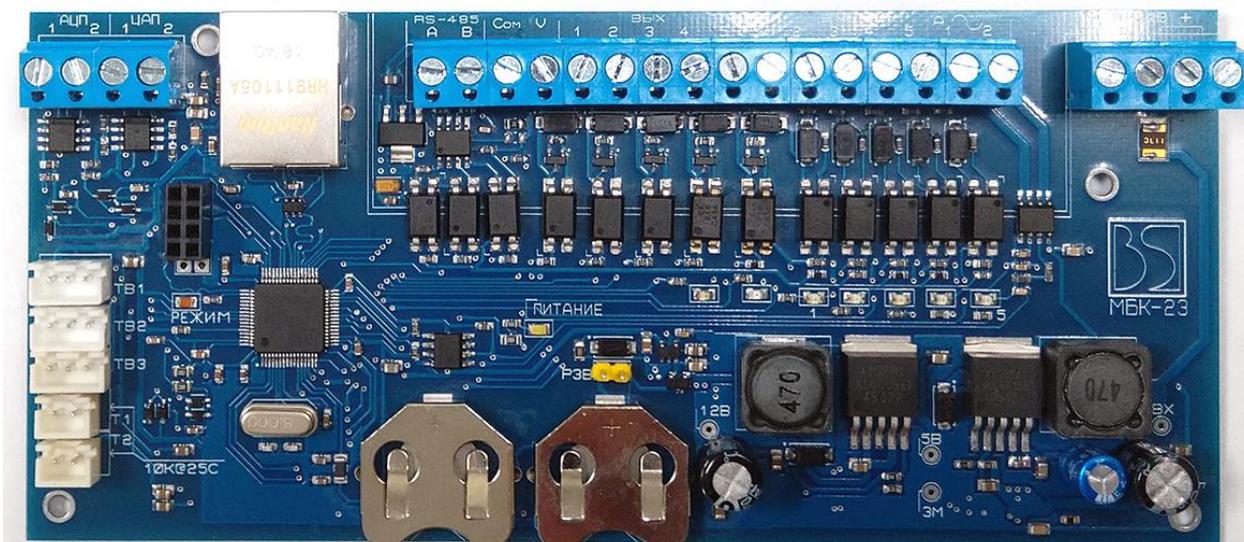


## МБК-23



Промышленный контроллер МБК-23, предназначен для задач автоматизации в системах вентиляции или других процессах, завязанных на климатические параметры. Служит для замещения зарубежных контроллеров, производство которых приостанавливается или дорожает в связи с отсутствием западных комплектующих. Контроллер построен на китайской элементной базе, которая может быть частично замещена на отечественную. За основу контроллера взят процессор, построенный на открытой архитектуре RISC-V. Организация топологии платы позволяет коррекцию задач контроллера под нужды заказчика, что позволяет быстро поставлять ревизии, работающие в процессах, отличных от задач вентиляции. А также быстро интегрировать протоколы согласно описанию заказчика.

### Состав точек подключения контроллера МБК-23

- 5 дискретных выходов типа Открытый Коллектор, каждый рассчитан на нагрузку 100мА. Суммарная нагрузка на все выходы не должна превышать 500мА. Выходы проходят оптическую развязку. Состояние выходов ассоциируется с регистрами ModBus.
- 5 дискретных входов, проходящих через оптическую развязку. Вход срабатывает при наличии на входе более 3,5 вольт при силе тока от 2мА. Состояние выходов ассоциируется с регистрами ModBus.
- 1 вход для измерения силы проходящего переменного\постоянного тока. Проходит через трансформаторную развязку. Позволяет измерять силу тока в диапазоне от -5А до 5А. Состояние ассоциируется с регистрами ModBus.
- 2 аналоговых входа, позволяющих измерять напряжение в диапазоне от 0 до 10 вольт. Состояние входов ассоциируется с регистрами ModBus.
- 2 аналоговых выхода, позволяющих устанавливать напряжение на выходе в диапазоне от 0 до 10 вольт. Состояние выходов ассоциируется с регистрами ModBus.
- 3 цифровых входа для подключения датчиков температуры и\или влажности серии DHT22 (AM2302) или их аналогов, датчиков температуры ds18b20. Состояние входов ассоциируется с регистрами ModBus.

- 2 аналоговых входа для подключения аналоговых датчиков температуры Siemens/EPCOS серии NTC 10K или их аналогов. Состояние входов ассоциируется с регистрами ModBus.
- 1 датчик температуры, расположенный на плате контроллера. Состояние ассоциируется с регистром ModBus.
- 1 датчик контролирующий наличие питания контроллера. Состояние ассоциируется с регистром ModBus.

