

МСД 2

Описание и настройка

Основные характеристики:

- Питание 24VDC;
- 9 датчиков температуры (NTC резисторы) для контроля температуры контактных соединений, гальваническая изоляция должна обеспечиваться изоляцией датчика (прочность изоляции датчика должна быть достаточной);
- 1 вход измерения тока 0-5А (для исполнения с датчиком Холла);
- 4 дискретных входа (24VDC);
- 2 транзисторных выхода (открытый коллектор), 50мА на каждый канал, 24VDC;
- 1 порт RS-485 (Modbus_RTU Slave, 9600/19200/57600/115200 baud, 8 data bits, none parity, 1 stop bit);
- 1 USB порт (USB communications device class/Виртуальный COM порт - Modbus_RTU Slave/любой адрес);
- Поддерживаются функции Modbus 03, 06, 16.

Модуль
Сбора
Данных
2

Оглавление

1. Область применения.....	3
2. Технические характеристики.....	3
3. Устройство модуля сбора данных.....	6
4. Определение точности измерений.....	7
5. Схема подключения.....	11
6. Настройка.....	12
7. Режимы работы выходов.....	13
8. Таблица регистров Modbus МСД 2.....	15

1. Область применения

Модуль сбора данных позволяет интегрировать автоматический выключатель в промышленные коммуникационные сети для дистанционного контроля и управления. Дискретные входы (4 входа) обеспечивают контроль за положением и аварией выключателя, а дискретные выходы (2 выхода) можно использовать для удаленного управления. Для слежения за состоянием контактных соединений предусмотрены аналоговые входы (9 каналов для подключения NTC датчиков температуры). Также присутствует токовый вход для подключения трансформатора тока (токовый вход только в версии с датчиком тока, при отсутствии датчика вместо клемм устанавливается крышка).

Интерфейс RS-485 (протокол Modbus) позволяет подключить модуль к системе связи для централизованного контроля параметров, кроме того, в соответствии с настройками, модуль может работать независимо от сети и в случае выхода какого-либо параметра за установленные пределы сигнализировать об этом или отключить автоматический выключатель с помощью дискретных выходов.

Для конфигурирования модуля необходим преобразователь интерфейса RS485-USB (для настройки по RS-485) или кабель USB - mini USB (для настройки по USB). Конфигурировать можно с помощью протокола Modbus RTU или используя специализированный конфигуратор.

Модуль установлен в компактный корпус на DIN рейку и имеет широкий климатический диапазон -10..+55°C.

2. Технические характеристики

Питание

Напряжение питания, В	21..26 В постоянного тока (номинальное напряжение 24В)
Потребляемая мощность, ВА, не более	10
Гальваническая развязка	Есть

Дискретные входы

Количество дискретных входов	4
Напряжение питания дискретных входов, В	21..26 В
Максимальный ток дискретного входа, мА, не более	10 мА
Гальваническая развязка	Групповая на все 4 входа

Аналоговые входы измерения температуры

Количество аналоговых входов	9
Тип подключаемого датчика	NTC 5-10k термистор (-10..125 °C) Типовой датчик (NTCALUG02A502G)
Входное сопротивление, Ом	5100 Ом
Период обновления результатов измерения всех каналов, с	0,5..5 с
Единица измерения	0,1/1°C
Гальваническая развязка, В	Отсутствует

Вход подключения трансформатора тока (в версии с датчиком тока)

Количество аналоговых входов	1 (Измеряет постоянный и переменный ток)
Диапазон измеряемого тока (прямое подключение), А	-5..5 А
Диапазон измеряемого тока (подключение с использованием трансформатора тока), А	1-1000А
Период обновления результата измерения, с	0,1-2 с (программируемый параметр)
Общая ошибка встроенного датчика тока (Холла)	3%
Коэффициент преобразования датчика тока (Холла)	132 мВ/А
Нелинейность датчика тока (Холла), %	±1%
Сопrotивление канала измерения тока, Ом	0,02 Ом
Единица измерения	0,001/0,01/0,1/1 А (также устанавливается коэффициент трансформации)
Гальваническая развязка	Есть
Макс. допустимое напряжение на токовом входе при котором обеспечивается базовая прочность изоляции	230 В, RMS

Аналого-цифровой преобразователь

Разрядность	12 бит
Опорное напряжение АЦП, В	3,3 В
LSB (младший значащий бит)	0,0009 В (наименьшее значение напряжения, которое может быть измерено АЦП)
Ошибка смещения преобразователя	± 1,5 LSB
Ошибка усиления преобразователя	± 1,5 LSB
Дифференциальная нелинейность преобразователя	± 1 LSB
Интегральная нелинейность преобразователя	± 1,5 LSB
Общая нескорректированная ошибка преобразователя	± 2 LSB

Выходные устройства

Количество дискретных выходов	2
Тип выходных элементов	NPN транзисторы
Напряжение питания дискретных выходов, В	24 В постоянного тока
Макс. ток нагрузки, не более, мА	50 мА
Гальваническая развязка	Групповая на все 2 выхода

Интерфейс связи RS-485

Максимальное количество приборов, одновременно подключаемых к сети RS-485, не более	32
---	----

Максимальная скорость обмена по RS-485, бит/с	115200
Протокол связи	Modbus-RTU
Контроль четности	Нет
Длина слова данных	8
Количество стоп-бит	1
Поляризация	150 кОм (может не ставиться)
Терминальный резистор (120 Ом)	Нет
Гальваническая развязка	Есть

Интерфейс связи USB

Класс USB устройства	USB CDC (communications device class) - Виртуальный COM порт
Гальваническая развязка	Отсутствует

Конструкция

Индикация состояния входов/выходов	Отсутствует
Тип корпуса	Корпус для крепления на DIN-рейку шириной 35 мм
Степень защиты корпуса	IP20
Масса, кг, не более	0,2 кг
Индикация состояния прибора	Зеленый светодиод, должен мигать с частотой 1 секунда
Индикация обмена по интерфейсу RS-485	Оранжевый светодиод, включается при ответе
Температура окружающей среды, °C	-10..+55°C
Относительная влажность окружающего воздуха, %	10...95 % без образования конденсата
Атмосферное давление, кПа	90-105кПа
Размер корпуса (ВхШхГ), мм	125 x 18,9 x 78
Сечение подключаемых проводов, мм ² , макс.	Для входа трансформатора тока – 2,5 мм ² ; Для остальных клемм – 1,5 мм ²
Время установления рабочего режима, с	5 с

