят преобразование цифрового кода в заданную величину аналогового сигнала тока или напряжения в зависимости от выбранного режима работы. Выходные сигналы с ЦАП подаются на генератор тока или напряжения, а затем на выходные буферные усилители (Б).

4.1.3.1.3 Микроконтроллер

МК выполняет следующие функции:

- считывание результатов измерения сигналов каналов АЦП1-АЦП4 и расчет значения измеряемого сигнала;
- вычисление функций ПИД- регулирования;
- выдачу регулирующих значений на выходные каналы ЦАП1-ЦАП2;

- обмен информацией по протоколу Modbus RTU в режиме Slave-устройства;
- диагностику работоспособности и формирование сигналов индикации.

4.1.3.1.4 Источник питания

ИП предназначен для формирования гальванически развязанных напряжений питания каналов АЦП, ЦАП и МК.

Схема ИП обеспечивает возможность подключения и отключения модуля без снятия питания с остальных модулей, установленных на общей шине питания.

4.1.3.1.5 Узел индикации

ИН отображает информацию о состоянии модуля в процессе работы.

4.1.3.2 Индикация модуля

Индикация о состоянии модуля и его измерительных входов отображается на индикаторах "Р" и "С" в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Индикация модуля ТМА-304

Индикатор	Состояние индикации	Режим работы
"Р"	Зеленый цвет свечения	Рабочий режим
	Красный цвет свечения	Неисправность модуля
	Попеременное мигание красным и зеленым цветом свечения	Выход за диапазон входного сигнала
"С"	Желтый цвет свечения	Обмен по последовательному интерфейсу

4.1.3.3 Функционирование

Модуль содержит четыре входных аналоговых измерительных канала и два выходных аналоговых канала. Каждый из входных/выходных каналов может производить измерение/формирование входного/выходного сигнала, представленного величиной постоянного тока или напряжением постоянного тока. Один канал может производить измерение/формирование либо токового сигнала, либо потенциального сигнала.

Модуль содержит десять ПИД-вычислителей. Каждый ПИД-вычислитель может быть представлен структурно, как показано на рисунке 4.2.

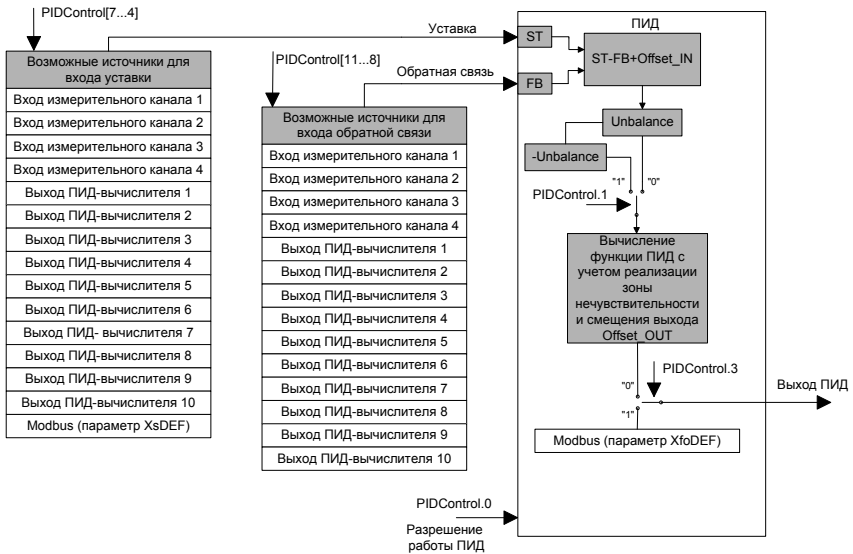


Рисунок 4.2 – Структура ПИД-вычислителя

Функциональная схема модуля представлена на рисунке 4.3.

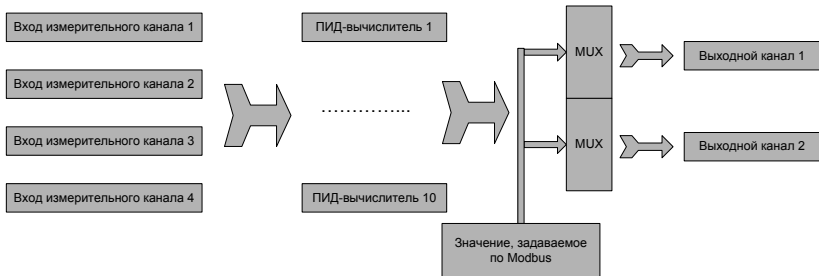


Рисунок 4.3 – Функциональная схема модуля ТМА-304

ПИД-вычислитель имеет возможность задания реализации поведения в зоне нечувствительности. Поведение ПИД-вычислителя в зоне нечувствительности определяется регистром управления PIDControl (бит PIDControl.2):

- бит равен "0" – рост интегральной составляющей остановлен (пропорциональная и дифференциальная составляющие приравниваются к нулю);
- бит равен "1" – на выходе устанавливается нуль (пропорциональная, дифференциальная, интегральная составляющие приравниваются к нулю).

Зона нечувствительности опционально может иметь гистерезис (рисунок 4.4).

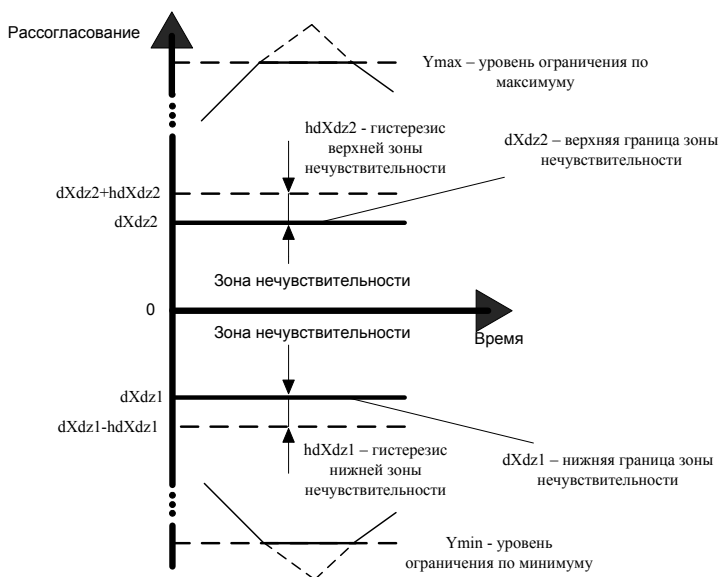


Рисунок 4.4 – Реализация в зоне нечувствительности и ограничения выходного значения ПИД-вычислителя

Модуль имеет 10 % запас по измеряемому диапазону. При превышении входного сигнала 10 % запаса от заданного диапазона устанавливаются соответствующие биты в регистре статуса данных, при этом для вычисления используется текущее значение входного сигнала. При превышении 10 % запаса от заданного диапазона, измеренные данные могут быть недостоверны.

Модуль поддерживает протокол Modbus RTU (Slave-устройство).

Все установки параметров работы модуля производятся по последовательному интерфейсу. Объем доступных для чтения и записи параметров модуля, порядок их установки приведены в 4.1.4.

Изменение сетевого адреса в сети Modbus и параметров работы модуля проводится с помощью входящего в комплект поставки программного обеспечения (ПО) *TMA_View*.

При работе в составе автоматизированной системы установка начальных параметров должна производиться в соответствии с алгоритмом работы Master-устройства системы.

ВНИМАНИЕ! Несоответствие в параметрах интерфейса модуля и Master-устройства сети Modbus, а также наличие в сети нескольких Slave-устройств с одинаковым адресом приведет к потере связи с модулем.

В случае, если установленные в модуле параметры интерфейса неизвестны, необходимо установить переключку на соединитель ХК и перезапустить модуль переключением питания. При этом существует возможность установить связь с модулем при параметрах связи: адрес – 1; скорость передачи – 19200 бит/с; паритет – четность (Even), прочитав текущие параметры связи или установить требуемые. Следует учесть, что установка переключки не модифицирует регистры, отвечающие за параметры связи модуля.

4.1.4 Таблица адресов Modbus

Модуль поддерживает функции 3, 16 и стандартные исключения 1, 2, 6. Обозначение типа доступа:

- R – только чтение, запись в данный регистр (ячейку) невозможна;
- RW – произвольное чтение, запись регистра (ячейки);
- W – только запись, чтение данного регистра (ячейки) невозможно.

Если нет особых указаний, то все изменения вступают в силу только после пересброса модуля.

Все необходимые данные для работы модуля приведены в таблицах 4.2–4.12.

Таблица 4.2 – Идентификационные данные

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистрационный номер изделия (старшие биты)				R	0000
Регистрационный номер изделия (младшие биты)				R	0001
Дата изготовления				R	0002
Дата настройки				R	0003
Тип модуля			24	R	0300
Версия ПО				R	0301

Дата изготовления и дата настройки (адрес 0x0002 и адрес 0x0003):

- биты 10...15 – год;
- биты 6...9 – месяц;
- бит 5 равен 1;
- биты 0...4 – число месяца.

Версия ПО (адрес 0x0301):

- биты 15...8 – номер версии;
- биты 7...0 – номер подверсии.

Таблица 4.3 – Параметры интерфейса

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Адрес устройства		от 1 до 247	1	RW	0101
Скорость передачи	×100 бит/с	24, 48, 96, 192, 288, 384, 576, 1152	192	RW	0102
Паритет		0, 1, 2	2	RW	0103

Паритет (адрес 0x0103):

- 0 – отсутствие паритета, два стоп-бита (применять не рекомендуется);
- 1 – нечетный паритет, один стоп-бит;
- 2 – четный паритет, один стоп-бит.

Таблица 4.4 – Параметры входного канала n (n=1...4)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Режим работы входа по напряжению		0, 1, 2, 3	0	RW	0120+ 4×(n-1)
Режим работы входа по току		0, 1	0	RW	0121+ 4×(n-1)
Типа входного сигнала (0 – ток, 1 – напряжение)		0, 1	0	RW	0122+ 4×(n-1)
Период входных выборок (время интегрирования)	мс	от 1 до 2000	1	RW	0123+ 4×(n-1)

Режим работы входа по напряжению (адрес 0x0120+4×(n-1)):

- 0 – от минус 10 до плюс 10 В;
- 1 – от 0 до плюс 10 В;
- 2 – от минус 5 до плюс 5 В;
- 3 – от 0 до плюс 5 В.

Режим работы входа по току (адрес 0x0121+4×(n-1)):

- 0 – от минус 20 до плюс 20 мА;
- 1 – от 0 до плюс 20 мА;
- 2 – от 4 до плюс 20 мА.

Таблица 4.5 – Параметры выходного канала n (n=1, 2)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Типа выходного сигнала (0 – ток, 1 – напряжение)		0, 1	0	RW	0132+5×(n-1)
Максимальная скорость нарастания/спада выходного сигнала (если параметр равен "0", то скорость нарастания не контролируется)	мВ/ мс мкА/ мс	от 0 до 1000		RW	0133+5×(n-1)
Регистр управления			0	RW	0134+5×(n-1)
Принудительно задаваемое значение выхода по Modbus (располагается в операционном запоминающем устройстве (ОЗУ))	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	20000	W	04E0+(n-1)

Таблица 4.6 – Регистр управления (адрес 0x0134+5×(n-1))

Биты	Описание
15...4	Зарезервированы
3...0	Селектор выходных данных: – 0000 – выход ПИД-вычислителя 1; – 0001 – выход ПИД-вычислителя 2; – 0010 – выход ПИД-вычислителя 3; – 0011 – выход ПИД-вычислителя 4; – 0100 – выход ПИД-вычислителя 5; – 0101 – выход ПИД-вычислителя 6; – 0110 – выход ПИД-вычислителя 7; – 0111 – выход ПИД-вычислителя 8; – 1000 – выход ПИД-вычислителя 9; – 1001 – выход ПИД-вычислителя 10; – 1010 – значение, задаваемое по Modbus. Запись значения для вывода осуществляется по адресу 04E0+(n-1); – 1011 – Тестовый режим. Зарезервировано для компании "ЭлеСи"

Таблица 4.7 – Параметры n-ого ПИД-вычислителя (статические, хранимые в эргонезависимой памяти. Вступают в силу незамедлительно) (n=1..10)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
XsDEF – вход уставки, задаваемой по Modbus	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0150+ 20×(n-1)
dXdz1 – нижняя граница зоны нечувствительности	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0151+ 20×(n-1)
dXdz2 – нижняя граница зоны нечувствительности	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0152+ 20×(n-1)
hXdz1 – гистерезис нижней зоны нечувствительности	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0153+ 20×(n-1)
hXdz2 – гистерезис нижней зоны нечувствительности	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0154+ 20×(n-1)
Kp – коэффициент пропорциональности	k×0,01	от 0 до 65535	0	RW	0155+ 20×(n-1)
Ti – постоянная времени интегрирования (если равна нулю, то интегральная составляющая не учитывается)	мс	от 0 до 65535	0	RW	0156+ 20×(n-1)
Td – постоянная времени дифференцирования (если равна нулю, то дифференциальная составляющая не учитывается)	мкс×100	от 0 до 65535	0	RW	0157+ 20×(n-1)
Ymax – уровень ограничения по максимуму	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	20000	RW	0158+ 20×(n-1)
Ymin – уровень ограничения по минимуму	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0159+ 20×(n-1)
Offset_OUT – смещение выхода ПИД-регулятора	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	015A+ 20×(n-1)
XfoDEF – установка значения для принудительного вывода (не учитывается Offset_OUT)	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	015B+ 20×(n-1)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Offset_IN – смещение входа ПИД-регулятора	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	015C+ 20×(n-1)
Период дискретизации	мс	от 1 до 2000	1	RW	015D+ 20×(n-1)
PIDControl-регистр управления ПИД-вычислителя			0	RW	015D+ 20×(n-1)

Таблица 4.8 – PIDControl-регистр управления ПИД-вычислителя (адрес 0x015E+20×(n-1))

Биты	Описание
15...12	Зарезервированы
11...8	Селектор обратной связи: – 0000 – вход измерительного канала 1; – 0001 – вход измерительного канала 2; – 0010 – вход измерительного канала 3; – 0011 – вход измерительного канала 4; – 0100 – выход ПИД-вычислителя 1; – 0101 – выход ПИД-вычислителя 2; – 0110 – выход ПИД-вычислителя 3; – 0111 – выход ПИД-вычислителя 4; – 1000 – выход ПИД-вычислителя 5; – 1001 – выход ПИД-вычислителя 6; – 1010 – выход ПИД-вычислителя 7; – 1011 – выход ПИД-вычислителя 8; – 1100 – выход ПИД-вычислителя 9; – 1101 – выход ПИД-вычислителя 10
7...4	Селектор уставки: – 0000 – вход измерительного канала 1; – 0001 – вход измерительного канала 2; – 0010 – вход измерительного канала 3; – 0011 – вход измерительного канала 4; – 0100 – выход ПИД-вычислителя 1; – 0101 – выход ПИД-вычислителя 2; – 0110 – выход ПИД-вычислителя 3; – 0111 – выход ПИД-вычислителя 4; – 1000 – выход ПИД-вычислителя 5; – 1001 – выход ПИД-вычислителя 6; – 1010 – выход ПИД-вычислителя 7; – 1011 – выход ПИД-вычислителя 8; – 1100 – выход ПИД-вычислителя 9;

Биты	Описание
7...4	Селектор уставки: – 1101 – выход ПИД-вычислителя 10; – 1110 – уставка, задаваемая по Modbus
3	Установка значения принудительного вывода: – 0 – не устанавливать; – 1 – установить
2	Реализация зоны нечувствительности: – 0 – рост интегральной составляющей остановлен (пропорциональная и дифференциальная составляющие приравняются к нулю); – 1 – на выходе устанавливается нуль (пропорциональная, дифференциальная, интегральная составляющие приравняются к нулю)
1	Тип ПИД-вычислителя: – 0 – прямой; – 1 – реверсивный (рассогласование меняет знак на противоположный)
0	Включение ПИД-вычислителя: – 0 – выключен; – 1 – включен