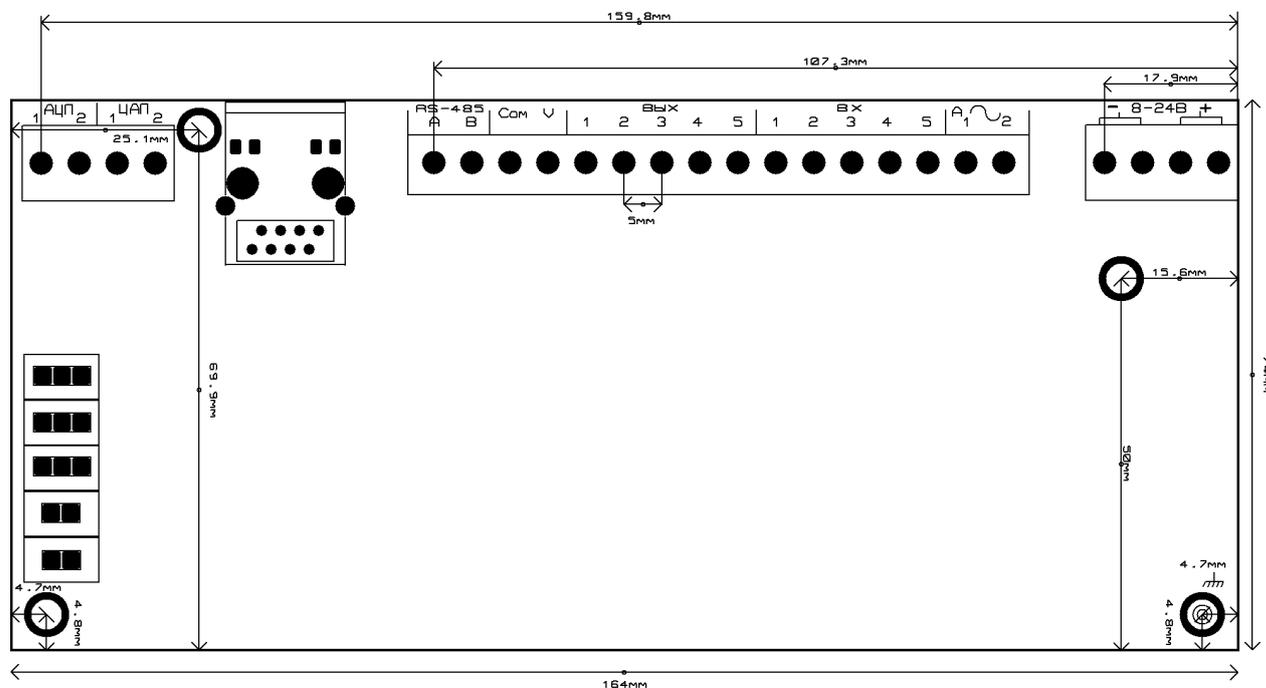
#### Коммуникации:

- RS-485 – подключение к серверу ModBus RTU. Выходы\входы проходят оптическую развязку.
- RJ-45 - подключение к серверу ModBus TCP. Проходит через трансформаторную развязку.
- Питание контроллера 8-24 вольт, потребление 140мА
- оснащен дополнительным аварийным питанием, позволяющим продолжать коммуникацию с сервером при пропаже внешнего питания до 30 минут (подробности в разделе «аварийное питание»).
- включает возможность выполнения предустановленных сценариев реакции на события по типу: «если состояние датчика = X, то состояние выхода = Y» без участия сервера.

#### Типоразмеры платы

Длина платы контроллера 164мм, ширина 74мм.

Крепеж осуществляется винтами диаметром 3мм. Расположение точек крепления и контактов платы указано на схеме:

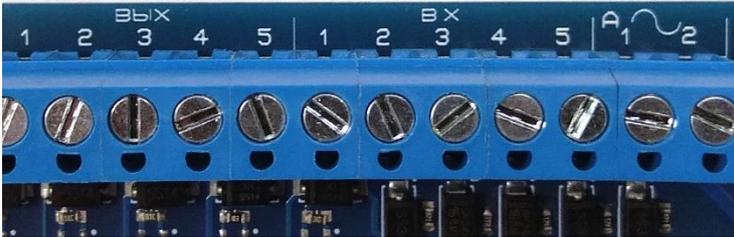


Одна из точек крепления служит для крепления клеммы заземления и помечена соответствующим значком.