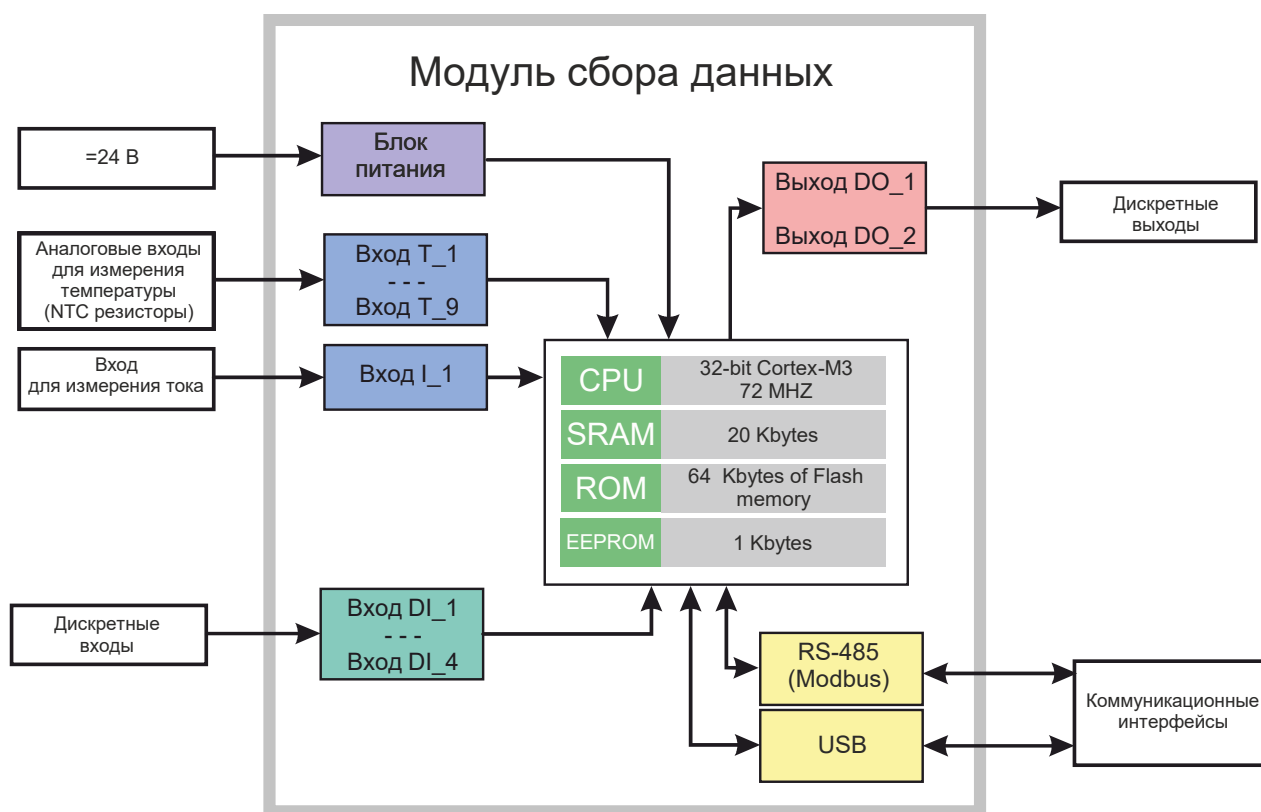


Рисунок 1. Функциональная схема модуля.

3. Устройство модуля сбора данных

Модуль сбора данных выпускается в корпусе, предназначенном для крепления на DIN-рейке 35 мм. Подключение всех внешних связей осуществляется через разъемные соединения, расположенные на передней панели прибора. Открытие корпуса для подключения внешних связей не требуется. Схематический внешний вид прибора показан на рисунке 2. Монтаж проводов может осуществляться без применения инструмента, благодаря применению технологии push-in.

Измерение температуры осуществляется за счет изменения сопротивления NTC термистора под действием температуры. Преобразователь измеряет падение напряжения на термисторе, которое преобразуется в температуру. Зависимость сопротивления датчика от температуры нелинейная и определяется по паспортным данным датчика

Измерение тока осуществляется с помощью встроенного датчика Холла, что обеспечивает гальваническую развязку и точность измерения (при наличии датчика).

Прибор имеет в составе четыре дискретных входа и два дискретных выхода, работа которых зависит от пользовательской настройки.

Кроме того, для изменения режима работы и обмена данными имеется порт RS-485(протокол Modbus) и USB порт. Без использования повторителей можно подключить до 32х двух модулей на один интерфейс RS485.

Перед установкой следует обеспечить защиту прибора от попадания влаги и посторонних предметов. Следует помнить, что при эксплуатации открытые части находятся под напряжением и доступ к прибору должны иметь только квалифицированные специалисты.

Питание модуля следует осуществлять от надежного источника питания, не связанного непосредственно с мощным силовым оборудованием. Во внешние цепи необходимо установить выключатель или держатель предохранителей, который обеспечит отключение от сети в случае необходимости. Концы подключаемых проводов необходимо зачистить и зажать в наконечники.

Для подключения интерфейса RS-485 используется кабель витая-пара, а само подключение следует производить при отключенном питании всех устройств сети. Длина линии должна быть короче 1000м.

На корпус прибора нанесена схема подключения и маркировка клемм.

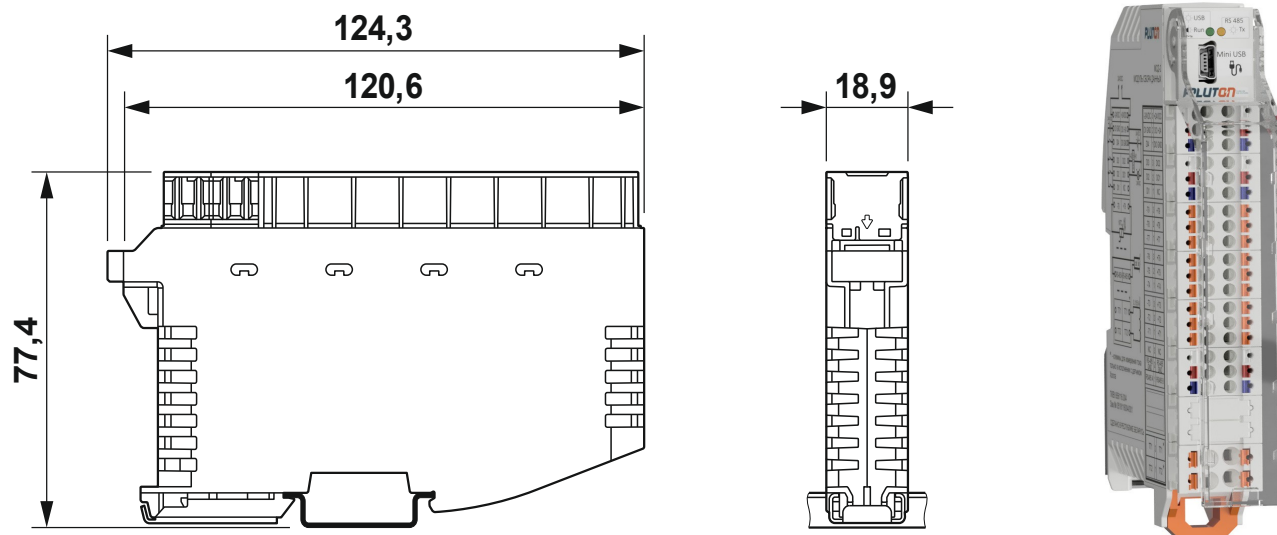


Рисунок 2. Внешний вид корпуса и размеры.