Таблица 4.9 – Параметры n-ого ПИД-вычислителя (динамические, хранимые в ОЗУ. Вступают в силу незамедлительно) (n=1..10)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Значение входа уставки (не учитывается Offset_IN и значение регистра PIDControl)	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000		R	0410+ 10×(n-1)
Значение входа обратной связи	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000		R	0411+ 10×(n-1)
Значение выхода ПИД-вычислителя	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000		R	0412+ 10×(n-1)
Предустановка интегратора (устанавливается при записи в данный регистр). При чтении возвращает значение интегральной составляющей	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000		RW	0413+ 10×(n-1)

Таблица 4.10 – Регистры статуса, данных и управления

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистр статуса модуля				R	0400
Регистр статуса каналов				R	0401
Измеренное значение входного канала 1 (младшие 16 бит)				R	0404
Измеренное значение входного канала 1 (старшие 16 бит, всегда равны нулю)				R	0405
Измеренное значение входного канала 2 (младшие 16 бит)				R	0406
Измеренное значение входного канала 2 (старшие 16 бит, всегда равны нулю)				R	0407
Измеренное значение входного канала 3 (младшие 16 бит)				R	0408
Измеренное значение входного канала 3 (старшие 16 бит, всегда равны нулю)				R	0409
Измеренное значение входного канала 4 (младшие 16 бит)				R	040A
Измеренное значение входного канала 4 (старшие 16 бит, всегда равны нулю)				R	040B
Регистр сброса (для сброса модуля необходимо записать значение 0xAAAA)		0xAAAA		W	0777

Таблица 4.11 – Регистр статуса модуля (адрес 0x0400)

Биты	Описание
15...5	Зарезервированы
4	Ошибка контрольной суммы параметров (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
3	Авария входного канала 4 (0 – нет аварии, 1 – есть авария)
2	Авария входного канала 3 (0 – нет аварии, 1 – есть авария)
1	Авария входного канала 2 (0 – нет аварии, 1 – есть авария)
0	Авария входного канала 0 (0 – нет аварии, 1 – есть авария)

Таблица 4.12 – Регистр статуса каналов (адрес 0x0401)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7	Достоверность данных входного канала 4 (0 – данные достоверны, 1 – данные не достоверны)
6	Достоверность данных входного канала 3 (0 – данные достоверны, 1 – данные не достоверны)
5	Достоверность данных входного канала 2 (0 – данные достоверны, 1 – данные не достоверны)
4	Достоверность данных входного канала 1 (0 – данные достоверны, 1 – данные не достоверны)
3	Выход за установленный диапазон (входной канал 4) (0 – данные в установленном диапазоне, 1 – данные вне установленного диапазона)
2	Выход за установленный диапазон (входной канал 3) (0 – данные в установленном диапазоне, 1 – данные вне установленного диапазона)
1	Выход за установленный диапазон (входной канал 2) (0 – данные в установленном диапазоне, 1 – данные вне установленного диапазона)
0	Выход за установленный диапазон (входной канал 1) (0 – данные в установленном диапазоне, 1 – данные вне установленного диапазона)

Назначение контактов модуля указано в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Назначение контактов модуля ТМА-304

Контакт	Назначение контакта
4	Упит1 – питание датчика входа канала 1
3	Ивх1 – вход по току канала 1
2	Увх1 – вход по напряжению канала 1
1	Общ вх1 – общий вход канала 1
12	Упит3 – питание датчика входа канала 3
11	Ивх3 – вход по току канала 3
10	Увх3 – вход по напряжению канала 3
9	Общ вх3 – общий вход канала 3
20	Упит2 – питание датчика входа канала 2
19	Ивх2 – вход по току канала 2
18	Увх2 – вход по напряжению канала 2
17	Общ вх2 – общий входа канала 2
25	Упит4 – питание датчика входа канала 4
26	Ивх4 – вход по току канала 4
27	Увх4 – вход по напряжению канала 4
28	Общ вх4 – общий вход канала 4
49	Ивых1 – выход по току канала 1
50	Увых1 – выход по напряжению канала 1
51	Общ вых1 – общий выход канала 1
57	Ивых2 – выход по току канала 2
58	Увых2 – выход по напряжению канала 2
59	Общ вых2 – общий выход канала 2
+24 В	Питание (+)
0 В	Питание (-)
A	A (+ RS-485)
B	B (- RS-485)

Для защиты входов от импульсных помех большой энергии необходимо применять внешнее защитное устройство, удовлетворяющее требованиям ГОСТ Р 51318.24-99.



4.1.6 Комплектность

Комплект поставки	Наименование и обозначение	Количество
	Модуль ТМА-304 ТУ 4217-027-28829549-2003	1 шт.
	Модуль ТМА-304. Паспорт	1 экз.
	Электронный носитель, содержащий следующее: – руководство по эксплуатации; – методику поверки; – копию сертификата соответствия; – копию свидетельства средств измерения; – сервисное программное обеспечение	1 шт.
	Перемычка MJ2-0	1 шт.
	Розетка MSTBT 2,5/4-ST KMGY	6 шт.*
	Разъем ME 22,5 TBUS 1,5/5-ST-3,81 KMGY	4 шт.*
	Гарантийный талон	1 экз.
	Упаковка	1 компл.

Примечания

1 По согласованию с заказчиком комплект поставки может изменяться.

2* Установлены на модуле.

4.2 Модуль ТМА-305



4.2.1 Назначение

ПИД-регулятор температуры, давления или других физических величин предназначен для точного поддержания заданных параметров в различных технологических процессах, а также измерения и формирования сигналов напряжения и тока. Модуль может использоваться в составе различного технологического оборудования.

4.2.2 Технические характеристики

Количество гальванически разделенных входных аналоговых каналов, шт.	2
Количество гальванически разделенных выходных аналоговых каналов, шт.	1
Количество ПИД-регуляторов, шт.	10
Диапазон измерения напряжения, В	от минус 10 до 0 от минус 5 до плюс 5 от 0 до плюс 10 от 0 до плюс 5
Диапазон измерения тока, мА	от минус 20 до плюс 20 от 0 до плюс 20
Диапазон формирования напряжения, В	от минус 10 до плюс 10
Диапазон формирования тока, мА	от 0 до плюс 20
Входное сопротивление:	
– по напряжению, кОм, не менее	1000,00
– по току, кОм, не более	0,25

Сопrotивление нагрузке: – по напряжению, кОм, не менее – по току, кОм, не более	2,00 0,75 от 20 до 25 (в диапазоне токов от 0 до 30 мА, измеряется между $U_{пит}$ и $Общ_{вх}$)
Напряжение питания датчика, В	
Ток ограничения в цепи питания датчика, мА, не более	40
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения/формирования, %	0,050
Предел допускаемой приведенной погрешности измерения/формирования в рабочих условиях эксплуатации, %	0,075
Коэффициент подавления помехи, дБ, не менее:	
– нормального вида	40
– общего вида	90
Период дискретизации, мс	от 1 до 2000
Дискретность преобразования входного сигнала напряжения постоянного тока, мВ, не более	1
Дискретность преобразования входного сигнала постоянного тока, мкА, не более	1
Дискретность формирования выходного сигнала напряжения постоянного тока, мВ, не более	1
Дискретность преобразования выходного сигнала постоянного тока, не более, мкА	1
Максимальное значение допустимой долговременной перегрузки (обеих полярностей) по входу, В	30
Максимальная скорость обмена по последовательному интерфейсу, бит/с	115200

Напряжение гальванического разделения (эффективное значение), В, не менее:

- между входными каналами 500
- между выходными каналами 500
- между входными каналами, выходными каналами, питанием и интерфейсом RS-485 750

Диапазон питающих напряжений, В	от 20 до 30
Ток потребления, А, не более	0,4
Габаритные размеры, мм, не более	67,5×109,0×114,5
Масса, кг, не более	0,35

4.2.3 Описание функционирования

4.2.3.1 Устройство модуля

В состав модуля входят:

- АЦП1-АЦП2 – аналого-цифровые преобразователи;
- МК – микроконтроллер;
- ИП – источник питания;
- ИН – узел индикации;
- ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 4.6.

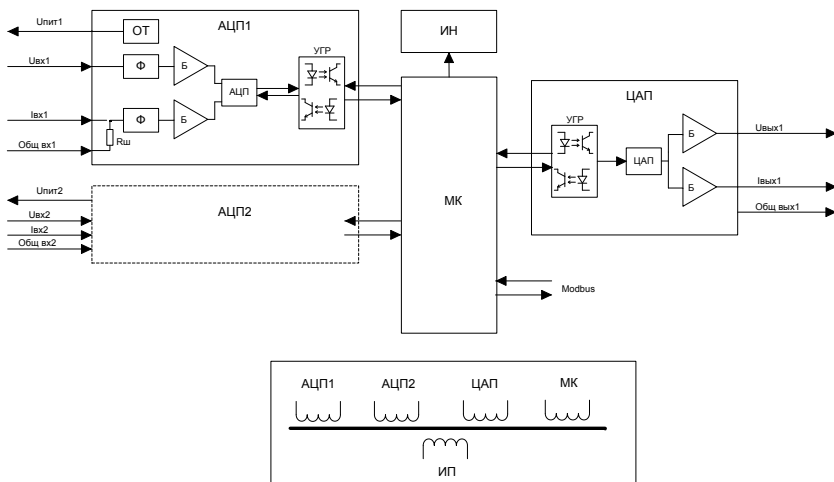


Рисунок 4.6 – Структурная схема модуля ТМА-305

4.2.3.1.1 Аналого-цифровые преобразователи

В состав модуля входят два идентичных измерительных канала АЦП1-АЦП2, предназначенные для преобразования величины входного непрерывного сигнала (постоянного тока или напряжения постоянного тока) в цифровой код.

Каждый АЦП содержит:

- входной шунт ($R_{ш}$);
- фильтры входных сигналов для каждого входа (Φ);
- буферные усилители (Б);
- интегральный АЦП;
- устройство гальванической развязки (УГР);
- ограничитель тока питания датчика (ОТ).

При измерении тока измеряемый сигнал, подаваемый на вход по току модуля, поступает на шунт ($R_{ш} = 200 \text{ Ом}$), обеспечивающий преобразование входного тока в напряжение. Далее через фильтр и буферный усилитель сигнал подается на вход интегрального АЦП.

При измерении напряжения измеряемый сигнал подается на вход по напряжению модуля и далее через фильтр и буферный усилитель на вход интегрального АЦП.

Вход по току и вход по напряжению мультиплексированы, поэтому задействован может быть только один из входов каждого АЦП1–АЦП2 (вход по току или вход по напряжению).

Фильтр низких частот предназначен для подавления помех, поступающих по сигнальной цепи.

Буферные усилители предназначены для исключения взаимного влияния интегрального АЦП, входных цепей и источника сигнала.

АЦП реализован на основе интегрального аналого-цифрового преобразователя, работающего по принципу сигма-дельта преобразования. Разрядность выходных данных АЦП – 24 бита.

4.2.3.1.2 Цифро-аналоговый преобразователь

ЦАП производит преобразование цифрового кода в заданную величину аналогового сигнала тока или напряжения в зависимости от выбранного режима работы. Выходной сигнал с ЦАП подается на генератор тока или напряжения, а затем на выходные буферные усилители (Б).

4.2.3.1.3 Микроконтроллер

МК выполняет следующие функции:

- считывание результатов измерения сигналов каналов АЦП1–АЦП2 и расчет значения измеряемого сигнала;
- вычисление функций ПИД-регулирования;
- выдачу регулирующих значений на выходной канал ЦАП;
- обмен информацией по протоколу Modbus RTU в режиме Slave-устройства;
- диагностику работоспособности и формирование сигналов индикации.

4.2.3.1.4 Источник питания

ИП предназначен для формирования гальванически развязанных напряжений питания каналов АЦП, ЦАП и МК.

Схема ИП обеспечивает возможность подключения и отключения модуля без снятия питания с остальных модулей, установленных на общей шине питания.

4.2.3.1.5 Узел индикации

ИН отображает информацию о состоянии модуля в процессе работы.

4.2.3.2 Индикация модуля

Индикация о состоянии модуля и его измерительных входов отображается на индикаторах "Р" и "С" в соответствии с таблицей 4.14.

Таблица 4.14 – Индикация модуля ТМА-305

Индикатор	Состояние индикации	Режим работы
"Р"	Зеленый цвет свечения	Рабочий режим
	Красный цвет свечения	Неисправность модуля
	Попеременное мигание красным и зеленым цветом свечения	Выход за диапазон входного сигнала
"С"	Желтый цвет свечения	Обмен по последовательному интерфейсу

4.2.3.3 Функционирование

Модуль содержит два входных аналоговых измерительных канала и один выходной аналоговый канал. Каждый из входных/выходного каналов/канала может производить измерение/формирование входного/выходного сигнала, представленного величиной постоянного тока или напряжением постоянного тока. Один канал может производить измерение/формирование либо токового сигнала, либо потенциального сигнала.

Модуль содержит 10 ПИД-вычислителей. Каждый ПИД-вычислитель может быть представлен структурно, как показано на рисунке 4.7.

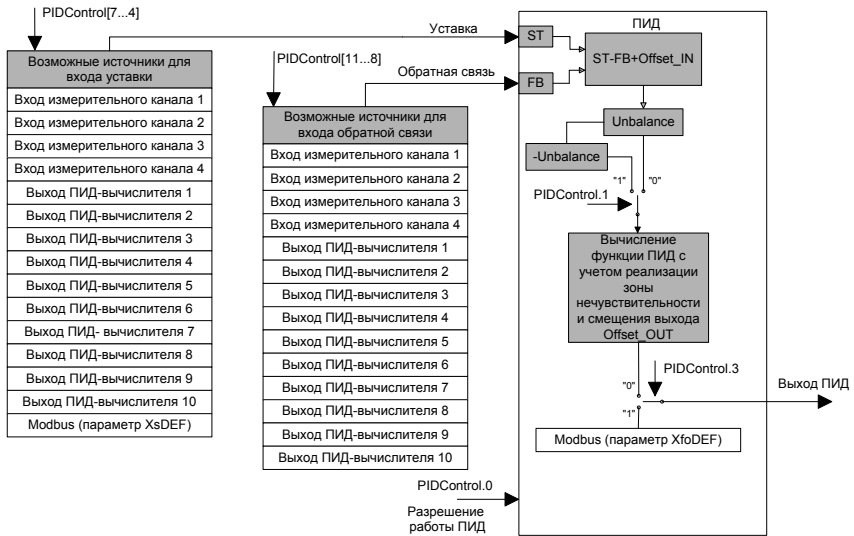


Рисунок 4.7 – Структура ПИД-вычислителя

Функциональная схема модуля представлена на рисунке 4.8.

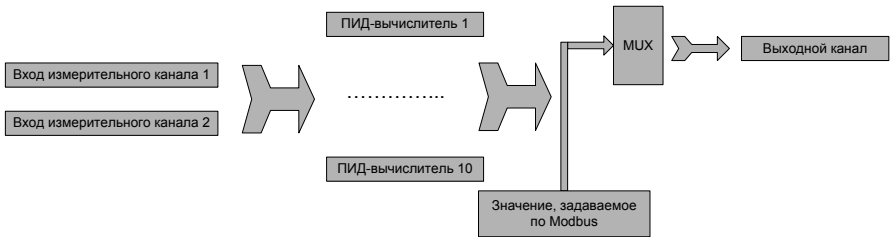


Рисунок 4.8 – Функциональная схема модуля ТМА-305

ПИД-вычислитель имеет возможность задания реализации поведения в зоне нечувствительности. Поведение ПИД-вычислителя в зоне нечувствительности определяется регистром управления PIDControl (бит PIDControl.2):

- бит равен "0" – рост интегральной составляющей остановлен (пропорциональная и дифференциальная составляющие приравниваются к нулю);
- бит равен "1" – на выходе устанавливается нуль (пропорциональная, дифференциальная, интегральная составляющие приравниваются к нулю).