# Подключение и управление контроллером

## Дискретные входы

5 линий дискретных входов подключаются посредством клеммной колодки. Обозначены на плате как «ВХ» с нумерацией от 1 до 5:



и общим проводом «COM», расположенным в левой части клеммной колодки.



Начальное состояние каждого выхода принимается за логический 0, при превышении напряжения 3,5 вольт относительно клеммы «COM» происходит переход входа в логический 1.

Принципиальная схема подключения двух концевиков (кнопок) к двум дискретным входам:

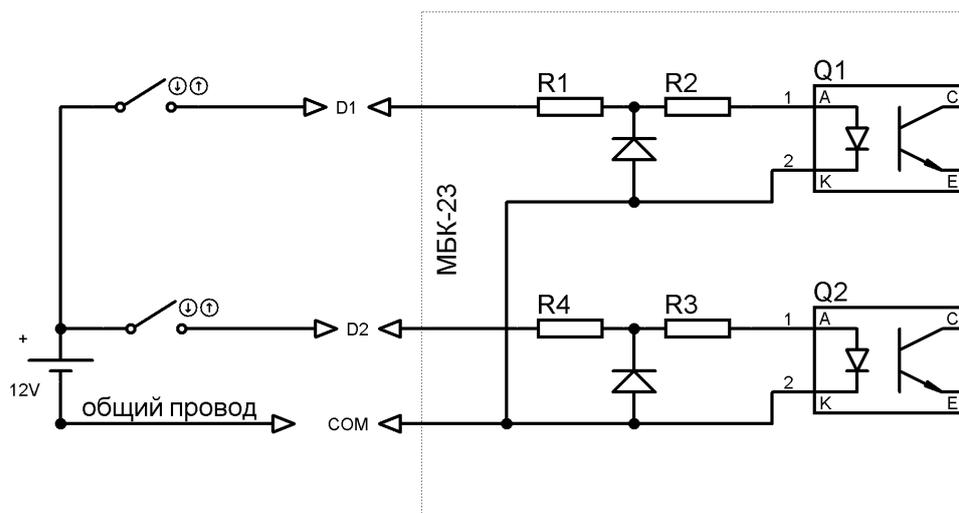


Схема включает часть оптической развязки в составе МБК-23 для пояснения принципа регистрации сигнала.

*Вольт-амперные характеристики срабатывания и схема регистрации сигнала могут быть изменены по желанию заказчика в целевой ревизии.*

5 дискретных входов ассоциируются с аналоговыми регистрами (АО) Modbus. Доступны функции чтения регистров «Read Holding Registers» 0x03 и функция записи одного аналогового регистра «Preset Single Register» 0x06. Аналоговые регистры находятся в общем номерном пространстве Modbus с 40001 по 49999. Адресация аналоговых регистров начинается с 0.

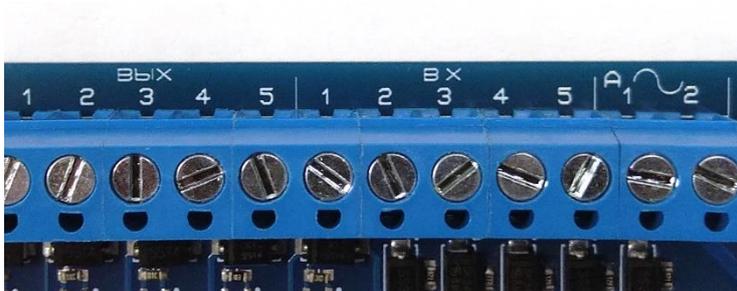
Таблица соответствия регистров с входами:

VX 1	27 (0x1B) регистр
VX 2	28 (0x1C) регистр
VX 3	29 (0x1D) регистр
VX 4	30 (0x1E) регистр
VX 5	31 (0x1F) регистр

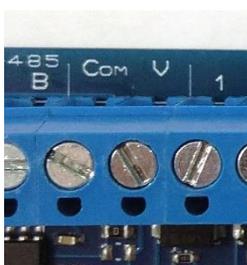
Опрос входов происходит с периодичностью 30 миллисекунд, при запросе регистра отдается актуальное на момент запроса состояние.

## Дискретные выходы

5 линий дискретных выходов подключаются посредством клеммной колодки. Обозначены на плате как «ВЫХ» с нумерацией от 1 до 5



и общим проводом «COM», расположенным в левой части клеммной колодки.