ОСТОРОЖНО! Не допускается подсоединять или разъединять штекерные соединители, если токоведущие части находятся под напряжением. Несоблюдение правил и ненадлежащее использование могут привести к травмам и/или повреждению имущества. Вводить в эксплуатацию только технически безупречные изделия. Изделия необходимо регулярно проверять на повреждения. Немедленно выводить из эксплуатации неисправные изделия. Поврежденные изделия подлежат замене. Устанавливать и эксплуатировать изделие разрешается только квалифицированному персоналу при учете следующих указаний по безопасности. Квалифицированный персонал должен владеть основами электротехники. Он должен быть в состоянии распознавать опасности и избегать их. Эксплуатировать изделие только с полностью вставленными штекерными соединениями.

4. Определение точности измерений

Значение дифференциальной нелинейности для измеренной температуры, при использовании в качестве датчика NTC резистор NTCALUG02A502G, зависит от величины температуры. То есть чем выше температура, тем точность измерения будет ниже, так как зависимость напряжения АЦП от температуры датчика изменяется нелинейно.

Дифференциальная нелинейность связана с нелинейностью кодовых переходов аналого-цифрового преобразователя. В идеальном случае изменение на единицу младшего разряда цифрового кода точно соответствует изменению аналогового сигнала на величину единицы младшего разряда. Так как АЦП квантуется через определенное значение аналогового сигнала, а аналоговый сигнал может измениться на любую величину, то может существовать различие до $\frac{1}{2}$ LSB между реальным входным аналоговым сигналом и значением выходного цифрового сигнала. LSB (least significant bit) или МЗБ (младший значащий бит) – это наименьшее значение напряжения, которое может быть измерено АЦП.

Для анализа ошибки измерения температуры необходимо принять во внимание ошибку АЦП, см. технические характеристики.

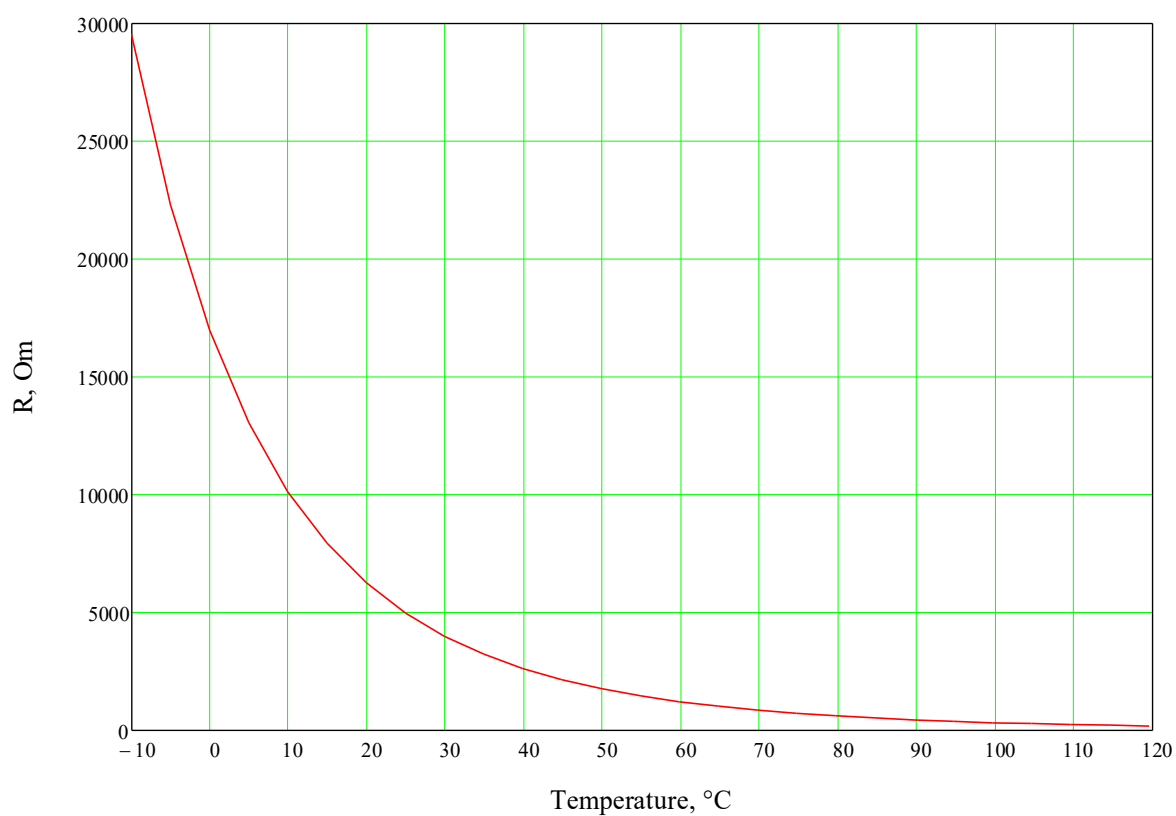


Рисунок 3. Зависимость сопротивления терморезистора NTCALUG02A502G от температуры.

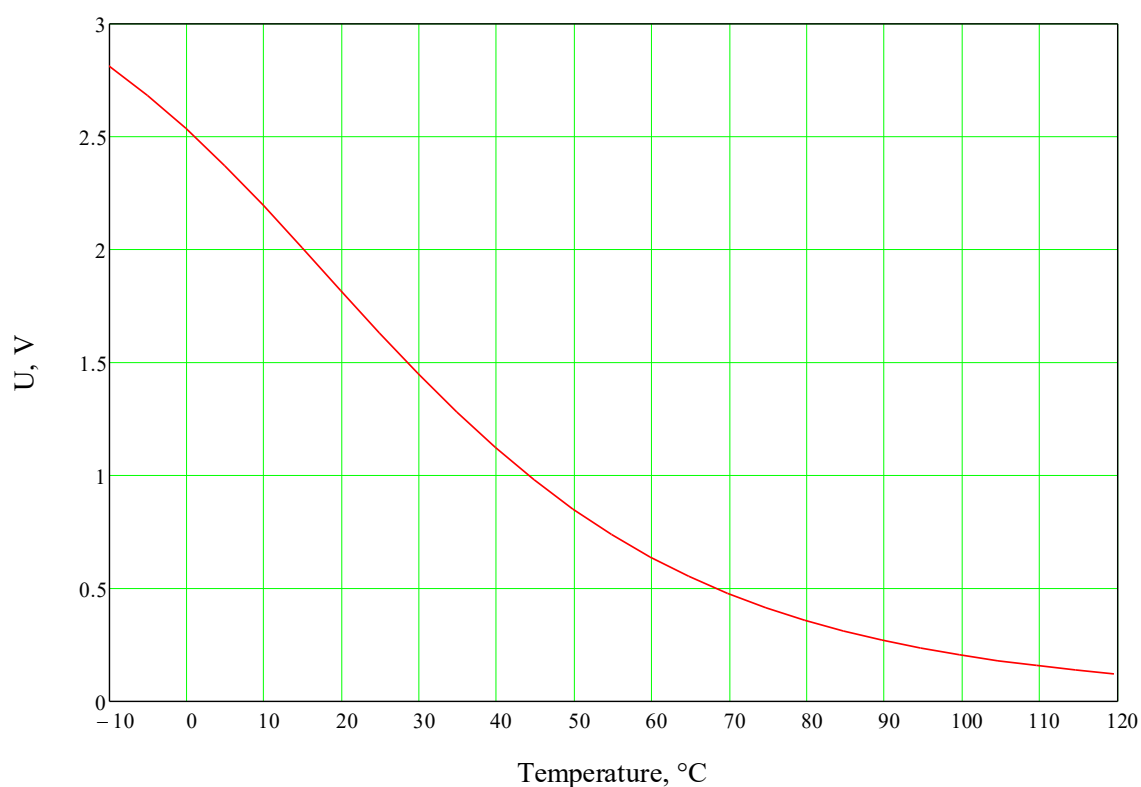


Рисунок 4. Зависимость падения напряжения на терморезисторе NTCALUG02A502G от температуры.