Зона нечувствительности опционально может иметь гистерезис (рисунок 4.9).

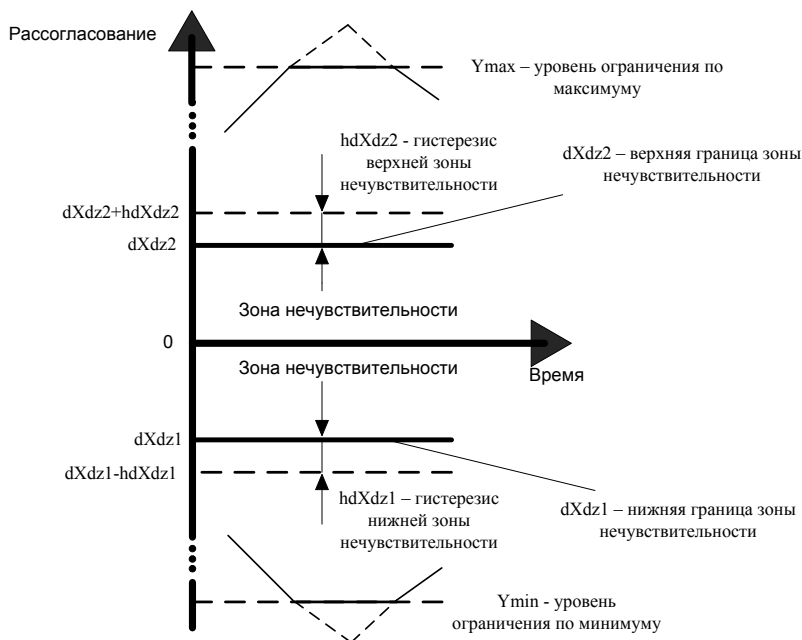


Рисунок 4.9 – Реализация зоне нечувствительности и ограничения выходного значения ПИД-вычислителя

Модуль имеет 10 % запас по измеряемому диапазону. При превышении входного сигнала 10 % запаса от заданного диапазона устанавливаются соответствующие биты в регистре статуса данных, при этом для вычисления используется текущее значение входного сигнала. При превышении 10 % запаса от заданного диапазона, измеренные данные могут быть недостоверны.

Модуль поддерживает протокол Modbus RTU (Slave-устройство).

Все установки параметров работы модуля производятся по последовательному интерфейсу. Объем доступных для чтения и записи параметров модуля, порядок их установки приведены в 4.2.4.

Изменение сетевого адреса в сети Modbus и параметров работы модуля проводится с помощью входящего в комплект поставки ПО *TM_View*.

При работе в составе автоматизированной системы установка начальных параметров должна производиться в соответствии с алгоритмом работы Master-устройства системы.

ВНИМАНИЕ! Несоответствие в параметрах интерфейса модуля и Master-устройства сети Modbus, а также наличие в сети нескольких Slave-устройств с одинаковым адресом приведет к потере связи с модулем.

В случае, если установленные в модуле параметры интерфейса неизвестны, необходимо установить переключку на соединитель ХК и перезапустить модуль переключением питания. При этом существует возможность установить связь с модулем при параметрах связи: адрес – 1; скорость передачи – 19200 бит/с; паритет – четность (Even), прочитав текущие параметры связи или установить требуемые. Следует учесть, что установка переключки не модифицирует регистры, отвечающие за параметры связи модуля.

4.2.4 Таблица адресов Modbus

Модуль поддерживает функции 3, 16 и стандартные исключения 1, 2, 6. Обозначение типа доступа:

- R – только чтение, запись в данный регистр (ячейку) невозможна;
- RW – произвольное чтение, запись регистра (ячейки);
- W – только запись, чтение данного регистра (ячейки) невозможно.

Если нет особых указаний, то все изменения вступают в силу только после пересброса модуля.

Все необходимые данные для работы модуля приведены в таблицах 4.15–4.25.

Таблица 4.15 – Идентификационные данные

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистрационный номер изделия (старшие биты)				R	0000
Регистрационный номер изделия (младшие биты)				R	0001
Дата изготовления				R	0002
Дата настройки				R	0003
Тип модуля			25	R	0300
Версия ПО				R	0301

Дата изготовления и дата настройки (адрес 0x0002 и адрес 0x0003):

- биты 10...15 – год;
- биты 6...9 – месяц;
- бит 5 равен "1";
- биты 0...4 – число месяца.

Версия ПО (адрес 0x0301):

- биты 15...8 – номер версии;
- биты 7...0 – номер подверсии.

Таблица 4.16 – Параметры интерфейса

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Адрес устройства		от 1 до 247	1	RW	0101
Скорость передачи	×100 бит/с	24, 48, 96, 192, 288, 384, 576, 1152	192	RW	0102
Паритет		0, 1, 2	2	RW	0103

Паритет (адрес 0x0103):

- 0 – отсутствие паритета, два стоп-бита (применять не рекомендуется);
- 1 – нечетный паритет, один стоп-бит;
- 2 – четный паритет, один стоп-бит.

Таблица 4.17 – Параметры входного канала n (n=1, 2)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Режим работы входа по напряжению		0, 1, 2, 3	0	RW	0128+ 4×(n-1)
Режим работы входа по току		0, 1	0	RW	0129+ 4×(n-1)
Типа входного сигнала (0 – ток, 1 – напряжение)		0, 1	0	RW	012A+ 4×(n-1)
Период входных выборок (время интегрирования)	мс	от 1 до 2000	1	RW	012B+ 4×(n-1)

Режим работы входа по напряжению (адрес 0x0128+4×(n-1)):

- 0 – от минус 10 до плюс 10 В;
- 1 – от 0 до плюс 10 В;
- 2 – от минус 5 до плюс 5 В;
- 3 – от 0 до плюс 5 В.

Режим работы входа по току (адрес 0x0129+4×(n-1)):

- 0 – от минус 20 до плюс 20 мА;
- 1 – от 0 до плюс 20 мА;
- 2 – от 4 до плюс 20 мА.

Таблица 4.18 – Параметры выходного канала

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Тип выходного сигнала (0 – ток, 1 – напряжение)		0, 1	0	RW	0137
Максимальная скорость нарастания/спада выходного сигнала (если параметр равен "0", то скорость нарастания не контролируется)	мВ/ мс мкА/ мс	от 0 до 1000		RW	0138
Регистр управления			0	RW	0139
Принудительно задаваемое значение выхода по Modbus (располагается в ОЗУ)	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	20000	W	04E1

Таблица 4.19 – Регистр управления (адрес 0x0138)

Биты	Описание
15...4	Зарезервированы
3...0	Селектор выходных данных: – 0000 – выход ПИД-вычислителя 1; – 0001 – выход ПИД-вычислителя 2; – 0010 – выход ПИД-вычислителя 3; – 0011 – выход ПИД-вычислителя 4; – 0100 – выход ПИД-вычислителя 5; – 0101 – выход ПИД-вычислителя 6; – 0110 – выход ПИД-вычислителя 7; – 0111 – выход ПИД-вычислителя 8; – 1000 – выход ПИД-вычислителя 9; – 1001 – выход ПИД-вычислителя 10; – 1010 – значение, задаваемое по Modbus. Запись значение для вывода осуществляется по адресу 04E1; – 1011 – Тестовый режим. Зарезервировано для компании "ЭлеСи"

Таблица 4.20 – Параметры n-ого ПИД-вычислителя (статические, хранимые в эргонезависимой памяти. Вступают в силу незамедлительно) (n=1..10)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
XsDEF – вход уставки, задаваемой по Modbus	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0150+ 20×(n-1)
dXdz1 – нижняя граница зоны нечувствительности	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0151+ 20×(n-1)
dXdz2 – нижняя граница зоны нечувствительности	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0152+ 20×(n-1)
hXdz1 – гистерезис нижней зоны нечувствительности	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0153+ 20×(n-1)
hXdz2 – гистерезис нижней зоны нечувствительности	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0154+ 20×(n-1)
Kp – коэффициент пропорциональности	k×0,01	от 0 до 65535	0	RW	0155+ 20×(n-1)
Ti – постоянная времени интегрирования (если равна нулю, то интегральная составляющая не учитывается)	мс	от 0 до 65535	0	RW	0156+ 20×(n-1)
Td – постоянная времени дифференцирования (если равна нулю, то дифференциальная составляющая не учитывается)	мкс×100	от 0 до 65535	0	RW	0157+ 20×(n-1)
Ymax – уровень ограничения по максимуму	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	20000	RW	0158+ 20×(n-1)
Ymin – уровень ограничения по минимуму	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	0159+ 20×(n-1)
Offset_OUT – смещение выхода ПИД-регулятора	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	015A+ 20×(n-1)
XfoDEF – установка значения для принудительного вывода (не учитывается Offset_OUT)	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	015B+ 20×(n-1)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Offset_IN – смещение входа ПИД-регулятора	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000	0	RW	015C+ 20×(n-1)
Период дискретизации	мс	от 1 до 20000	1	RW	015D+ 20×(n-1)
PIDControl-регистр управления ПИД-вычислителя			0	RW	015D+ 20×(n-1)

Таблица 4.21 – PIDControl-регистр управления ПИД-вычислителя (адрес 0x015E+20×(n-1))

Биты	Описание
15...12	Зарезервированы
11...8	Селектор обратной связи: – 0010 – вход измерительного канала 1; – 0011 – вход измерительного канала 2; – 0100 – выход ПИД-вычислителя 1; – 0101 – выход ПИД-вычислителя 2; – 0110 – выход ПИД-вычислителя 3; – 0111 – выход ПИД-вычислителя 4; – 1000 – выход ПИД-вычислителя 5; – 1001 – выход ПИД-вычислителя 6; – 1010 – выход ПИД-вычислителя 7; – 1011 – выход ПИД-вычислителя 8; – 1100 – выход ПИД-вычислителя 9; – 1101 – выход ПИД-вычислителя 10
7...4	Селектор уставки: – 0010 – вход измерительного канала 1; – 0011 – вход измерительного канала 2; – 0100 – выход ПИД-вычислителя 1; – 0101 – выход ПИД-вычислителя 2; – 0110 – выход ПИД-вычислителя 3; – 0111 – выход ПИД-вычислителя 4; – 1000 – выход ПИД-вычислителя 5; – 1001 – выход ПИД-вычислителя 6; – 1010 – выход ПИД-вычислителя 7; – 1011 – выход ПИД-вычислителя 8; – 1100 – выход ПИД-вычислителя 9; – 1101 – выход ПИД-вычислителя 10; – 1110 – уставка, задаваемая по Modbus

Биты	Описание
3	Установка значения принудительного вывода: – 0 – не устанавливать; – 1 – установить
2	Реализация зоны нечувствительности: – 0 – рост интегральной составляющей остановлен (пропорциональная и дифференциальная составляющие приравняются к нулю); – 1 – на выходе устанавливается нуль (пропорциональная, дифференциальная, интегральная составляющие приравняются к нулю)
1	Тип ПИД-вычислителя: – 0 – прямой; – 1 – реверсивный (рассогласование меняет знак на противоположный)
0	Включение ПИД-вычислителя: – 0 – выключен; – 1 – включен

Таблица 4.22 – Параметры n-ого ПИД-вычислителя (динамические, хранимые в ОЗУ. Вступают в силу незамедлительно) (n=1..10)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Значение входа уставки (не учитывается Offset_IN и значение регистра PIDControl)	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000		R	0410+ 10×(n-1)
Значение входа обратной связи	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000		R	0411+ 10×(n-1)
Значение выхода ПИД-вычислителя	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000		R	0412+ 10×(n-1)
Предустановка интегратора (устанавливается при записи в данный регистр). При чтении возвращает значение интегральной составляющей	мВ (мкА)	от минус 20000 до 20000		RW	0413+ 10×(n-1)

Таблица 4.23 – Регистры статуса, данных и управления

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистр статуса модуля				R	0400
Регистр статуса данных				R	0401
Измеренное значение входного канала 1 (младшие 16 бит)				R	0408
Измеренное значение входного канала 1 (старшие 16 бит, всегда равны нулю)				R	0409
Измеренное значение входного канала 2 (младшие 16 бит)				R	040A
Измеренное значение входного канала 2 (старшие 16 бит, всегда равны нулю)				R	040B
Регистр сброса (для сброса модуля необходимо записать значение 0xAAAA)		0xAAAA		W	0777

Таблица 4.24 – Регистр статуса модуля (адрес 0x0400)

Биты	Описание
15...5	Зарезервированы
4	Ошибка контрольной суммы параметров (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
3	Авария входного канала 2 (0 – нет аварии, 1 – есть авария)
2	Авария входного канала 1 (0 – нет аварии, 1 – есть авария)
1, 0	Зарезервированы

Таблица 4.25 – Регистр статуса данных (адрес 0x0401)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7	Достоверность данных входного канала 2 (0 – данные достоверны, 1 – данные недостоверны)
6	Достоверность данных входного канала 1 (0 – данные достоверны, 1 – данные недостоверны)
5, 4	Зарезервированы
3	Выход за установленный диапазон (входной канал 2) (0 – данные в установленном диапазоне, 1 – данные вне установленного диапазона)
2	Выход за установленный диапазон (входной канал 1) (0 – данные в установленном диапазоне, 1 – данные вне установленного диапазона)
1, 0	Зарезервированы

4.2.5 Схема подключения модуля

Схема подключения внешних цепей модуля ТМА-305 представлена на рисунке 4.10.

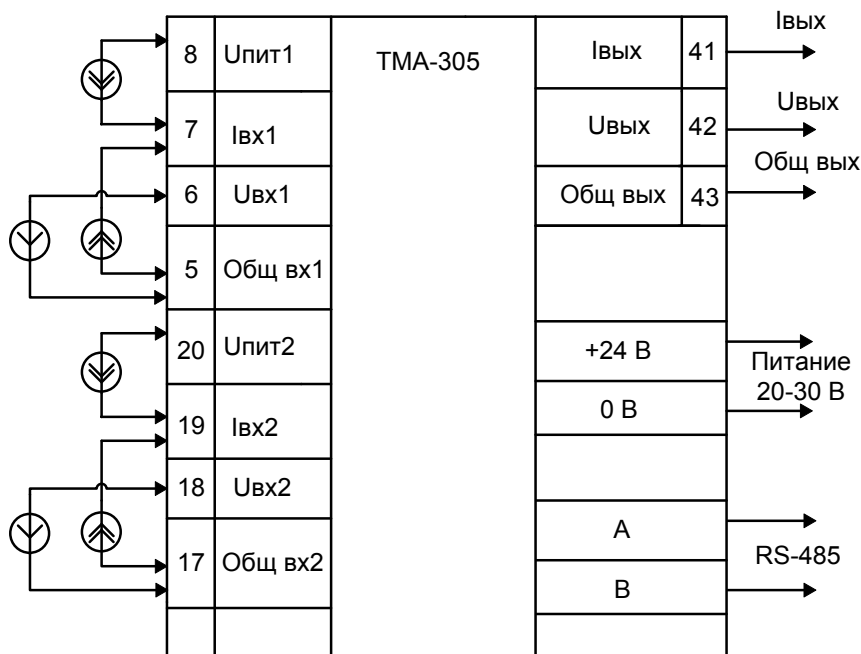


Рисунок 4.10 – Схема подключения модуля ТМА-305

Назначение контактов модуля указано в таблице 4.26.