Подключение выходов типа Открытый Коллектор, каждый рассчитан на нагрузку 100мА. Суммарная нагрузка на все выходы не должна превышать 500мА. Рабочее напряжение не должно превышать 45 вольт.

Логическая 1 на выходе соединяет выход и общий провод. Логический 0 разрывает соединение.

Принципиальная схема подключения реле и светодиода к двум выходам:

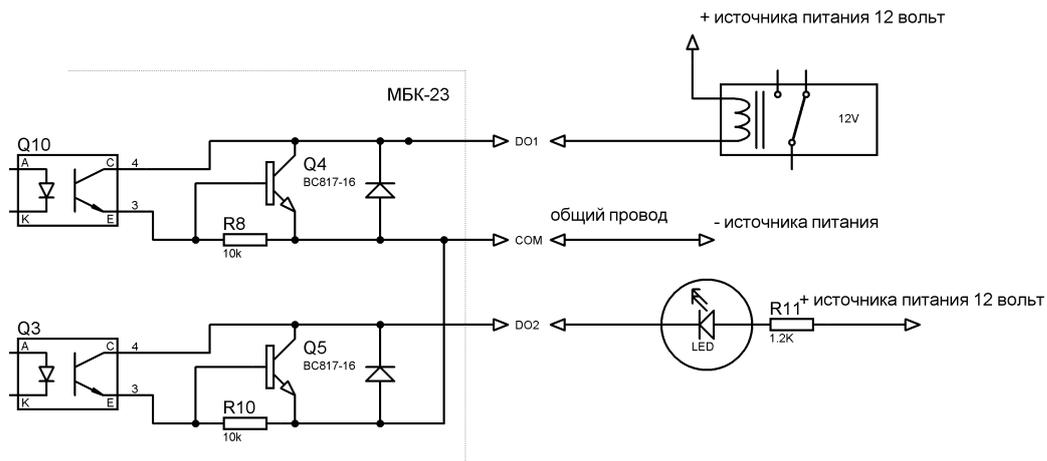


Схема включает часть оптической развязки в составе МБК-23 для пояснения принципа управления выходом.

5 дискретных выходов ассоциируются с аналоговыми регистрами (АО) Modbus. Доступны функции чтения регистров «Read Holding Registers» 0x03 и функция записи одного аналогового регистра «Preset Single Register» 0x06. Аналоговые регистры находятся в общем номерном пространстве Modbus с 40001 по 49999. Адресация аналоговых регистров начинается с 0.

Таблица соответствия регистров с входами:

ВЫХ 1	32 (0x20) регистр
ВЫХ 2	33 (0x21) регистр
ВЫХ 3	34 (0x22) регистр
ВЫХ 4	35 (0x23) регистр
ВЫХ 5	36 (0x24) регистр

Запись в регистр и применение состояния осуществляется сразу после ответа на функцию Modbus о записи регистра «Preset Single Register» 0x06. Временной зазор составляет 1/5000 секунды.

## Амперметр

Вход для измерения силы проходящего переменного или постоянного тока. Подключение на клеммной колодке обозначено буквой «А» и знаком синусоиды. Подключение необходимо проводить в разрыв провода, на котором необходимо регистрировать нагрузку.



Вход рассчитан на нагрузку в 5 ампер, как по положительной, так и по отрицательной амплитуде сигнала.

Показания ассоциируются с аналоговыми регистрами (АО) Modbus. Доступны функции чтения регистров «Read Holding Registers» 0x03 и функция записи одного аналогового регистра «Preset Single Register» 0x06. Аналоговые регистры находятся в общем номерном пространстве Modbus с 40001 по 49999. Адресация аналоговых регистров начинается с 0.

Замер возможно осуществлять двумя способами, в зависимости от конфигурации регистра 58 (0x3A). Если в данный регистр записан 0, то происходит разовый замер на линии и результат записывается в регистр 37 (0x25), шаблон соответствует замеру постоянного тока. Если в регистр 58 записана 1, то происходит серия замеров в течении 30 миллисекунд и в регистр 37 (0x25) записывается максимальное значение тока без учета знака за период, шаблон соответствует измерению переменного тока в сетях 50Гц. Значение регистра конфигурации 58 (0x3A) сохраняется в энергонезависимой памяти и после потери питания не сбрасывается.

Запись в регистре 37 (0x25), по значению равна ампер \* 100 и соответствует формату целое число с учетом знака (INT16).