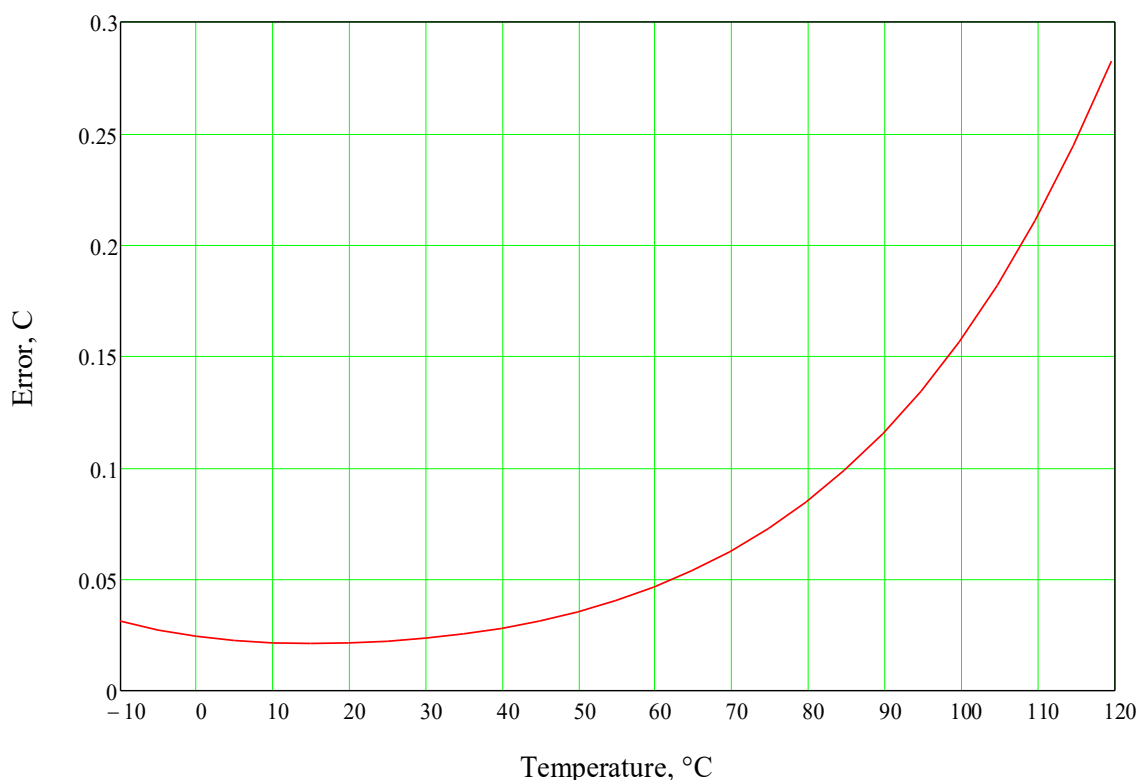


Рисунок 5. Зависимость дифференциальной нелинейности от температуры датчика при аппроксимации зависимости напряжения на терморезисторе от температуры по 5 °C.

Для измерения тока применяется решение на базе датчика Холла. Датчик тока выполнен в виде микросхемы, состоит из очень точного линейного датчика Холла, интегрированного на кристалл микросхемы, и медного проводника, размещенного близко к кристаллу. Электрический ток протекая через проводник создает магнитное поле, которое фиксируется датчиком Холла и преобразуется в напряжение, пропорциональное значению входного тока. Напряжение измеряется с помощью АЦП и пересчитывается в значение тока.

Выходное напряжение датчика остается на уровне $0,5 \times V_{CC}$ (половина опорного напряжения АЦП) при измеряемом токе равном нулю, так как датчик работает в режиме двунаправленного измерения (измеряет переменный ток), то есть напряжение на выходе датчика повторяет синусоиду входного тока, только выходное напряжение, в отличие от тока, не проходит через ноль, а приподнято над осью напряжения на величину половины опорного напряжения.

Общая выходная ошибка датчика Холла — это разница между током измеренным датчиком и действительным током, по отношению к действительному току.

$$E_{\text{вых}} = \frac{V_{\text{вых.идеал}}(I) - V_{\text{вых}}(I)}{\text{Sens} \times I} \times 100 \quad ,$$

где Sens - коэффициент преобразования датчика тока (Холла), величина Sens см. хар-ки.

Общая выходная ошибка датчика Холла включает в себя все источники ошибок и является функцией тока. При относительно высоких токах общая ошибка будет состоять в основном из ошибки чувствительности, а при низких токах общая ошибка образуется из-за напряжения смещения. Напряжения смещения — это отклонение выходного сигнала устройства от его идеального значения покоя $0,5 \times U_{\text{опорное}}$ из-за немагнитных причин. Фактически, при $I = 0$, общая ошибка приближается к бесконечности из-за смещения. Это показано на рисунках. На рисунке 6 показано распределение выходных напряжений в зависимости от тока при 25 °C и при другой температуре. На рисунке 7 показана зависимость общей ошибки E от измеряемого тока.

4. Определение точности измерений

Максимальное значение общей ошибки встроенного датчика тока (Холла) равно 3%. Для анализа ошибки измерения тока необходимо включить ошибку АЦП, см. технические характеристики.

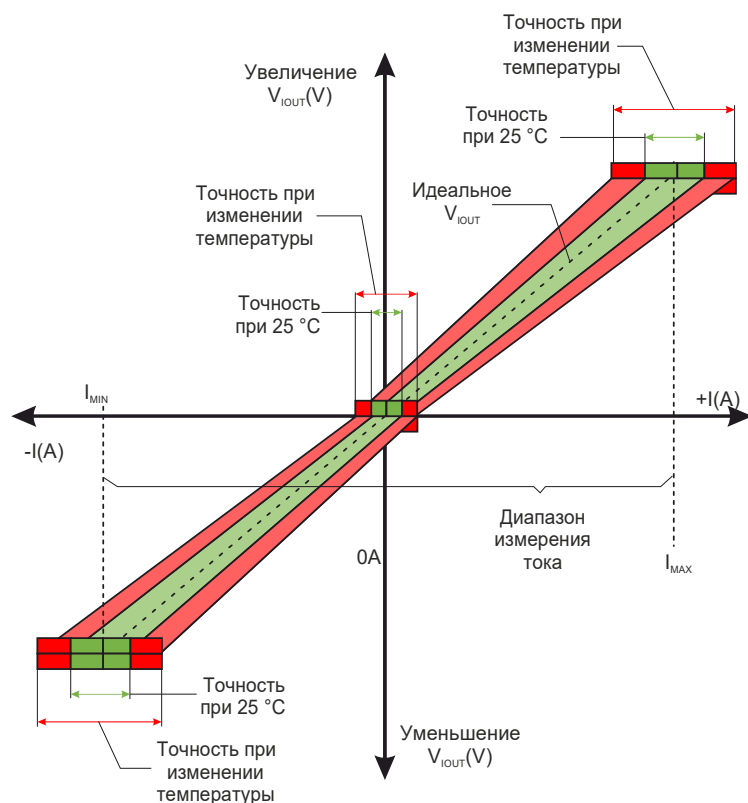


Рисунок 6. Зависимость выходного напряжения датчика Холла от протекающего тока.