Таблица 4.26 – Назначение контактов модуля ТМА-305

Контакт	Назначение контакта
8	Упит1 – питание датчика входа канала 1
7	Ивх1 – вход по току канала 1
6	Увх1 – вход по напряжению канала 1
5	Общ вх1 – общий вход канала 1
20	Упит2 – питание датчика входа канала 3
19	Ивх2 – вход по току канала 3
18	Увх2 – вход по напряжению канала 3
17	Общ вх2 – общий вход канала 3
41	Ивых – выход по току
42	Увых – выход по напряжению
43	Общ вых – общий выхода
+24 В	Питание (+)
0 В	Питание (-)
А	А (+ RS-485)
В	В (- RS-485)

Для защиты входов от импульсных помех большой энергии необходимо применять внешнее защитное устройство, удовлетворяющее требованиям ГОСТ Р 51318.24-99.



4.2.6 Комплектность

Комплект поставки	Наименование и обозначение	Количество
	Модуль ТМА-305 ТУ 4217-027-28829549-2003	1 шт.
	Модуль ТМА-305. Паспорт	1 экз.
	Электронный носитель, содержащий следующее: – руководство по эксплуатации; – методику поверки; – копию сертификата соответствия; – копию свидетельства средств измерения; – сервисное программное обеспечение	1 шт.
	Перемычка MJ2-0	1 шт.
	Розетка MSTBT 2,5/4-ST KMGY	3 шт.*
	Разъем ME 22,5 TBUS 1,5/5-ST-3,81 KMGY	3 шт.*
	Гарантийный талон	1 экз.
	Упаковка	1 компл.

Примечания

1 По согласованию с заказчиком комплект поставки может изменяться.

2* Установлены на модуле.

5 МОДУЛИ ТМД

5.1 Модуль TMD-102



5.1.1 Назначение

Восьмиканальный модуль предназначен для управления исполнительными механизмами распределенных систем в сети RS-485. Модуль имеет повышенную надежность от выдачи ложных сигналов, а также обеспечивает контроль выдачи сигналов телеуправления. Модуль обеспечивает выдачу восьми сигналов телеуправления.

5.1.2 Технические характеристики

Количество гальванически разделенных групп выходных каналов, шт.	2
Количество выходных каналов в группе, шт.	4
Коммутируемый ток, А, не более	0,5
Остаточное напряжение в состоянии "Включено", В, не более	2
Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока, В, не более	30*
Ток утечки в состоянии "Выключено", мА, не более	0,5

Максимальная скорость обмена по последовательному интерфейсу, бит/с	115200
Время выдачи сигнала телеуправления, мс, не более	10
Длительность управляющего сигнала на выходе, с	от 0,1 до 60,0 постоянно
Напряжение гальванического разделения (эффективное значение), В, не менее:	
– между группами выходных каналов	500
– между группами выходных каналов и питанием	750
Диапазон питающих напряжений, В	от 20 до 30
Ток потребления, А, не более	0,12
Габаритные размеры, мм, не более	22,5×109,0×114,5
Масса, кг, не более	0,3

* Имеется защита от обратной полярности и от короткого замыкания в нагрузке

5.1.3 Описание функционирования

5.1.3.1 Устройство модуля

В состав модуля входят:

- МК – микроконтроллер;
- ИП – источник питания;
- ИН – узел индикации;
- ДВК1, ДВК2 – драйверы выходных каналов;
- ЭГР – элемент гальванической развязки.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 5.1.

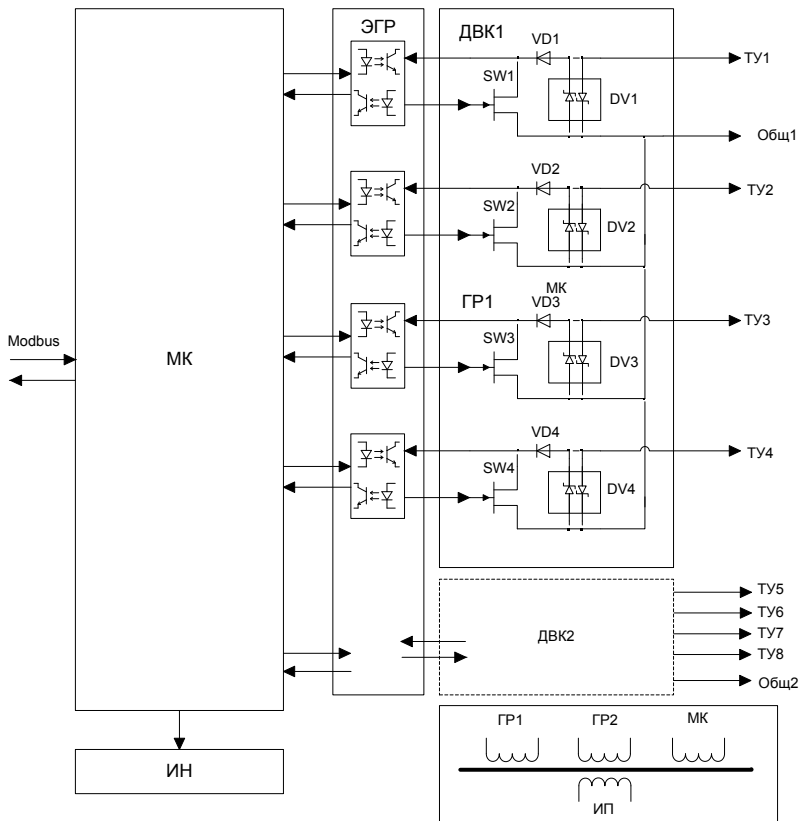


Рисунок 5.1 – Структурная схема модуля TMD-102

5.1.3.1.1 Драйверы выходных каналов

ДБК1, ДБК2 предназначены для управления ключами коммутации сигналов телеуправления.

Диоды VD защищают коммутаторы сигналов SW от подачи напряжения обратной полярности. Коммутаторы SW имеют защиту от короткого замыкания (ток отсечки находится в диапазоне от 0,8 до 1,5 А).

5.1.3.1.2 Микроконтроллер

МК выполняет следующие функции:

- приём и передачу информации по последовательному интерфейсу;
- управление выдачей дискретных сигналов;
- диагностику работоспособности и формирование сигналов индикации.

5.1.3.1.3 Элемент гальванической развязки

ЭГР обеспечивает гальваническую развязку выходной части модуля от МК и цепей ИП.

5.1.3.1.4 Источник питания

ИП предназначен для формирования гальванически развязанных напряжений питания ДВК1, ДВК2 и МК.

Схема ИП обеспечивает возможность подключения и отключения модуля без снятия питания с остальных модулей, установленных на общей шине питания.

5.1.3.1.5 Узел индикации

ИН отображает информацию о состоянии модуля в процессе работы.

5.1.3.2 Индикация модуля

Индикация о состоянии модуля и его выходов отображается на индикаторах "P", "C" и "ТУ1"–"ТУ8" в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1 – Индикация модуля TMD-102

Индикатор	Состояние индикации	Режим работы
"P"	Зеленый цвет свечения	Рабочий режим (индикатор питания)
"C"	Желтый цвет свечения	Обмен по последовательному интерфейсу
"ТУ1"–"ТУ8"	Зеленый цвет свечения	Сигнал телеуправления выдан
	Нет свечения	Сигнал телеуправления не выдан

5.1.3.3 Функционирование

Модуль содержит две гальванически разделенных группы по четыре выходных канала формирования сигналов телеуправления. Один из выходных каналов формирования сигналов телеуправления представлен на рисунке 5.2.

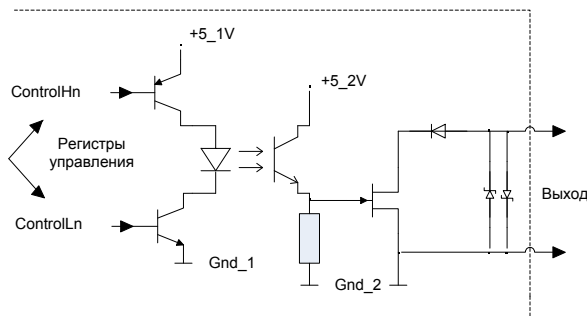


Рисунок 5.2 – Структурная схема выходного канала модуля TMD-102

Использование двухтактного управления ЭРГ позволяет уменьшить минимум в четыре раза вероятность выдачи ложного сигнала телеуправления в случае сбоя исполняющей программы в МК.

Для выдачи сигнала управления n-ого канала необходимо записать значение 0x5555 в регистры управления ControlLn и ControlHn.

Для снятия сигнала управления n-ого канала необходимо записать значение 0xAAAA в регистры управления ControlLn и ControlHn.

Ниже приведена зависимость состояния выхода n-ого канала от значения, содержащегося в регистрах управления ControlHn и ControlLn.

ControlHn	ControlLn	Состояние выхода
0xAAAA	0xAAAA	Выключен
0x5555	0x5555	Включен
без изменения	0x5555 или 0xAAAA	без изменения
0x5555 или 0xAAAA	без изменения	без изменения

При пропадании напряжения питания модуль не сохраняет текущее состояние и при последующем появлении питающего напряжения все выходы будут в состоянии "Выключено".

Модуль поддерживает протокол Modbus RTU (Slave-устройство).

Все установки параметров работы модуля производятся по последовательному интерфейсу. Объем доступных для чтения и записи параметров модуля, порядок их установки приведены в 5.1.4.

Изменение сетевого адреса в сети Modbus и параметров работы модуля проводится с помощью входящего в комплект поставки ПО *TMD_View*.

При работе в составе автоматизированной системы установка начальных параметров должна производиться в соответствии с алгоритмом работы Master-устройства системы.

ВНИМАНИЕ! Несоответствие в параметрах интерфейса модуля и Master-устройства сети Modbus, а также наличие в сети нескольких Slave-устройств с одинаковым адресом приведет к потере связи с модулем.

В случае, если установленные в модуле параметры интерфейса неизвестны, необходимо установить перемычку на соединитель ХК и перезапустить модуль переключением питания. При этом существует возможность установить связь с модулем при параметрах связи: адрес – 1; скорость передачи – 19200 бит/с; паритет – четность (Even), прочесть текущие параметры связи или установить требуемые. Следует учесть, что установка перемычки не модифицирует регистры, отвечающие за параметры связи модуля.

5.1.4 Таблица адресов Modbus

Модуль поддерживает функции 3, 16 и стандартные исключения 1, 2, 6. Обозначение типа доступа:

- R – только чтение, запись в данный регистр (ячейку) невозможна;
- RW – произвольное чтение, запись регистра (ячейки);
- W – только запись, чтение данного регистра (ячейки) невозможно.

Если нет особых указаний, то все изменения вступают в силу только после пересброса модуля.

Все необходимые данные для работы модуля приведены в таблицах 5.2–5.7.

Таблица 5.2 – Идентификационные данные

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистрационный номер изделия (младшие биты)				R	0000
Регистрационный номер изделия (старшие биты)				R	0001
Дата изготовления				R	0002
Дата настройки				R	0003
Тип модуля			29	R	0300
Версия ПО				R	0301

Дата изготовления и дата настройки (адрес 0x0002 и адрес 0x0003):

- биты 10...15 – год;
- биты 6...9 – месяц;
- бит 5 равен 1;
- биты 0...4 – число месяца.

Версия ПО (адрес 0x0301):

- биты 15...8 – номер версии;
- биты 7...0 – номер подверсии.

Таблица 5.3 – Параметры интерфейса

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Адрес устройства		от 1 до 247	1	RW	0101
Скорость передачи	×100 бит/с	24, 48, 96, 192, 288, 384, 576, 1152	192	RW	0102
Паритет		0, 1, 2	2	RW	0103

Паритет (адрес 0x0103):

- 0 – отсутствие паритета, два стоп-бита (применять не рекомендуется);
- 1 – нечетный паритет, один стоп-бит;
- 2 – четный паритет, один стоп-бит.

Таблица 5.4 – Параметры выходного n-ого канала (n=1...8)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Время удержания команды управления (статическая переменная, хранящаяся в энергонезависимой памяти)	мс	0 (постоянно), от 10 до 60000 с шагом 10	2000	RW	0108+ (n-1)
Регистр управления ControlH * (динамическая переменная, хранящаяся в ОЗУ)		0x5555, 0xAAAA		W	0403+ 2×(n-1)
Регистр управления ControlL * (динамическая переменная, хранящаяся в ОЗУ)		0x5555, 0xAAAA		W	0404+ 2×(n-1)
* Изменения вступают в силу после выполнения двух следующих друг за другом одинаковых команд управления с перерывом не более 3 с между включениями верхнего (ControlH) и нижнего (ControlL) ключей					

Таблица 5.5 – Регистры статуса, данных и управления

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистр статуса модуля				R	0400
Регистр статуса данных				R	0401
Регистр сброса (для сброса модуля необходимо записать значение 0xAAAA)		0xAAAA		W	0777

Таблица 5.6 – Регистр статуса модуля (адрес 0x0400)

Биты	Описание
15...13	Зарезервированы
12	Ошибка работы канала 8 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
11	Ошибка работы канала 7 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
10	Ошибка работы канала 6 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
9	Ошибка работы канала 5 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
8	Ошибка работы канала 4 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
7	Ошибка работы канала 3 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
6	Ошибка работы канала 2 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
5	Ошибка работы канала 1 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
4	Ошибка работы каналов (0 – нет ошибок ни в одном из каналов, 1 – есть ошибка хотя бы в одном из каналов)
3	Ошибка контрольной суммы параметров (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
2...0	Зарезервированы

Таблица 5.7 – Регистр статуса данных (адрес 0x0401)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7	Состояние 8 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
6	Состояние 7 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
5	Состояние 6 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
4	Состояние 5 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
3	Состояние 4 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
2	Состояние 3 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
1	Состояние 2 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
0	Состояние 1 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)

5.1.5 Схема подключения модуля

Схема подключения внешних цепей модуля ТМД-102 представлена на рисунке 5.3.