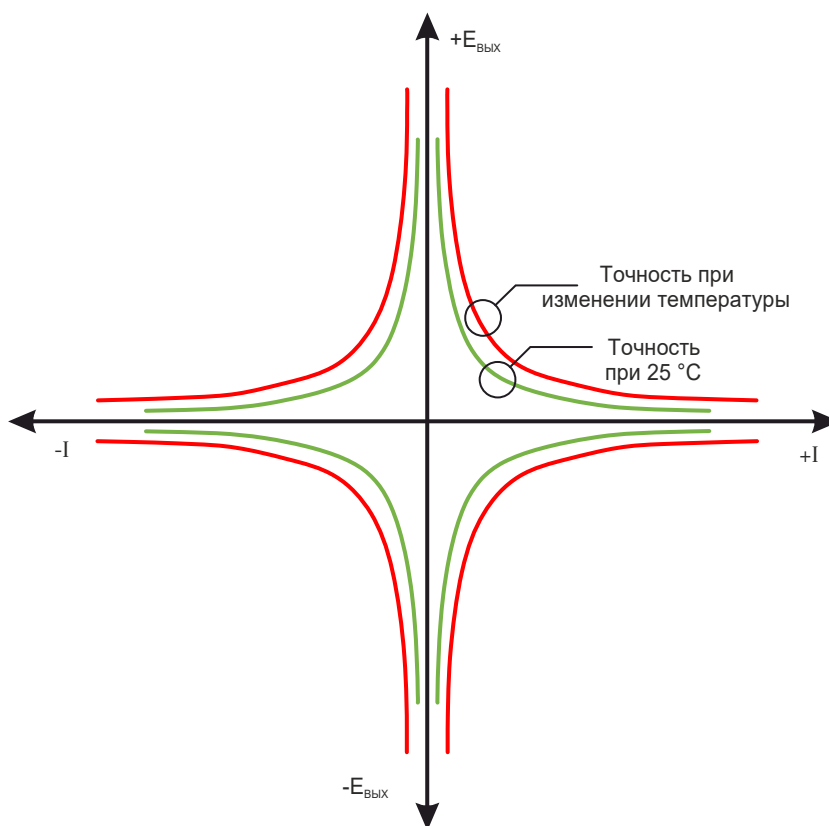


Рисунок 7. Зависимость общей выходной ошибки от протекающего тока.

5. Схема подключения

Подключать основное питание прибора, а также запитывать дискретные входы и выходы необходимо через внешний предохранитель.

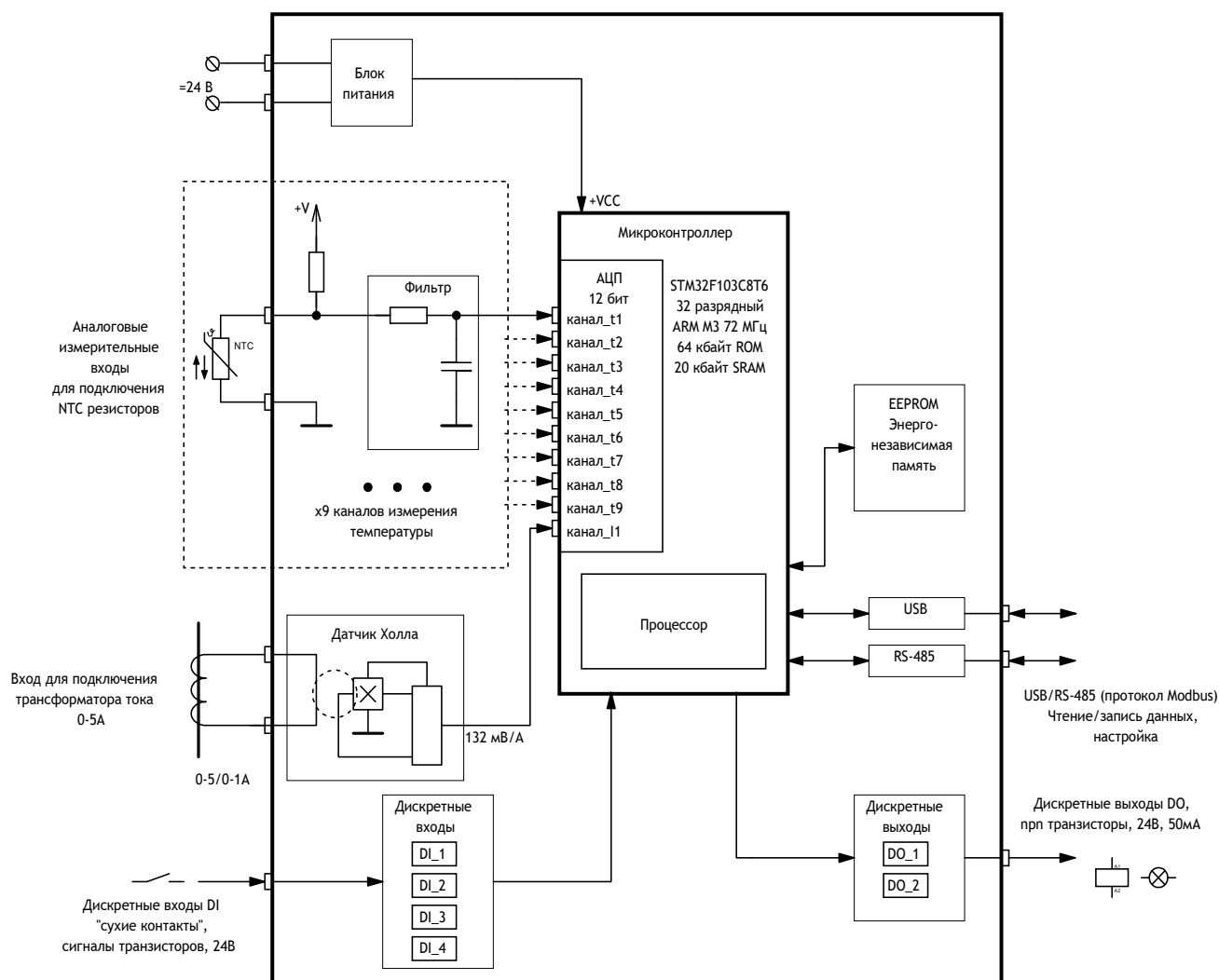


Рисунок 8. Структурная схема модуля.

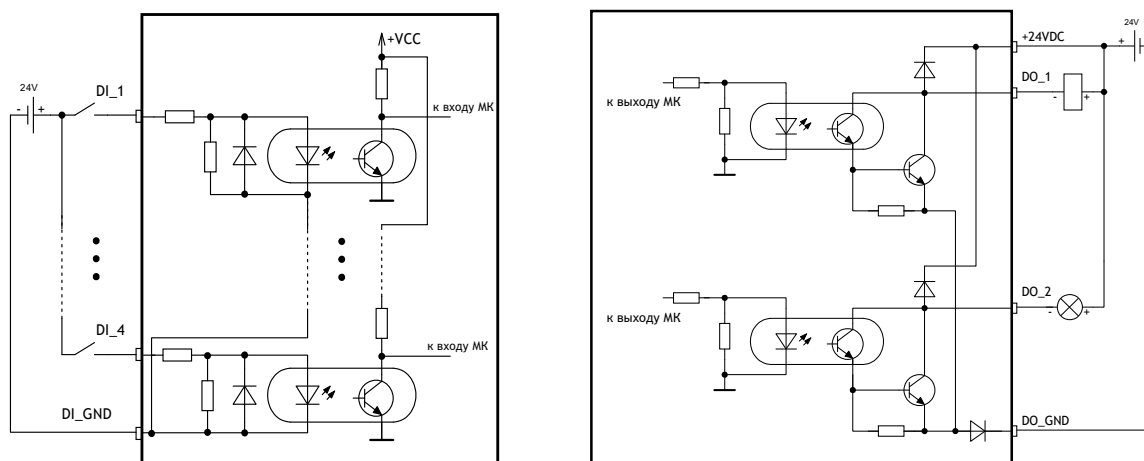


Рисунок 9. Схема дискретных входов/выходов.

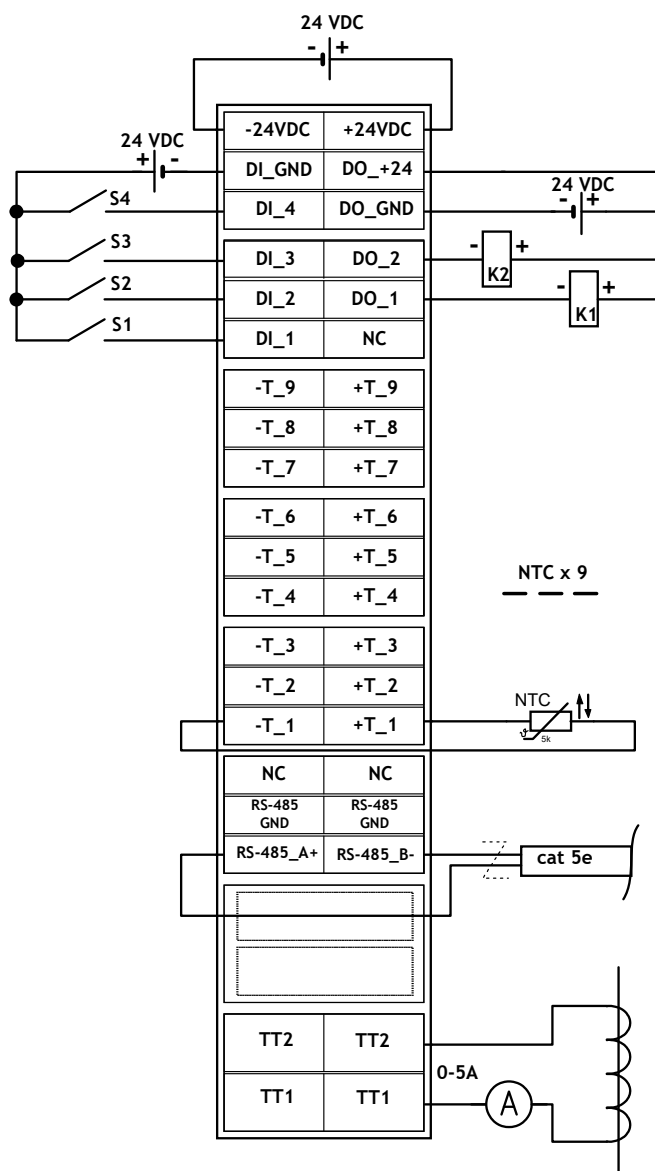


Рисунок 10. Схема подключения (Токовый вход только в версии с датчиком тока, при отсутствии датчика вместо клемм устанавливается крышка).

6. Настройка

Модуль сбора данных получает питания с клемм 24В постоянного тока (подключать следует через внешний предохранитель 0,5А) или с шины USB. После включения загорается зеленый светодиод, который через 5 секунд начинает мигать с частотой 1 секунда. Это свидетельствует о нормальном режиме работы. Если после подачи питания зеленый светодиод не мигает, значит прибор не исправен.

Для настройки необходимо записать требуемые значения параметров в регистры памяти используя протокол Modbus RTU, прибор работает в режиме Slave (см. таблицу регистров Modbus). Поддерживаются функции «03» (чтение нескольких регистров), «06» (запись значения в один регистр), «16» (запись значений в несколько регистров).

Для организации обмена данными необходим Master сети (см. описание протокола Modbus). В качестве Master может быть ПК или другое устройство поддерживающее режим Master протокола Modbus (ПЛК или ,например, панель оператора). К Мастеру можно подключиться через интерфейс RS-485 или через шину USB (в этом случае прибор определяется как виртуальный COM порт).

При настройке через RS-485 нужно знать адрес устройства и скорость обмена, на которую был

настроен прибор (по умолчанию адрес равен «1», скорость 19200). Если модуль сбора данных настраивается через RS-485, а адрес неизвестен, то его можно записать через широковещательный запрос по адресу «0» (используя функции Modbus 06 или 16 записать требуемые настройки в соответствующие регистры, см. таблицу регистров Modbus), однако ответа в случае применения широковещательного адреса не будет. Также следует убедиться, что на шине RS-485 нет других устройств, так как широковещательный запрос принимают все устройства и можно изменить настройки всех устройств на шине RS-485. В случае если также неизвестна скорость обмена, то придется методом перебора проверить все возможные скорости (9600, 19200, 57600, 115200 бит/с). Для того чтобы изменения адреса и скорости обмена были приняты требуется перезагрузка (сбросом питания или через запись соответствующей команды в регистр Modbus, см. таблицу регистров Modbus). При работе с RS-485 необходимо указать что используется 8 бит данных, без контроля четности, один стоп-бит. Желтый светодиод сигнализирует о том, что прибор передает ответ по интерфейсу RS-485. После установления связи можно в соответствии с таблицей регистров Modbus ввести требуемые значения параметров в память прибора.

Легче настроить используя USB (потребуется только кабель USB - miniUSB). При подключении к ПК модуль определяется как виртуальный COM порт. Если драйвера не установились автоматически (для операционных систем Microsoft) их следует установить вручную. Скачать и установить “STM32 Virtual COM Port Driver” с сайта www.st.com. Затем используя программное обеспечение для работы с Modbus устройствами можно конфигурировать прибор. В случае настройки через USB модуль сбора данных отвечает по любому адресу.

Примером ПО для работы с протоколом Modbus может быть «Modbus Pull» (к сожалению программа не бесплатная, триальная версия работает 25 дней, ограничивает время работы и всячески достаёт сообщениями) или «Modbus Tester». Также можно воспользоваться конфигуратором, который обменивается данными с прибором также используя протокол Modbus, однако номера регистров заменены на названия с соответствующими подсказками.