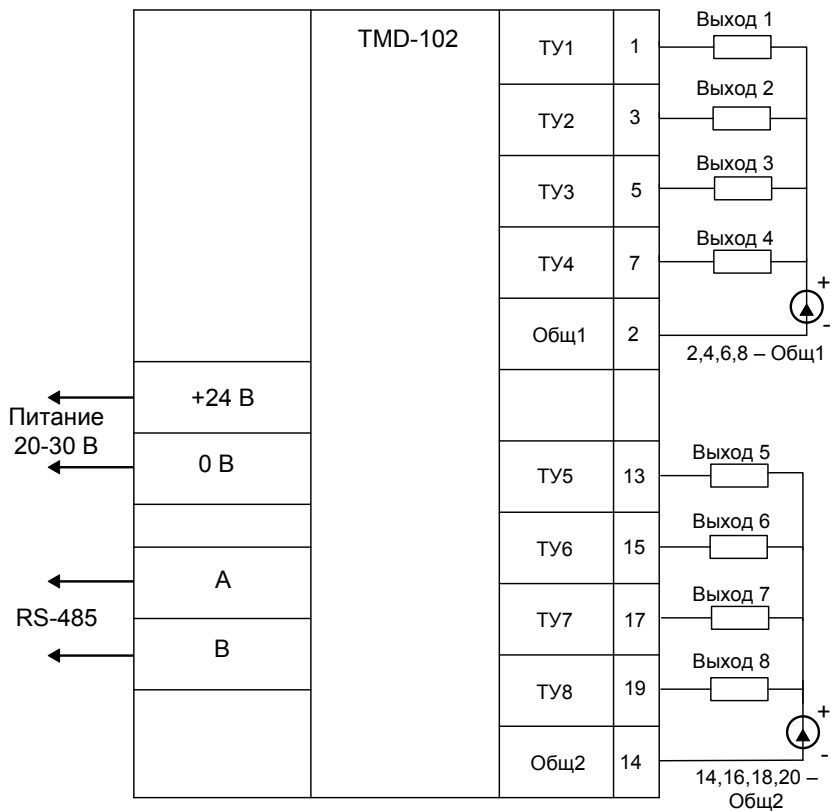


Рисунок 5.3 – Схема подключения модуля ТМД-102

Назначение контактов модуля указано в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Назначение контактов модуля TMD-102

Контакт	Назначение контакта
1	ТУ1
3	ТУ2
5	ТУ3
7	ТУ4
2, 4, 6, 8	Общ1
13	ТУ5
15	ТУ6
17	ТУ7
19	ТУ7
14, 16, 18, 20	Общ2
+24 В	Питание (+)
0 В	Питание (-)
А	А (+ RS-485)
В	В (- RS-485)
<p>П р и м е ч а н и е – На цепи "ТУ1"-"ТУ8" должен подаваться положительный потенциал, на цепи "Общ1", "Общ2" – отрицательный потенциал коммутируемого напряжения</p>	

5.1.6 Комплектность

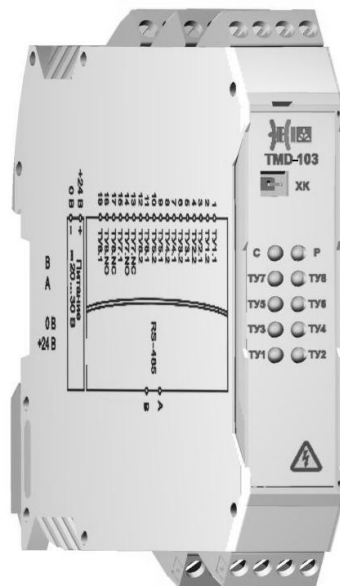
Комплект поставки	Наименование и обозначение	Количество
	<p>Модуль ТМД-102 ТУ 4217-027-28829549-2003</p>	<p>1 шт.</p>
	<p>Модуль ТМД-102. Паспорт</p>	<p>1 экз.</p>
	<p>Электронный носитель, содержащий следующее: – руководство по эксплуатации; – копию сертификата соответствия; – сервисное программное обеспечение</p>	<p>1 шт.</p>
	<p>Перемычка MJ-0</p>	<p>1 шт.</p>
	<p>Розетка MSTBT 2,5/4-ST KMGY</p>	<p>4 шт.*</p>
	<p>Разъем ME 22,5 TBUS 1,5/5-ST-3,81 KMGY</p>	<p>1 шт.*</p>
	<p>Гарантийный талон</p>	<p>1 экз.</p>
	<p>Упаковка</p>	<p>1 компл.</p>

Примечания

1 По согласованию с заказчиком комплект поставки может изменяться.

2* Установлены на модуле.

5.2 Модуль TMD-103



5.2.1 Назначение

Восьмиканальный модуль предназначен для управления исполнительными механизмами распределенных систем в сети RS-485. Модуль имеет повышенную надежность от выдачи ложных сигналов. Модуль обеспечивает выдачу восьми сигналов телеуправления, два из которых выполнены в виде перекидного реле.

5.2.2 Технические характеристики

Количество гальванически разделенных выходных каналов, шт.

8

Коммутируемый ток, А, не более:

– постоянного тока

5

– переменного тока (действующее значение)

5

Максимальное коммутируемое напряжение, В, не более

– постоянного тока

30

– переменного тока (действующее значение)

250

Максимальная скорость обмена по последовательному интерфейсу, бит/с	115200
Время выдачи сигнала телеуправления, мс, не более	10
Длительность управляющего сигнала на выходе, с	от 0,1 до 60,0 постоянно
Напряжение гальванического разделения (эффективное значение), В, не менее:	
– между выходными каналами	500
– между выходными каналами и питанием	750
Диапазон питающих напряжений, В	от 20 до 30
Ток потребления, А, не более	0,15
Габаритные размеры, мм, не более	22,5×109,0×114,5
Масса, кг, не более	0,3

5.2.3 Описание функционирования

5.2.3.1 Устройство модуля

В состав модуля входят:

- МК – микроконтроллер;
- ИП – источник питания;
- ИН – узел индикации;
- ЭГР – элемент гальванической развязки.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 5.4.

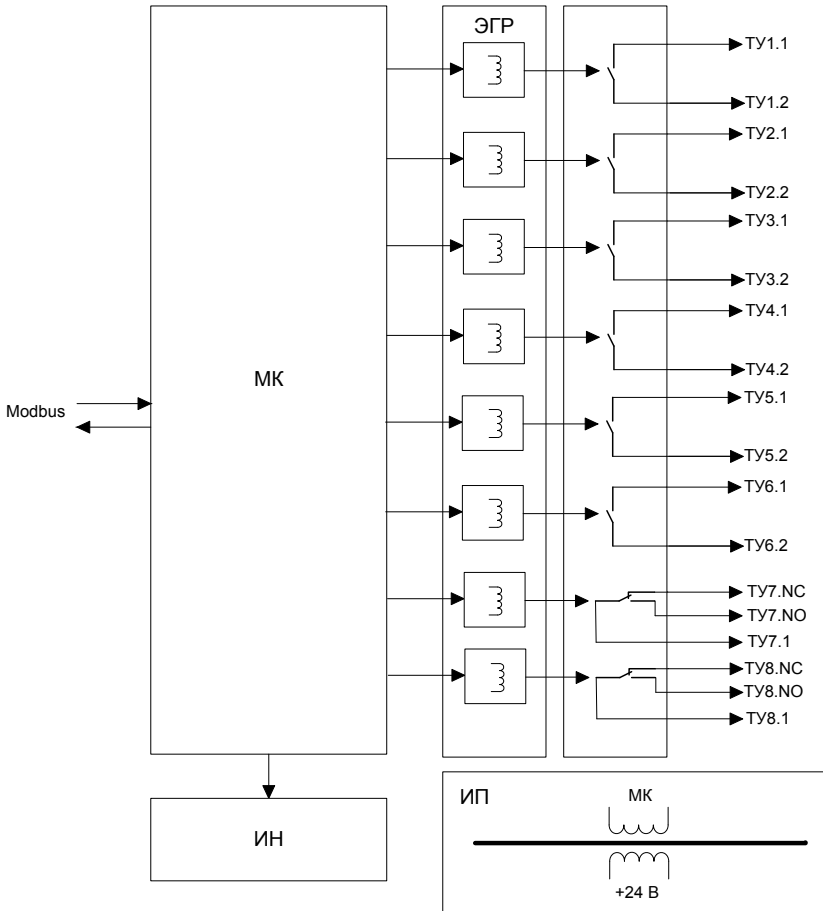


Рисунок 5.4 – Структурная схема модуля TMD-103

5.2.3.1.1 Микроконтроллер

МК выполняет следующие функции:

- приём и передачу информации по последовательному интерфейсу;
- управление выдачей дискретных сигналов;
- диагностику работоспособности и формирование сигналов индикации.

5.2.3.1.2 Элемент гальванической развязки

ЭГР обеспечивает гальваническую развязку выходной части модуля от МК и цепей ИП.

5.2.3.1.3 Источник питания

ИП предназначен для формирования гальванически развязанных напряжений питания МК.

Схема ИП обеспечивает возможность подключения и отключения модуля без снятия питания с остальных модулей, установленных на общей шине питания.

5.2.3.1.4 Узел индикации

ИН отображает информацию о состоянии модуля в процессе работы.

5.2.3.2 Индикация модуля

Индикация о состоянии модуля и его выходов отображается на индикаторах "P", "C" и "ТУ1"-"ТУ8" в соответствии с таблицей 5.9.

Таблица 5.9 – Индикация модуля TMD-103

Индикатор	Состояние индикации	Режим работы
"P"	Зеленый цвет свечения	Рабочий режим (индикатор питания)
"C"	Желтый цвет свечения	Обмен по последовательному интерфейсу
"ТУ1"-"ТУ8 "	Зеленый цвет свечения	Сигнал телеуправления выдан
	Нет свечения	Сигнал телеуправления не выдан

5.2.3.3 Функционирование

Модуль содержит восемь выходных каналов формирования сигналов телеуправления. Каждый выходной канал формирования сигналов телеуправления представлен на рисунке 5.5.

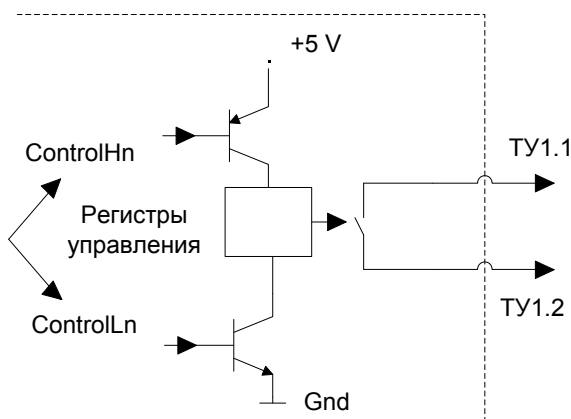


Рисунок 5.5 – Структурная схема выходного канала модуля TMD-103

Использование двухтактного управления ЭРГ позволяет уменьшить минимум в четыре раза вероятность выдачи ложного сигнала телеуправления в случае сбоя исполняющей программы в МК.

Для выдачи сигнала управления n-ого канала необходимо записать значение 0x5555 в регистры управления ControlLn и ControlHn.

Для снятия сигнала управления n-ого канала необходимо записать значение 0xAAAA в регистры управления ControlLn и ControlHn.

Ниже приведена зависимость состояния выхода n-ого канала от значения, содержащегося в регистрах управления ControlHn и ControlLn.

ControlHn	ControlLn	Состояние выхода
0xAAAA	0xAAAA	выключен
0x5555	0x5555	включен
без изменения	0x5555 или 0xAAAA	без изменения
0x5555 или 0xAAAA	без изменения	без изменения

При пропадании напряжения питания модуль не сохраняет текущее состояние и при последующем появлении питающего напряжения все выходы будут в состоянии "Выключено".

Модуль поддерживает протокол Modbus RTU (Slave-устройство).

Все установки параметров работы модуля производятся по последовательному интерфейсу. Объем доступных для чтения и записи параметров модуля, порядок их установки приведен в 5.2.4.

Изменение сетевого адреса в сети Modbus и параметров работы модуля проводится с помощью входящего в комплект поставки ПО *TMD_View*.

При работе в составе автоматизированной системы установка начальных параметров должна производиться в соответствии с алгоритмом работы Master-устройства системы.

ВНИМАНИЕ! Несоответствие в параметрах интерфейса модуля и Master-устройства сети Modbus, а также наличие в сети нескольких Slave-устройств с одинаковым адресом приведет к потере связи с модулем.

В случае, если установленные в модуле параметры интерфейса неизвестны, необходимо установить перемычку на соединитель ХК и перезапустить модуль переключением питания. При этом существует возможность установить связь с модулем при параметрах связи: адрес – 1; скорость передачи – 19200 бит/с; паритет – четность (Even), прочитать текущие параметры связи или установить требуемые. Следует учесть, что установка перемычки не модифицирует регистры, отвечающие за параметры связи модуля.

5.2.4 Таблица адресов Modbus

Модуль поддерживает функции 3, 16 и стандартные исключения 1, 2, 6.

Обозначение типа доступа:

- R – только чтение, запись в данный регистр (ячейку) невозможна;
- RW – произвольное чтение, запись регистра (ячейки);
- W – только запись, чтение данного регистра (ячейки) невозможно.

Если нет особых указаний, то все изменения вступают в силу только после пересброса модуля.

Все необходимые данные для работы модуля приведены в таблицах 5.10–5.15.

Таблица 5.10 – Идентификационные данные

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистрационный номер изделия (младшие биты)				R	0000
Регистрационный номер изделия (старшие биты)				R	0001
Дата изготовления				R	0002
Дата настройки				R	0003
Тип модуля			30	R	0300
Версия ПО				R	0301

Дата изготовления и дата настройки (адрес 0x0002 и адрес 0x0003):

- биты 10...15 – год;
- биты 6...9 – месяц;
- бит 5 равен "1";
- биты 0...4 – число месяца.

Версия ПО (адрес 0x0301):

- биты 15...8 – номер версии;
- биты 7...0 – номер подверсии.

Таблица 5.11 – Параметры интерфейса

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Адрес устройства		от 1 до 247	1	RW	0101
Скорость передачи	×100 бит/с	24, 48, 96, 192, 288, 384, 576, 1152	192	RW	0102
Паритет		0, 1, 2	2	RW	0103

Паритет (адрес 0x0103):

- 0 – отсутствие паритета, два стоп-бита (применять не рекомендуется);
- 1 – нечетный паритет, один стоп-бит;
- 2 – четный паритет, один стоп-бит.

Таблица 5.12 – Параметры выходного n-ого канала (n=1...8)

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Время удержания команды управления (статическая переменная, хранящаяся в энергонезависимой памяти)	мс	0 (постоянно), от 10 до 60000 с шагом 10	2000	RW	0108+ (n-1)
Регистр управления ControlH * (динамическая переменная, хранящаяся в ОЗУ)		0x5555, 0xAAAA		W	0403+ 2×(n-1)
Регистр управления ControlL * (динамическая переменная, хранящаяся в ОЗУ)		0x5555, 0xAAAA		W	0404+ 2×(n-1)
* Изменения вступают в силу после выполнения двух следующих друг за другом одинаковых команд управления с перерывом не более 3 с между включениями верхнего (ControlH) и нижнего (ControlL) ключей					

Таблица 5.13 – Регистры статуса, данных и управления

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистр статуса модуля				R	0400
Регистр статуса данных				R	0401
Регистр сброса (для сброса модуля необходимо записать значение 0xAAAA)		0xAAAA		W	0777

Таблица 5.14 – Регистр статуса модуля (адрес 0x0400)

Биты	Описание
15...4	Зарезервированы
3	Ошибка контрольной суммы параметров (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
2...0	Зарезервированы

Таблица 5.15 – Регистр статуса данных (адрес 0x0401)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7	Состояние 8 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан (замыкаются контакты ТУ8.1 и ТУ8.NC), 1 – сигнал телеуправления выдан (замыкаются контакты ТУ8.1 и ТУ8.NO))
6	Состояние 7 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан (замыкаются контакты ТУ7.1 и ТУ7.NC), 1 – сигнал телеуправления выдан (замыкаются контакты ТУ7.1 и ТУ7.NO))
5	Состояние 6 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
4	Состояние 5 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
3	Состояние 4 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
2	Состояние 3 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
1	Состояние 2 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)
0	Состояние 1 канала модуля (0 – сигнал телеуправления не выдан, 1 – сигнал телеуправления выдан)

5.2.5 Схема подключения модуля

Схема подключения внешних цепей модуля представлена на рисунке 5.6.