Возможна одновременная работа по интерфейсам RS-485 и USB.

7. Режимы работы выходов

Режим работы выходов прибора определяется значением, записанным в регистр 31 «Mode_DO»:

Режим «0» - Выходы не используются. Значение по умолчанию. В этом режиме выходы отключены.

Режим «1» - Контроль температуры. Каждому из выходов соответствуют определенные датчики температуры, определяемые регистрами 37-38. При достижении любым датчиком из этого списка аварийной температуры (регистр 36), выход включается. При снижении температуры всех датчиков из списка ниже предупредительной (регистр 35) выход отключается. Таким образом обеспечивается гистерезис срабатывания (Фактически выход включается если температура выше или предупредительной, или аварийной. А отключается если ниже их обеих: предупредительной и аварийной. Таким образом предупредительной будет уставка которая ниже, а аварийной которая выше (регистры 35 и 36)). Если выход активен, а температура всех датчиков контролируемых выходом ниже аварийного уровня, то выход можно отключить через регистр 27 «отключение выходов», записав «1» в соответствующий бит регистра.

Режим «2» - Контроль тока. При достижении измеренным значением тока (регистр 10) аварийного уровня тока (регистр 48) выход 1 включается. При снижении тока ниже предупредительного уровня тока (регистр 46) выход 1 отключается. Таким образом обеспечивается гистерезис срабатывания (Фактически выход включается если ток выше или предупредительного, или аварийного уровня. А отключается если ниже предупредительного и аварийного. Таким образом предупредительным будет тот уровень который ниже, а аварийным который выше (регистры 46 и 48)). Если выход активен, а ток ниже аварийного уровня, то выход можно отключить через регистр 27 «отключение выходов», записав «1» в соответствующий бит регистра.

Режим «3» - Контроль тока и температуры. Выход 1 контролирует ток (см. режим «2»), а

выход 2 контролирует температуру датчиков, которые определены в регистре 38 (также как режим «1»). Если выход активен, а ток или температура ниже аварийного уровня, то выход можно отключить через регистр 27 «отключение выходов», записав «1» в соответствующий бит регистра.

Режим «4» - Управление по Modbus. Выходы включаются и отключаются с помощью регистров 26, 27 «включения/отключения».

Режим «5» - Управление по Modbus с автоматической задержкой отключения. Выходы включаются и отключаются с помощью регистров 26, 27 «включения/отключения». Выходы будут включены только в течении времени установленного в регистрах 33-34 соответственно. По истечении времени выход отключается. Если при включенном выходе снова отправить команду включения, задержка обновиться и отсчет начнется сначала.

Режим «6» - Управление по Modbus с автоматической задержкой отключения и контролем состояния входа. Также как и режим «5», но дополнительно контролируется сигнал дискретного входа. Выход активируется только при определенном состоянии входа и отключится при переключении входного сигнала. Таким образом выход отключается или командой, или задержкой, или переключением входа, в зависимости от того что наступит раньше.

---	DI_1 разомкнут	DI_1 замкнут
DO_1	Можно включить	Если DO_1 включен, то отключается. Включить невозможно
DO_2	Если DO_2 включен, то отключается. Включить невозможно	Можно включить

Рисунок 11. Таблица истинности для режима «6» - Управление по Modbus с автоматической задержкой отключения и контролем состояния входа.

8. Таблица регистров Modbus МСД 2

Доступные функции: 03, 06, 16.

Настройка для обмена: 8 бит данных, без контроля четности, один стоп-бит.

Адрес/Название Регистра	Назначение	Диапазон значений	Значение при сбросе	Значение единицы младшего разряда	Тип																																
0	Не используется	---	---	---	READ																																
1...9 T1..T9	Значение температуры датчиков 1-9 (-10...+125°С). При температуре выше макс. или КЗ выводится «9999», при температуре ниже мин. или обрыве датчика выводится «-8888»	-10...+125 °С	---	1 или 0,1°С определяется в регистре 39	INT 16, READ																																
10 I_rms	Среднеквадратичное значение тока, А	Определяется регистрами 40-45	---	Определяется регистрами 40-45	UINT 32, READ																																
12..15	Не используются	---	---	---	READ																																
16 Count_DI1_Trip	Количество включений дискретного входа DI 1 (считаются переходы 0->1), счет включается в рег. 32. Запись в EEPROM сразу после переключения 0->1, но не ранее чем через 10 минут от предыдущей записи	0...65535	0	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																
17 Count_DI2_Trip	Количество включений дискретного входа DI 2 (считаются переходы 0->1), счет включается в рег. 32. Запись в EEPROM сразу после переключения 0->1, но не ранее чем через 10 минут от предыдущей записи	0...65535	0	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																
18 Status_DI	Состояние дискретных входов: 1-вкл, 0-откл. <table><tr><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>DI4</td><td>DI3</td><td>DI2</td><td>DI1</td></tr></table>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	DI4	DI3	DI2	DI1	---	---	---	UINT 16, READ
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	DI4	DI3	DI2	DI1																						
19 Status_DO	Состояние дискретных выходов: «1»-вкл, «0»-откл. <table><tr><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>DO2</td><td>DO1</td></tr></table>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	DO2	DO1	---	---	---	UINT 16, READ
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	DO2	DO1																						
20 T_Warning_bit	Соответствующий бит регистра устанавливается в «1» при достижении температурой канала предупредительной уставки в рег. 35 <table><tr><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>T9</td><td>T8</td><td>T7</td><td>T6</td><td>T5</td><td>T4</td><td>T3</td><td>T2</td><td>T1</td></tr></table>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	--	--	--	--	--	--	--	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	---	---	---	UINT 16, READ
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																						
--	--	--	--	--	--	--	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1																						
21 T_Alarm_bit	Соответствующий бит регистра устанавливается в «1» при достижении температурой канала аварийной уставки в рег. 36 <table><tr><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>T9</td><td>T8</td><td>T7</td><td>T6</td><td>T5</td><td>T4</td><td>T3</td><td>T2</td><td>T1</td></tr></table>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	--	--	--	--	--	--	--	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	---	---	---	UINT 16, READ
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																						
--	--	--	--	--	--	--	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1																						
22 I_N_count	Количество измерений тока за время определяемое в регистре 42. $I_{RMS}=\sqrt{\frac{1}{N}(I_1^2+I_2^2+..+I_N^2)}$, где N данный регистр	---	---	---	UINT 32, READ																																
24 I_Cross_Count	Количество переходов через 0 при измерении тока, то есть количество полупериодов за время измерения	---	---	---	UINT 16, READ																																
25 Error	Код ошибки, используется для диагностики	---	---	---	UINT 16, READ																																
26 DO_On	Запись «1» в бит регистра включает соответствующий выход DO, бит сбрасывается автоматически <table><tr><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>DO2</td><td>DO1</td></tr></table>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	DO2	DO1	0...3 (2 младших бита)	0	---	UINT 16, READ, WRITE
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	DO2	DO1																						
27 DO_Off	Запись «1» в бит регистра отключает соответствующий выход DO, бит сбрасывается автоматически <table><tr><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>DO2</td><td>DO1</td></tr></table>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	DO2	DO1	0...3 (2 младших бита)	0	---	UINT 16, READ, WRITE
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	DO2	DO1																						
28 Reset	Запись числа «2561» (A01 ₁₆) – перезагрузка, запись числа «2817» (B01 ₁₆) – восстановить настройки по умолчанию, сбрасывается в ноль автоматически	0...65535	0	---	UINT 16, READ, WRITE																																
29 Mode_Temper	Режим измерения температуры: «1» – вкл, «0» – откл.	0...1	1	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																
30 Mode_Current	Режим измерения тока: «1» – вкл, «0» – откл.	0...1	0	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																
31 Mode_DO	Режим работы выходов (доп. информация см. режимы работы выходов): 0 – Выходы не используются, 1 – Контроль температуры, 2 – Контроль тока, 3 – Контроль тока и температуры, 4 – Управление по Modbus, 5 – Управление по Modbus с автоматической задержкой отключения, 6 – Управление по Modbus с автоматической задержкой отключения и контролем состояния входа	0...6	0	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																
32 Mode_DI_Trip	Режим счетчика включений дискретных входов: 0 – Счетчик отключен, 1 – Считается кол-во включений входов DI1 - DI2	0...1	0	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																
33 DO1_Delay	Задержка отключения выхода DO1 в режиме выходов «Управление по Modbus с автоматической задержкой отключения»	0...25,5 с	100 (10,0 с)	0,1 с	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																