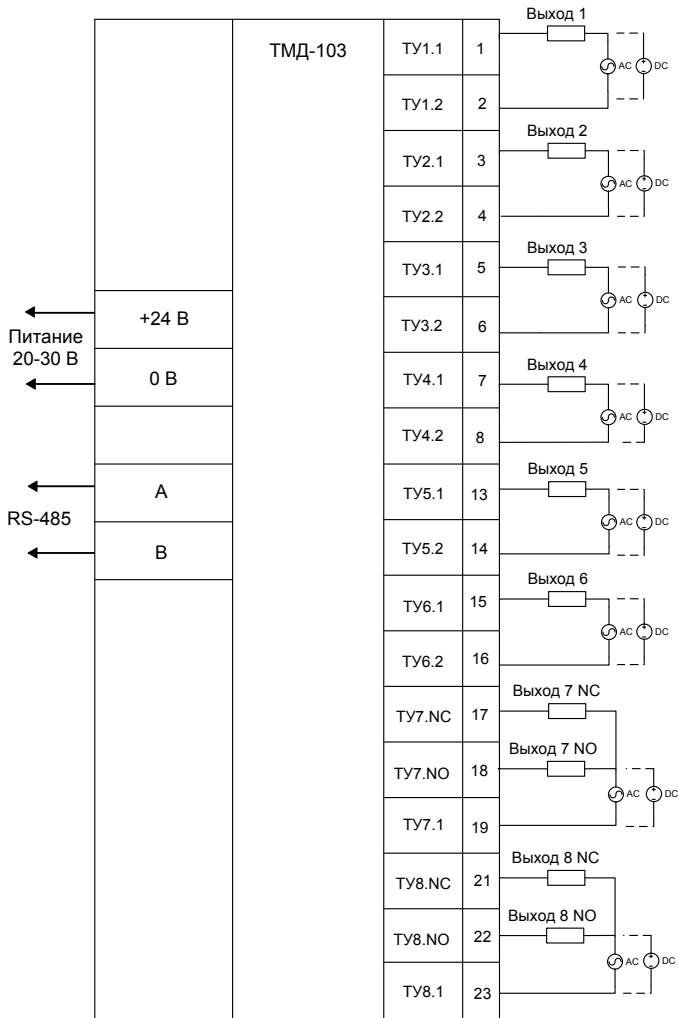


Рисунок 5.6 – Схема подключения модуля TMD-103

Назначение контактов модуля указано в таблице 5.16.

Таблица 5.16 – Назначение контактов модуля ТМD-103

Контакт	Назначение контакта
1	ТУ1.1
2	ТУ1.2
3	ТУ2.1
4	ТУ2.2
5	ТУ3.1
6	ТУ3.2
7	ТУ4.1
8	ТУ4.2
13	ТУ5.1
14	ТУ5.2
15	ТУ6.1
16	ТУ6.2
17	ТУ7.NC
18	ТУ7.NO
19	ТУ7.1
21	ТУ8.NC
22	ТУ8.NO
23	ТУ8.1
+24 В	Питание (+)
0 В	Питание (-)
A	A (+ RS-485)
B	B (- RS-485)

5.2.6 Комплектность

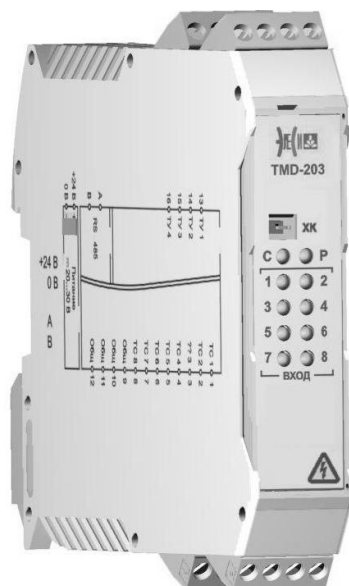
Комплект поставки	Наименование и обозначение	Количество
	<p>Модуль TMD-103 ТУ 4217-027-28829549-2003</p>	<p>1 шт.</p>
	<p>Модуль TMD-103. Паспорт</p>	<p>1 экз.</p>
	<p>Электронный носитель, содержащий следующее: – руководство по эксплуатации; – копию сертификата соответствия; – сервисное программное обеспечение</p>	<p>1 шт.</p>
	<p>Перемычка MJ-0</p>	<p>1 шт.</p>
	<p>Розетка MSTBT 2,5/4-ST KMGY</p>	<p>5 шт.*</p>
	<p>Разъем ME 22,5 TBUS 1,5/5-ST-3,81 KMGY</p>	<p>1 шт.*</p>
	<p>Гарантийный талон</p>	<p>1 экз.</p>
	<p>Упаковка</p>	<p>1 компл.</p>

Примечания

1 По согласованию с заказчиком комплект поставки может изменяться.

2* Установлены на модуле.

5.3 Модуль TMD-203



5.3.1 Назначение

Модуль предназначен для опроса восьми дискретных гальванически развязанных входов. Обмен информацией с модулем осуществляется посредством интерфейса RS-485, протокол Modbus RTU.

5.3.2 Технические характеристики

Количество входных каналов, шт.*	8
Максимальное входное напряжение переменного тока промышленной частоты (эффективное значение), В	250
Напряжение логических уровней, В:	
– "0"	120, не более
– "1"	170, не менее
Входной ток, мА, не более	1
Напряжение гальванического разделения (эффективное значение), В, не менее:	
– между входными каналами	500
– между цепями интерфейса RS-485 и остальными цепями модуля	500
– между цепями питания и остальными цепями модуля	750

Максимальная скорость обмена по последовательному интерфейсу, бит/с 115200

Диапазон питающих напряжений, В

от 20 до 30

Ток потребления, А, не более

0,08

Габаритные размеры, мм, не более

22,5×109,0×114,5

Масса, кг, не более

0,3

* Входные каналы устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95), степень жесткости 2, критерий качества функционирования А.

5.3.3 Описание функционирования

5.3.3.1 Устройство модуля

В состав модуля входят:

- МК – микроконтроллер;
- ИП – источник питания;
- ИН – узел индикации;
- Драйвер RS-485;
- ВЦ – входная цепь канала;
- ЭГР – элемент гальванической развязки;
- ФУ – формирователь уровня.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 5.7.

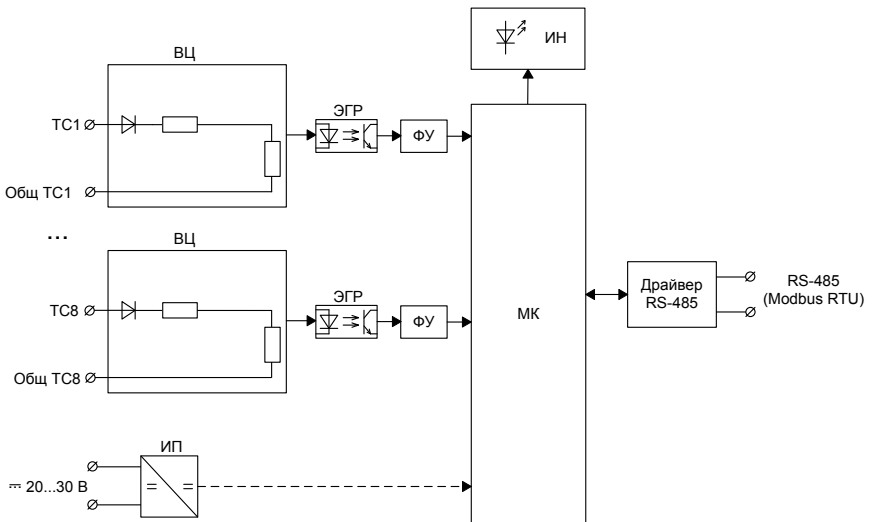


Рисунок 5.7 – Структурная схема модуля TMD-203

5.3.3.1.1 Микроконтроллер

МК выполняет следующие функции:

- диагностику работоспособности и формирование сигналов индикации;
- считывание состояния дискретных входов;
- приём и передачу информации по последовательному интерфейсу.

5.3.3.1.2 Источник питания

ИП предназначен для формирования гальванически развязанных напряжений питаний.

Схема ИП обеспечивает возможность подключения и отключения модуля без снятия питания с остальных модулей, установленных на общей шине питания.

5.3.3.1.3 Узел индикации

ИН отображает информацию о состоянии модуля в процессе работы.

5.3.3.1.4 Драйвер RS-485

Драйвер RS-485 служит для преобразования сигналов МК в сигналы стандарта RS-485.

5.3.3.1.5 Входная цепь канала

Входные цепи канала содержат резистивные схемы деления напряжения, а также помехоподавляющие цепи.

5.3.3.1.6 Элемент гальванической развязки

ЭГР обеспечивает гальваническую развязку входных цепей от остальных цепей модуля.

5.3.3.1.7 Формирователь уровня

ФУ предназначен для преобразования уровня входного сигнала, сформированного на ЭГР в TTL-уровень.

5.3.3.2 Индикация модуля

Индикация о состоянии модуля и о состоянии его входов и выходов отображается на индикаторах "P", "C", "TC1"–"TC8" в соответствие с таблицей 5.17.

Таблица 5.17 – Индикация модуля TMD-203

Индикатор	Состояние индикации	Режим работы
"P"	Зелёный цвет свечения	Рабочий режим (индикатор питания)
"C"	Жёлтый цвет свечения	Обмен по последовательному интерфейсу
"TC1"–"TC8"	Зелёный цвет свечения	Сигнал телесигнализации установлен
	Нет свечения	Сигнал телесигнализации сброшен

5.3.3.3 Функционирование

Модуль поддерживает протокол Modbus RTU (Slave-устройство).

Все установки параметров работы модуля производятся по последовательному интерфейсу. Объем доступных для чтения и записи параметров модуля, порядок их установки приведены в 5.3.4.

Изменение сетевого адреса в сети Modbus и параметров работы модуля проводится с помощью входящего в комплект поставки ПО *TMD_View*.

При работе в составе автоматизированной системы установка начальных параметров должна производиться в соответствии с алгоритмом работы Master-устройства системы.

ВНИМАНИЕ! Несоответствие в параметрах интерфейса модуля и Master-устройства сети Modbus, а также наличие в сети нескольких Slave-устройств с одинаковым адресом приведёт к потере связи с модулем.

В случае, если установленные в модуле параметры интерфейса неизвестны, необходимо установить переключку на соединитель ХК и перезапустить модуль переключением питания. При этом существует возможность установить связь с модулем при параметрах связи: адрес – 1; скорость передачи – 19200 бит/с; паритет – чётность (Even). Следует учесть, что установка переключки не модифицирует регистры, отвечающие за параметры связи модуля.

5.3.4 Таблица адресов Modbus

Модуль поддерживает функции 3, 16 и стандартные исключения 1, 2, 6. Обозначение типа доступа:

- R – только чтение, запись в данный регистр (ячейку) невозможна;
- RW – произвольное чтение, запись регистра (ячейки);
- W – только запись, чтение данного регистра (ячейки) невозможно.

Если нет особых указаний, то все изменения вступают в силу только после пересброса модуля.

Все необходимые данные для работы модуля приведены в таблицах 5.18–5.23.

Таблица 5.18 – Идентификационные данные

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистрационный номер изделия (младшие биты)				R	0000
Регистрационный номер изделия (старшие биты)				R	0001
Дата изготовления				R	0002
Дата настройки				R	0003
Тип модуля			27	R	0300
Версия ПО				R	0301

Дата изготовления и дата настройки (адрес 0x0002 и адрес 0x0003):

- биты 10...15 – год;
- биты 6...9 – месяц;
- бит 5 равен 1;
- биты 0...4 – число месяца.

Версия ПО (адрес 0x0301):

- биты 15...8 – номер версии;
- биты 7...0 – номер подверсии.

Таблица 5.19 – Параметры интерфейса

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Адрес устройства		от 1 до 247	1	RW	0101
Скорость передачи	×100 бит/с	24, 48, 96, 192, 288, 384, 576, 1152	192	RW	0102
Паритет		0, 1, 2	2	RW	0103

Паритет (адрес 0x0103):

- 0 – отсутствие паритета, два стоп-бита (применять не рекомендуется);
- 1 – нечётный паритет, один стоп-бит;
- 2 – чётный паритет, один стоп-бит.

Таблица 5.20 – Регистры статуса, данных и управления

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистр статуса модуля				R	0400
Регистр состояния входных каналов				R	0401
Время интегрирования входного сигнала	мс	от 20 до 2000, с шагом 20		RW	0109
Установка инверсии входных каналов				RW	010A
Регистр сброса (для сброса модуля необходимо записать значение 0xAAAA)		0xAAAA		W	0777

Таблица 5.21 – Регистр статуса модуля (адрес 0x0400)

Биты	Описание
15...9	Зарезервированы
8	Данные не обновлялись (0 – был произведён хотя бы один опрос состояния входных каналов, 1 – информации о состоянии входных каналов после включения питания нет)
7...4	Зарезервированы
3	Ошибка контрольной суммы параметров (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
2...0	Зарезервированы

Таблица 5.22 – Регистр состояния входных каналов (адрес 0x0401)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7 (канал № 8) ... 0 (канал № 1)	0 – сигнал ТС сброшен, 1 – сигнал ТС установлен

Таблица 5.23 – Регистр установки инверсии входных каналов (адрес 0x010A)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7 (канал № 8) ... 0 (канал № 1)	0 – инверсия не используется, 1 – инверсия используется

5.3.5 Схема подключения модуля

Схема подключения внешних цепей модуля представлена на рисунке 5.8.

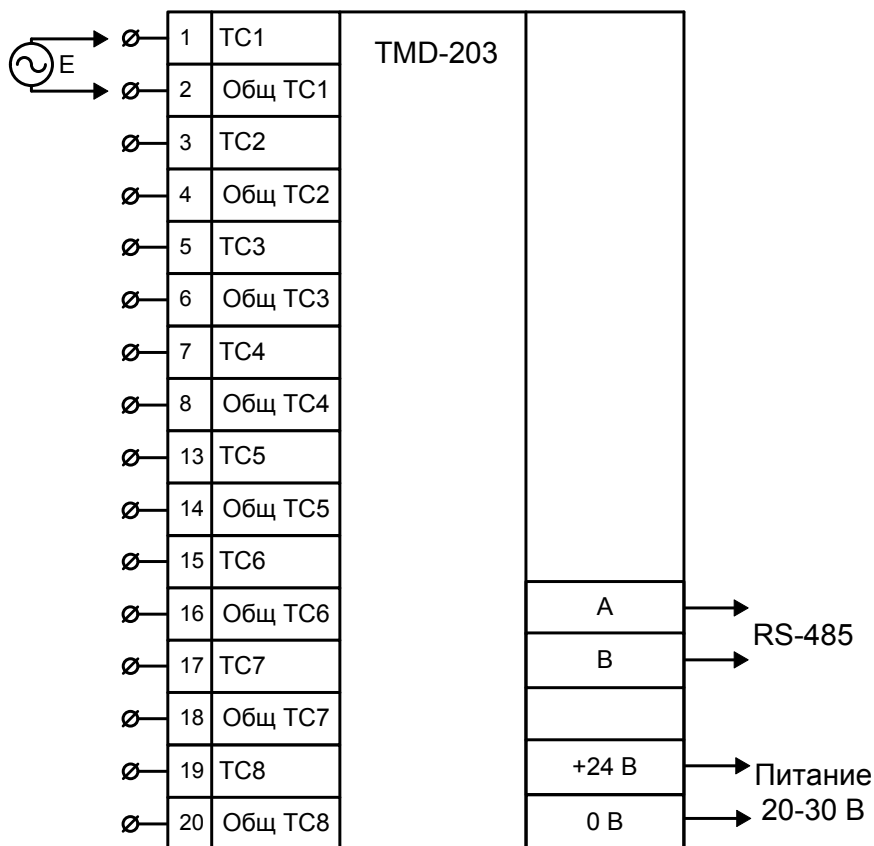


Рисунок 5.8 – Схема подключения модуля TMD-203

Назначение контактов модуля указано в таблице 5.24.

Таблица 5.24 – Назначение контактов модуля TMD-203

Контакт	Назначение контакта
1	ТС1 (дискретный вход 1)
2	Общ ТС1 (общий провод дискретного входа 1)
3	ТС2 (дискретный вход 2)
4	Общ ТС2 (общий провод дискретного входа 2)
5	ТС3 (дискретный вход 3)
6	Общ ТС3 (общий провод дискретного входа 3)
7	ТС4 (дискретный вход 4)
8	Общ ТС4 (общий провод дискретного входа 4)
13	ТС5 (дискретный вход 5)
14	Общ ТС5 (общий провод дискретного входа 5)
15	ТС6 (дискретный вход 6)
16	Общ ТС6 (общий провод дискретного входа 6)
17	ТС7 (дискретный вход 7)
18	Общ ТС7 (общий провод дискретного входа 7)
19	ТС8 (дискретный вход 8)
20	Общ ТС8 (общий провод дискретного входа 8)
+24 В	Питание (+)
0 В	Питание (-)
А	А (+ RS-485)
В	В (- RS-485)

5.3.6 Комплектность

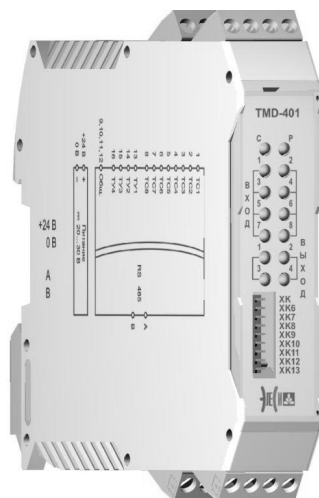
Комплект поставки	Наименование и обозначение	Количество
	Модуль TMD-203 ТУ 4217-027-28829549-2003	1 шт.
	Модуль TMD-203. Паспорт	1 экз.
	Электронный носитель, содержащий следующее: – руководство по эксплуатации; – копию сертификата соответствия; – сервисное программное обеспечение	1 шт.
	Перемычка MJ2-0	1 шт.
	Розетка MSTBT 2,5/4-ST KMGY	4 шт.*
	Разъём ME 22,5 TBUS 1,5/5-ST-3,81 KMGY	1 шт.*
	Гарантийный талон	1 экз.
	Упаковка	1 компл.

Примечания

1 По согласованию с заказчиком комплект поставки может изменяться.

2* Установлены на модуле.

5.4 Модуль TMD-401



5.4.1 Назначение

Модуль предназначен для опроса восьми дискретных датчиков (потенциальные, "сухой контакт"), а также формирования четырех выходных дискретных сигналов (открытый коллектор), при этом обеспечивается контроль выдачи дискретного сигнала. Входы и выходы гальванически связаны. Обмен информацией с модулем осуществляется посредством интерфейса RS-485, протокол Modbus RTU.

5.4.2 Технические характеристики

Количество входных каналов, шт.	8
Тип датчика дискретного входа	потенциальный, "сухой контакт"
Диапазон входных напряжений (потенциальный датчик), В	от минус 3 до плюс 30
Напряжение логических уровней (потенциальный датчик), В:	
– "0"	от минус 3 до плюс 5
– "1"	от 10 до 30
Логические уровни, соответствующие сопротивлению источника сигнала ("сухой контакт"), кОм:	
– "0"	0,5; не более
– "1"	10,0; не менее
Напряжение питания датчика ("сухой контакт"), В	от 12 до 15

Ток опроса датчика ("сухой контакт"), мА	10, не более
Количество выходных каналов, шт.	4
Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока, В, не более	30
Коммутируемый ток, А, не более	0,5
Остаточное напряжение в состоянии "Включено", В, не более	2
Ток утечки в состоянии "Выключено", мА, не более	0,5
Время выдачи сигнала телеуправления (ГУпр), мс, не более	10
Время удержания выдачи сигнала ГУпр, с	от 0,01 до 60,00; с шагом 0,01; постоянно
Максимальная скорость обмена по последовательному интерфейсу, бит/с	115200
Напряжение гальванического разделения (эффективное значение), В, не менее:	
– между цепями интерфейса RS-485 и остальными цепями модуля	500
– между цепями питания и остальными цепями модуля	750
Диапазон питающих напряжений, В	от 20 до 30
Ток потребления, не более, А	0,12
Габаритные размеры, не более, мм	22,5×109,0×114,5
Масса, не более, кг	0,3

* Имеется защита от обратной полярности. Входные каналы устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95), степень жесткости 2, критерий качества функционирования А.

5.4.3 Описание функционирования

5.4.3.1 Устройство модуля

В состав модуля входят:

- МК – микроконтроллер;
- ИП – источник питания;
- ИН – узел индикации;
- УГР – узел гальванической развязки;
- МП – масштабирующий преобразователь;
- ИПД – источник питания датчика;
- ПВГВД – переключатель выбора типа входного датчика;
- ВК – выходной ключ;
- УКВТУ – узел контроля выдачи ТУпр.

Структурная схема модуля приведена на рисунке 5.9.

Рисунок 5.9 – Структурная схема модуля TMD-401

5.4.3.1.1 Микроконтроллер

МК выполняет следующие функции:

- диагностику работоспособности и формирование сигналов индикации;
- считывание состояния дискретных входов;
- управление выдачей дискретных сигналов;
- контроль выдачи дискретных сигналов;
- приём и передачу информации по последовательному интерфейсу.

5.4.3.1.2 Источник питания

ИП предназначен для формирования гальванически развязанных напряжений питания.

Схема ИП обеспечивает возможность подключения и отключения модуля без снятия питания с остальных модулей, установленных на общей шине питания.

5.4.3.1.3 Узел индикации

ИН отображает информацию о состоянии модуля в процессе работы.

5.4.3.1.4 Элемент гальванической развязки

ЭГР обеспечивает гальваническую развязку коммуникационного интерфейса от других цепей модуля.

5.4.3.1.5 Масштабирующий преобразователь

МП предназначен для преобразования входного сигнала в уровень TTL-сигнала.

5.4.3.1.6 Источник питания датчика

ИПД предназначен для проверки (опроса) состояния датчика типа "сухой контакт". Для уменьшения тепловыделения внутри корпуса ИПД работает в импульсном режиме.

5.4.3.1.7 Перемычка выбора типа входного датчика

Перемычки ПД1 (ТС1)...ПД8 (ТС8) предназначены для выбора типа входного датчика. Для датчика типа "сухой контакт" перемычка должна быть установлена, а для потенциального – снята.

5.4.3.1.8 Выходной ключ

Для формирования выходного сигнала используется полевой транзистор. При записи "1" в регистр установки состояния ТУпр – транзистор переходит в открытое состояние (сигнал ТУпр выдан), при записи "0" – транзистор закрывается (сигнал ТУпр не выдан).

5.4.3.1.9 Узел контроля выдачи ТУпр

УКВТУ предназначен для диагностики состояния выходного ключа.

5.4.3.2 Индикация модуля

Индикация о состоянии модуля и о состоянии его входов и выходов отображается на индикаторах "P", "C", "TC1"–"TC8", "TY1"–"TY4" в соответствие с таблицей 5.25.

Таблица 5.25 – Индикация модуля TMD-401

Индикатор	Состояние индикации	Режим работы
"P"	Зелёный цвет свечения	Рабочий режим (индикатор питания)
"C"	Жёлтый цвет свечения	Обмен по последовательному интерфейсу
"TC1"–"TC8"	Зелёный цвет свечения	Сигнал телесигнализации (ТС) установлен
	Нет свечения	Сигнал ТС сброшен
"TY1"–"TY4"	Зелёный цвет свечения	Сигнал ТУпр выдан
	Нет свечения	Сигнал ТУпр не выдан

5.4.3.3 Функционирование

ВНИМАНИЕ! При пропадании напряжения питания модуль не сохраняет текущее состояние выходных каналов и при последующем появлении питающего напряжения все выходы будут в состоянии "Выключено".

Модуль поддерживает протокол Modbus RTU (Slave-устройство).

Все установки параметров работы модуля производятся по последовательному интерфейсу. Объем доступных для чтения и записи параметров модуля, порядок их установки приведены в 5.4.4.

Изменение сетевого адреса в сети Modbus и параметров работы модуля проводится с помощью входящего в комплект поставки ПО *TMD_View*.

При работе в составе автоматизированной системы установка начальных параметров должна производиться в соответствии с алгоритмом работы Master-устройства системы.

ВНИМАНИЕ! Несоответствие в параметрах интерфейса модуля и Master-устройства сети Modbus, а также наличие в сети нескольких Slave-устройств с одинаковым адресом приведёт к потере связи с модулем.

В случае, если установленные в модуле параметры интерфейса неизвестны, необходимо установить переключку на соединитель ХК и перезапустить модуль переключением питания. При этом существует возможность установить связь с модулем при параметрах связи: адрес – 1; скорость передачи – 19200 бит/с; паритет – чётность (Even). Следует учесть, что установка переключки не модифицирует регистры, отвечающие за параметры связи модуля.

5.4.4 Таблица адресов Modbus

Модуль поддерживает функции 3, 16 и стандартные исключения 1, 2, 6.

Обозначение типа доступа:

- R – только чтение, запись в данный регистр (ячейку) невозможна;
- RW – произвольное чтение, запись регистра (ячейки);
- W – только запись, чтение данного регистра (ячейки) невозможно.

Если нет особых указаний, то все изменения вступают в силу только после пересброса модуля.

Все необходимые данные для работы модуля приведены в таблицах 5.26–5.36.

Таблица 5.26 – Идентификационные данные

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистрационный номер изделия (младшие биты)				R	0000
Регистрационный номер изделия (старшие биты)				R	0001
Дата изготовления				R	0002
Тип модуля			28	R	0300
Версия ПО				R	0301

Дата изготовления (адрес 0x0002):

- биты 10...15 – год;
- биты 6...9 – месяц;
- бит 5 равен 1;
- биты 0...4 – число месяца.

Версия ПО (адрес 0x0301):

- биты 15...8 – номер версии;
- биты 7...0 – номер подверсии.

Таблица 5.27 – Параметры интерфейса

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Адрес устройства		от 1 до 247	1	RW	0101
Скорость передачи	×100 бит/с	24, 48, 96, 192, 288, 384, 576, 1152	192	RW	0102
Паритет		0, 1, 2	2	RW	0103

Паритет (адрес 0x0103):

- 0 – отсутствие паритета, два стоп-бита (применять не рекомендуется);
- 1 – нечётный паритет, один стоп-бит;
- 2 – чётный паритет, один стоп-бит.

Таблица 5.28 – Регистры управления

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Время интегрирования входного сигнала	мс	от 10 до 60000,		RW	0109
Инверсия состояния входных каналов		с шагом 10		RW	010A
Конфигурация защёлки входных каналов				RW	010B
Время удержания ТУпр	мс	0 (постоянно); от 10 до 60000, с шагом 10		RW	0115
Регистр управления выходных каналов (n=1...4, где n – номер выходного канала) *		0xAAAA (выключить), 0x5555 (включить)		W	(0410 + (n - 1))
Регистр сброса входных защёлки (n=1...8, где n – номер входного канала)		0		W	(077A + (n - 1))
* Изменения вступают в силу после выполнения двух следующих друг за другом одинаковых команд с перерывом не более 3 с					

Таблица 5.29 – Инверсия состояния входных каналов (адрес 0x010A)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7 (канал № 8)	0 – инверсия не используется, 1 – инверсия используется
6 (канал № 7)	0 – инверсия не используется, 1 – инверсия используется
5 (канал № 6)	0 – инверсия не используется, 1 – инверсия используется
4 (канал № 5)	0 – инверсия не используется, 1 – инверсия используется
3 (канал № 4)	0 – инверсия не используется, 1 – инверсия используется
2 (канал № 3)	0 – инверсия не используется, 1 – инверсия используется
1 (канал № 2)	0 – инверсия не используется, 1 – инверсия используется
0 (канал № 1)	0 – инверсия не используется, 1 – инверсия используется

Таблица 5.30 – Конфигурация защёлок входных каналов (адрес 0x010B)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7 (канал № 8)	0 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 1 в 0 (*), 1 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 0 в 1 (*)
6 (канал № 7)	0 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 1 в 0 (*), 1 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 0 в 1 (*)
5 (канал № 6)	0 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 1 в 0 (*), 1 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 0 в 1 (*)
4 (канал № 5)	0 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 1 в 0 (*), 1 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 0 в 1 (*)
3 (канал № 4)	0 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 1 в 0 (*), 1 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 0 в 1 (*)
2 (канал № 3)	0 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 1 в 0 (*), 1 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 0 в 1 (*)
1 (канал № 2)	0 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 1 в 0 (*), 1 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 0 в 1 (*)
0 (канал № 1)	0 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 1 в 0 (*), 1 – входная защёлка защёлкивается при переходе ТС из 0 в 1 (*)
* С учётом инверсии входных каналов	

Таблица 5.31 – Пример вариантов конфигурации входных-выходных сигналов в зависимости от инверсии состояний входов и защелки

Тип входного канала	Состояние входного канала (уровень)	Инверсия состояния входного канала (адрес 10Ah)	Конфигурация защелки входного канала (адрес 10Bh)	Состояние защелки входного канала считанное (адрес 403h)	Состояние входного канала считанное (адрес 401h)	Состояние индикации
Потенциальный (перемычки ПД1–ПД8 сняты)	0 (< 5 В)	0 (нет)	0 (защелкивать "0" на входе)	1 (защелка установлена)	0	нет
	0 (< 5 В)	0 (нет)	1 (защелкивать "1" на входе)	0 (защелка не установлена)	0	нет
	0 (< 5 В)	1 (да)	0 (защелкивать "0" на входе)	0 (защелка не установлена)	1	есть
	0 (< 5 В)	1 (да)	1 (защелкивать "1" на входе)	1 (защелка установлена)	1	есть
	1 (> 10 В)	0 (нет)	0 (защелкивать "0" на входе)	0 (защелка не установлена)	1	есть
	1 (> 10 В)	0 (нет)	1 (защелкивать "1" на входе)	1 (защелка установлена)	1	есть
	1 (> 10 В)	1 (да)	0 (защелкивать "0" на входе)	1 (защелка установлена)	0	нет
	1 (> 10 В)	1 (да)	1 (защелкивать "1" на входе)	0 (защелка не установлена)	0	нет

Таблица 5.31 – Пример вариантов конфигурации входных-выходных сигналов в зависимости от инверсии состояний входов и защелки

Тип входного канала	Состояние входного канала (уровень)	Инверсия состояния входного канала (адрес 10Ah)	Конфигурация защелки входного канала (адрес 10Bh)	Состояние защелки входного канала считанное (адрес 403h)	Состояние входного канала считанное (адрес 401h)	Состояние индикации
Сухой контакт (перемычки ПД1–ПД8 установлены)	разомкнут (> 10 кОм)	0 (нет)	0 (защелкивать "0" на входе)	0 (защелка не установлена)	1	есть
	разомкнут (> 10 кОм)	0 (нет)	1 (защелкивать "1" на входе)	1 (защелка установлена)	1	есть
	разомкнут (> 10 кОм)	1 (да)	0 (защелкивать "0" на входе)	1 (защелка установлена)	0	нет
	разомкнут (> 10 кОм)	1 (да)	1 (защелкивать "1" на входе)	0 (защелка не установлена)	0	нет
	замкнут (< 500 Ом)	0 (нет)	0 (защелкивать "0" на входе)	1 (защелка установлена)	0	нет
	замкнут (< 500 Ом)	0 (нет)	1 (защелкивать "1" на входе)	0 (защелка не установлена)	0	нет
	замкнут (< 500 Ом)	1 (да)	0 (защелкивать "0" на входе)	0 (защелка не установлена)	1	есть
	замкнут (< 500 Ом)	1 (да)	1 (защелкивать "1" на входе)	1 (защелка установлена)	1	есть

Таблица 5.32 – Регистры статуса и данных

Наименование параметра	Ед. изм.	Диапазон задания	Нач. значение	Тип доступа	Адрес регистра (hex)
Регистр статуса модуля				R	0400
Регистр состояния входных каналов				R	0401
Регистр состояния выходных каналов				R	0402
Регистр состояния входных защёлк				R	0403
Регистр сброса (для сброса модуля необходимо записать значение 0xAAAA)		0xAAAA		W	0777

Таблица 5.33 – Регистр статуса модуля (адрес 0x0400)