Адрес/Название Регистра	Назначение	Диапазон значений	Значение при сбросе	Значение единицы младшего разряда	Тип																																	
34 DO2_Delay	Задержка отключения выхода DO2 в режиме выходов «Управление по Modbus с автоматической задержкой отключения»	0...25,5 с	100 (10,0 с)	0,1 с	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
35 T_Warning_Level	Уставка предупредительного уровня температуры, влияет на включение/отключение соответствующих датчикам бит в регистре 20 «T_Warning_bit»	5...1000 °C	60 (60° C)	1 или 0,1° C определяется в регистре 39	INT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
36 T_Alarm_Level	Уставка аварийного уровня температуры, влияет на включение/отключение соответствующих датчикам бит в регистре 21 «T_Alarm_bit»	10...1000 °C	70 (70° C)	1 или 0,1° C определяется в регистре 39	INT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
37 T_DO1_Sensor	Определение от каких датчиков температуры будет зависеть выход DO_1. Запись «1» в соответствующий бит означает, что датчик включен в список контролируемых выходом DO_1 (для режимов контроля температуры) <table><tr><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>T9</td><td>T8</td><td>T7</td><td>T6</td><td>T5</td><td>T4</td><td>T3</td><td>T2</td><td>T1</td></tr></table>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	--	--	--	--	--	--	--	--	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	0...511 (9 младших бит)	0	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																							
--	--	--	--	--	--	--	--	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1																						
38 T_DO2_Sensor	Определение от каких датчиков температуры будет зависеть выход DO_2. Запись «1» в соответствующий бит означает, что датчик включен в список контролируемых выходом DO_2 (для режимов контроля температуры). <table><tr><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>--</td><td>T9</td><td>T8</td><td>T7</td><td>T6</td><td>T5</td><td>T4</td><td>T3</td><td>T2</td><td>T1</td></tr></table>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	--	--	--	--	--	--	--	--	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	0...511 (9 младших бит)	0	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																							
--	--	--	--	--	--	--	--	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1																						
39 T_Temper_Dot	Количество знаков после запятой отображаемого значения температуры и уставок (значение единицы младшего разряда): 0 — целые числа (значение единицы младшего разряда = «1° C»), 1 — один знак после запятой (значение единицы младшего разряда = «0,1° C»)	0...1	0	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
40 I_Hall_Ratio	Коэффициент передачи используемого датчика Холла, мВ/А (Электрический ток, протекая через проводник, создает магнитное поле, которое фиксируется датчиком Холла и преобразуется в напряжение, пропорциональное значению входного тока)	5...1000 мВ/А	132	1 мВ/А	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
41 I_Filter_Ratio	Коэффициент фильтрации K _{FILTER} . Цифровой фильтр осуществляет сглаживание результатов измерений при их колебаниях. Степень фильтрации задается данным регистром, уменьшение коэффициента приводит к замедлению реакции прибора на быстрое изменение входной величины. Кроме того слишком маленькая величина коэффициента фильтрации может привести к ухудшению точности при измерении переменного тока, так как отфильтрованное значение будет не успевать за изменяющимся по синусоидальному закону мгновенному значению $Y_{(n)}=Y_{(n-1)}+\left[\frac{K_{filter}\left(X_{(n)}-Y_{(n-1)}\right)}{255}\right]$	1...255	30	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
42 I_Time_Measure	Время в течении которого величина тока постоянно измеряется, по окончании времени вычисляется среднеквадратичное значение тока: $I_{RMS}=\sqrt{\frac{1}{N}\left(I_1^2+I_2^2+..+I_N^2\right)}$, где N количество измерений за установленное время.	100...2000 мс	1200	1 мс	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
43 I_Current_Scale	Коэффициент, на который умножается измеренное значение тока	1...200	1	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
44 I_Current_Dot	Количество знаков после запятой отображаемого значения тока и уставок (значение единицы младшего разряда): 0—целые числа (значение единицы младшего разряда = 1 А), 1—один знак после запятой (значение единицы младшего разряда = 0,1А), 2—два знака после запятой (значение единицы младшего разряда = 0,01А), 3—три знака после запятой (значение единицы младшего разряда = 0,001А)	0...3	1	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
45 I_Zero_Level	Уставка тока, до достижения которой вместо измеренного значения тока будет отображаться ноль	0...65535 А	1 (0,1 А)	Определяется регистрами 40-45	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
46 I_Warning_Level	Уставка предупредительного уровня тока, используется для управления дискретными выходами в режиме контроля тока	0...4294967295 А	40 (4,0 А)	Определяется регистрами 40-45	UINT 32, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
48 I_Alarm_Level	Уставка аварийного уровня тока, используется для управления дискретными выходами в режиме контроля тока	0...4294967295 А	45 (4,5 А)	Определяется регистрами 40-45	UINT 32, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
50 RS485_BaudRate	Скорость обмена (1 старт, 1 стоп, 8 бит данных, без контроля четности): 0-9600 бит/с, 1-19200 бит/с, 2-57600 бит/с, 3-115200 бит/с	0...3 Для применения требуется перезагрузка	1	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
51 RS485_Silence	Задержка ответа мастеру, указывается количество бит на текущей скорости, в итоге для каждой скорости будет разное время (в одном символе 10 бит: 1 старт, 1 стоп, 8 бит данных). Таким образом время задержки: $T=\frac{Silence}{BaudRate}$	50...1000 Для применения требуется перезагрузка	100 (10 символов)	1 бит (0,1 символа)	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
52 RS485_Address	Адрес устройства для обмена по протоколу Modbus RTU (RS_485)	1...250 Для применения требуется перезагрузка	1	---	UINT 16, READ, WRITE, EEPROM_SAVE																																	
53 MSD_Version	Версия прошивки устройства, отображается в формате X.XX, т.е. 2.01 означает 2.01	----	---	---	UINT 16, READ																																	