Биты	Описание
15...10	Зарезервированы
9	Ошибка работы выходного канала 4 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
8	Ошибка работы выходного канала 3 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
7	Ошибка работы выходного канала 2 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
6	Ошибка работы выходного канала 1 (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
5	Ошибка работы выходных каналов (0 – нет ошибок ни в одном из каналов, 1 – есть ошибка хотя бы в одном из каналов)
4	Данные не обновлялись (0 – был произведён хотя бы один опрос состояния входных каналов, 1 – информации о состоянии входных каналов после включения питания нет)
3	Ошибка контрольной суммы параметров (0 – нет ошибки, 1 – есть ошибка)
2...0	Зарезервированы

Таблица 5.34 – Регистр состояния входных каналов (адрес 0x0401)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7 (канал № 8)	0 – сигнал ТС сброшен, 1 – сигнал ТС установлен
6 (канал № 7)	0 – сигнал ТС сброшен, 1 – сигнал ТС установлен
5 (канал № 6)	0 – сигнал ТС сброшен, 1 – сигнал ТС установлен
4 (канал № 5)	0 – сигнал ТС сброшен, 1 – сигнал ТС установлен
3 (канал № 4)	0 – сигнал ТС сброшен, 1 – сигнал ТС установлен
2 (канал № 3)	0 – сигнал ТС сброшен, 1 – сигнал ТС установлен
1 (канал № 2)	0 – сигнал ТС сброшен, 1 – сигнал ТС установлен
0 (канал № 1)	0 – сигнал ТС сброшен, 1 – сигнал ТС установлен

Таблица 5.35 – Регистр состояния выходных каналов (адрес 0x0402)

Биты	Описание
15...4	Зарезервированы
3 (канал № 4)	0 – сигнал ТУпр не выдан, 1 – сигнал ТУпр выдан
2 (канал № 3)	0 – сигнал ТУпр не выдан, 1 – сигнал ТУпр выдан
1 (канал № 2)	0 – сигнал ТУпр не выдан, 1 – сигнал ТУпр выдан
0 (канал № 1)	0 – сигнал ТУпр не выдан, 1 – сигнал ТУпр выдан

Таблица 5.36 – Регистр состояния входных защёлок (адрес 0x0403)

Биты	Описание
15...8	Зарезервированы
7 (канал № 8)	0 – защёлка не установлена, 1 – защёлка установлена
6 (канал № 7)	0 – защёлка не установлена, 1 – защёлка установлена
5 (канал № 6)	0 – защёлка не установлена, 1 – защёлка установлена
4 (канал № 5)	0 – защёлка не установлена, 1 – защёлка установлена
3 (канал № 4)	0 – защёлка не установлена, 1 – защёлка установлена
2 (канал № 3)	0 – защёлка не установлена, 1 – защёлка установлена
1 (канал № 2)	0 – защёлка не установлена, 1 – защёлка установлена
0 (канал № 1)	0 – защёлка не установлена, 1 – защёлка установлена

5.4.5 Схема подключения модуля

Схема подключения внешних цепей модуля представлена на рисунке 5.10.

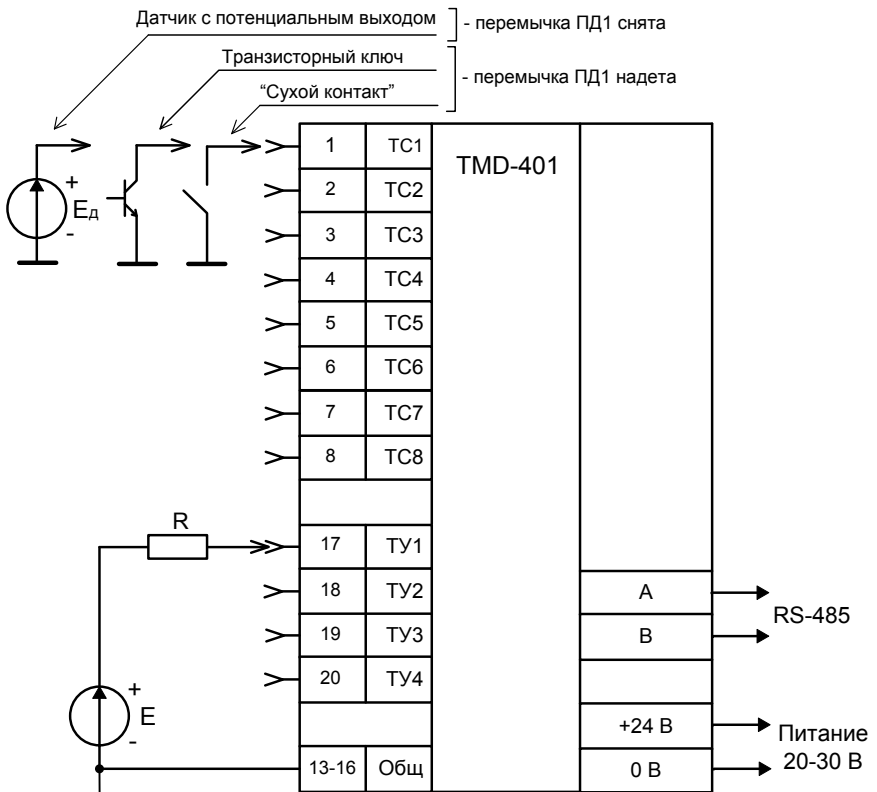


Рисунок 5.10 – Схема подключения модуля TMD-401

Назначение контактов модуля указано в таблице 5.36.

Таблица 5.36 – Назначение контактов модуля ТМD-401

Контакт	Назначение контакта
1	ТС1 (дискретный вход 1)
2	ТС2 (дискретный вход 2)
3	ТС3 (дискретный вход 3)
4	ТС4 (дискретный вход 4)
5	ТС5 (дискретный вход 5)
6	ТС6 (дискретный вход 6)
7	ТС7 (дискретный вход 7)
8	ТС8 (дискретный вход 8)
13-16	Общ (общий)
17	ТУ1 (дискретный выход 1)
18	ТУ2 (дискретный выход 2)
19	ТУ3 (дискретный выход 3)
20	ТУ4 (дискретный выход 4)
+24 В	Питание (+)
0 В	Питание (-)
А	А (+ RS-485)
В	В (- RS-485)

Примечание – На цепи "ТС1"- "ТС8", "ТУ1"- "ТУ4" должен подаваться положительный потенциал, на цепь "Общ" – отрицательный потенциал

5.4.6 Комплектность

Комплект поставки	Наименование и обозначение	Количество
	<p>Модуль TMD-401 ТУ 4217-027-28829549-2003</p>	<p>1 шт.</p>
	<p>Модуль TMD-401. Паспорт</p>	<p>1 экз.</p>
	<p>Электронный носитель, содержащий следующее: – руководство по эксплуатации; – копию сертификата соответствия; – сервисное программное обеспечение</p>	<p>1 шт.</p>
	<p>Перемычка MJ2-0</p>	<p>9 шт.</p>
	<p>Розетка MSTBT 2,5/4-ST KMGY</p>	<p>4 шт.*</p>
	<p>Разъём ME 22,5 TBUS 1,5/5-ST-3,81 KMGY</p>	<p>1 шт.*</p>
	<p>Гарантийный талон</p>	<p>1 экз.</p>
	<p>Упаковка</p>	<p>1 компл.</p>

Примечания

1 По согласованию с заказчиком комплект поставки может изменяться.

2* Установлены на модуле.

6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЕЙ

6.1 Эксплуатационные ограничения

Надежная и безопасная работа модулей гарантируется только при соблюдении условий, указанных в данном РЭ.

Все подключения и отключения цепей к модулям необходимо производить только после снятия питающих напряжений.

Не допускается превышение значений входных сигналов модулей, указанных в данном РЭ.

Не допускается попадание на оболочку и внутренние части модулей агрессивных химических веществ и их паров.

Модули должны устанавливаться на местах, где отсутствует вероятность образования взрывоопасных смесей.

Не допускается для очистки внешних поверхностей модулей от пыли или загрязнения применять органические растворители и абразивные вещества.

Питание модулей должно производиться от источника постоянного тока напряжением от 20 до 30 В.

Не допускается вносить какие-либо изменения в схему и монтаж модулей, нарушать защитные покрытия на плате и компонентах.

При установке модулей на DIN-рельс, не допускается прилагать значительные усилия и удары во избежание повреждения разъемов модуля.

6.2 Условия эксплуатации

Модули предназначены для работы в климатических условиях, указанных в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Климатические условия эксплуатации модулей

Наименование параметра	Значение
Диапазон рабочих температур	от минус 20 до плюс 60 °С
Относительная влажность воздуха	до 95 % (при температуре плюс 40 °С) без конденсации влаги
Атмосферное давление	от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.)

Модули устойчивы к механическим воздействиям, указанным в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Допустимые механические воздействия

Наименование параметра	Значение
Синусоидальная вибрация с параметрами: – частотой – амплитудой	от 10 до 55 Гц 0,35 мм
Удары с параметрами: – ускорением ударов – продолжительностью – формой ударной волны	150 м/с ² 11 мс полусинусоида

6.3 Распаковывание

После получения, длительного хранения или транспортирования модуля в транспортной таре необходимо произвести внешний осмотр транспортного ящика и проверить целостность упаковки.

Перед распаковыванием модуля после транспортирования при отрицательной температуре следует выдержать модули в упаковке в течение двух часов при температуре от плюс 20 до плюс 30 °С.

Вскрыть транспортный ящик, извлечь из него упаковочную ведомость. Проверить соответствие комплектности упаковочной ведомости.

Извлечь модули из транспортной тары, проверить соответствие комплектности и заводского номера записи в паспорте.

Произвести первичный осмотр модуля на отсутствие повреждений корпуса, целостности маркировки. Для этого извлечь модуль из упаковочного ящика и проверить:

- отсутствие видимых механических повреждений, вмятин и следов коррозии составных частей модуля;
- отсутствие повреждений и загрязнения разъемов модуля;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений или ослабления креплений элементов (проверяется на слух при наклонах модуля).

6.4 Поверка (калибровка)

В случае применения модулей в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений при выпуске из производства проводится его поверка. В остальных случаях, по согласованию с потребителем, при выпуске из производства может проводиться его калибровка. Результаты поверки (калибровки) заносятся в соответствующий раздел паспорта.

Поверка (калибровка) выполняется в соответствии с методикой поверки "Преобразователи и модули измерительные ТМА. Методика поверки. Модули измерительные ТМА. Часть 2. 4217-027-28829549-2003МП2".

Межповерочный интервал (периодичность калибровки) – 1 год.

6.5 Установка и подключение модулей

При монтаже модуля следует руководствоваться данным РЭ.

При проведении монтажных работ необходимо соблюдать эксплуатационные ограничения, указанные в данном РЭ.

Для установки модуля на рельс монтажный необходимо соединить паз корпуса с верхней стороны с кромкой рельса, предварительно совместив паз с заранее установленным разъемом из комплекта поставки, и надавить на корпус со стороны металлического фиксатора. Для облегчения установки рекомендуется с помощью отвертки слегка оттянуть защелку фиксатора.

Для снятия модуля с рельса необходимо с помощью отвертки оттянуть защелку фиксатора, потянуть за корпус со стороны фиксатора, затем вывести из зацепления с рельсом верхнюю сторону корпуса.

Для подключения к разъему ME 22,5 TBUS 1,5/5-ST-3,81 KMGY необходимо использовать вилку IMC 1,5/5-ST-3,81 AU KMGY или розетку MC 1,5/5-ST-3,81 AU KMGY.

Модули допускают подключение одно- и многожильных медных проводников сечением от 0,2 до 2,5 мм².

Для надежной фиксации модулей на DIN-рельсе необходимо использовать клипсу E/ME TBUS NS35 KMGY 2713780.

Вилка IMC 1,5/5-ST-3,81 AU KMGY, розетка MC 1,5/5-ST-3,81 AU MG Y или терминатор линии RS-485 поставляются по отдельному заказу.

При проектировании линии связи для обмена данными по интерфейсу RS-485 следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- драйверы RS-485 разработаны для управления только одной, правильным образом согласованной, витой парой. Организация линии связи "звездой" не рекомендуется;

- ответвители до других приемопередатчиков должны быть максимально короткие;

- согласующие резисторы (терминаторы) должны всегда размещаться на наиболее удаленных концах линии связи;

- рекомендуемое волновое сопротивление кабеля для построения сетей должно быть (100–120) Ом.

7 ТАРА И УПАКОВКА

Модули упакованы в потребительскую тару в соответствии с требованиями ГОСТ 9181-74.

Потребительская тара обеспечивает повторную упаковку модулей.

Эксплуатационная документация и электронный носитель упаковываются в отдельную или групповую (транспортную) тару.

При поставке в смонтированном виде в составе других устройств (щитов, стоек) способ упаковки частей из комплекта модулей определяется условиями поставки устройств (щитов, стоек).

Для транспортирования и хранения модулей предусмотрена транспортная тара, которая соответствует требованиям ГОСТ 23170-78 и обеспечивает сохранность модулей при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, транспортировании в закрытых транспортных средствах, необходимую защиту от воздействия внешних факторов, а также при хранении у поставщика и потребителя в складских условиях в течение гарантийного срока хранения.

8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Транспортирование упакованных в соответствии с требованиями модулей может осуществляться всеми видами транспорта в закрытых транспортных средствах: крытых автомашинах, крытых вагонах, самолетом, водным транспортом при размещении в трюмах судов.

Не допускается транспортирование модулей в негерметизированных и неотапливаемых отсеках самолетов и морским транспортом без специальных упаковочных средств.

На модули в транспортной таре допускается воздействие следующих климатических и механических факторов:

- температура окружающего воздуха – от минус 55 до плюс 70 °С;
- относительная влажность воздуха – до 100 % без конденсации;
- атмосферное давление – не менее 70 кПа (эквивалентно высоте над уровнем моря 3000 м);
- синусоидальная вибрация – по группе F3 по ГОСТ Р 52931-2008;
- свободное падение с высоты 1000 мм.

Упакованные модули должны быть закреплены в транспортном средстве и защищены от атмосферных осадков и брызг воды.

Размещение и крепление в транспортном средстве должно обеспечить их устойчивое положение, исключать возможность ударов о стенки транспортного средства. Допускается транспортирование с использованием контейнеров.

При соблюдении условий механических воздействий, соответствующих рабочим, модули могут транспортироваться в составе законченных систем управления (например, стоек или шкафов).

Условия хранения модулей в упаковке предприятия-изготовителя у поставщика и потребителя должны соответствовать категории 2 (С) по ГОСТ 15150-69.

9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

С целью обеспечения постоянной исправности и готовности модулей к эксплуатации необходимо соблюдать установленные в данном разделе правила технического обслуживания.

Техническое обслуживание проводится не реже, чем один раз в год в следующем порядке:

- 1 Отключить питание модуля.
- 2 Отстыковать от модуля все подключенные кабели.
- 3 Снять модуль с DIN-рельса.
- 4 Промыть контакты разъемов составных частей модуля этиловым ректифицированным техническим спиртом по ГОСТ 18300-87. При промывке контакты разъемов должны находиться в вертикальном положении. Норма расхода спирта – 0,05 л на 100 контактов.
- 5 Просушить на воздухе не менее 30 минут.
- 6 Установить модуль на монтажный рельс и подключить кабели.
- 7 Подать напряжение питания на модуль.

10 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Ремонт модуля должен осуществляться предприятием-изготовителем или аттестованным сервисным центром.

Для передачи модуля в ремонт потребитель должен:

- 1 Поместить отказавшее изделие и паспорт в заводскую упаковку.
- 2 Выслать по адресу предприятия-изготовителя или аттестованного сервисного центра.

По истечении гарантийного срока ремонт модуля проводится за счет потребителя.

11 СВЕДЕНИЯ О РЕМОНТЕ

Дата	Акт исследования	ФИО, подпись, печать

12 КАРТА ЗАКАЗА