Например:

значение в 1 ампер будет получено как  $1 * 100 = 100$  (0x0064)

значение в -1 ампер будет получено как  $-1 * 100 = 65436$  (0xFF9C)

## АЦП и ЦАП

Две линии для измерения напряжения (АЦП) и две линии генерации напряжения (ЦАП) расположены на клеммной колодке слева платы и подписаны соответствующим образом



Измерение напряжения, а также генерация напряжения происходит относительно общего провода контроллера (минус на клеммной колодке питания) и не имеет оптической развязки, только защиту от статики. Диапазоны измеряемых и генерируемых напряжений – от 0 до 10 вольт.

Напряжения ассоциируются с аналоговыми регистрами (АО) Modbus. Доступны функции чтения регистров «Read Holding Registers» 0x03 и функция записи одного аналогового регистра «Preset Single Register» 0x06. Аналоговые регистры находятся в общем номерном пространстве Modbus с 40001 по 49999. Адресация аналоговых регистров начинается с 0.

Таблица связи с регистрами:

АЦП 1	40 (0x28) регистр
АЦП 2	41 (0x29) регистр
ЦАП 1	38 (0x26) регистр
ЦАП 2	39 (0x27) регистр

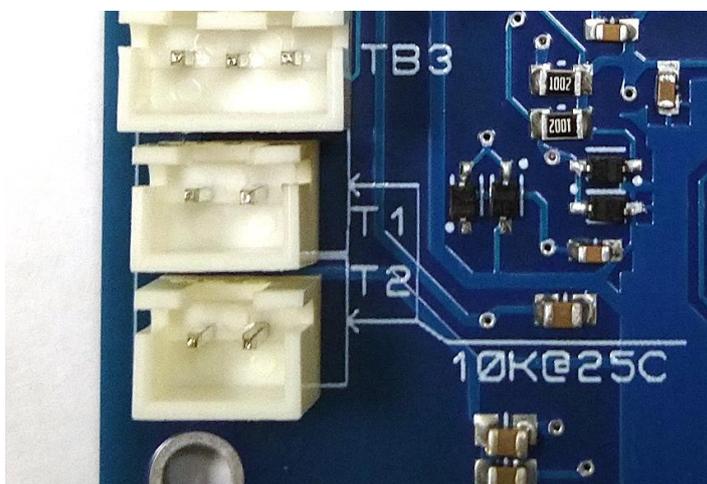
Значения в регистрах указаны как напряжение \*10. Значение в 3.3 вольта будет представлено как 33.

При потере питания контроллером и переходе на аварийное питание АЦП и ЦАП отключаются, при восстановлении питания снова вступают в работу, но значение ЦАП принудительно обнуляется пока не будет установлено умышленно функцией «Preset Single Register» 0x06. Значение ЦАП не записываются в энергонезависимую память и при старте контроллера генерируемое напряжение = 0, пока не будет установлено умышленно функцией «Preset Single Register» 0x06.

*Вольтамперные характеристики АЦП и ЦАП и логика работы могут быть изменены по желанию заказчика в целевой ревизии.*

## Датчики температуры T1 и T2

В левом нижнем углу платы расположены два двух контактных разъема типа ХН 2,54 (шаг контактов 2.54мм) подписанных как T1 и T2 для подключения аналоговых термодатчиков:



К данным разъемам подключаются неполярные датчики – термисторы EPCOS типа NTC и типа PTC.

При подключении датчика в регистр конфигурации указывается его тип и с регистра состояния в дальнейшем снимается показание.

Конфигурация и состояния ассоциируются с аналоговыми регистрами (АО) Modbus. Доступны функции чтения регистров «Read Holding Registers» 0x03 и функция записи одного аналогового регистра «Preset Single Register» 0x06. Аналоговые регистры находятся в общем номерном пространстве Modbus с 40001 по 49999. Адресация аналоговых регистров начинается с 0.

Таблица регистров:

T1 конфигурация	59 (0x3B)
T2 конфигурация	60 (0x3C)
T1 состояние	42 (0x2A)
T2 состояние	43 (0x2B)

Конфигурация задается по следующей логике:

конфигурация	Тип термистора
--------------	----------------

0	Датчик температуры отключен, показания не собираются
1	NTC 10k подключен термистор с отрицательным температурным коэффициентом (NTC) с сопротивлением 10Ком при 25 градусах Цельсия (10k)
2	NTC 100k подключен термистор с отрицательным температурным коэффициентом (NTC) с сопротивлением 100Ком при 25 градусах Цельсия (100k)

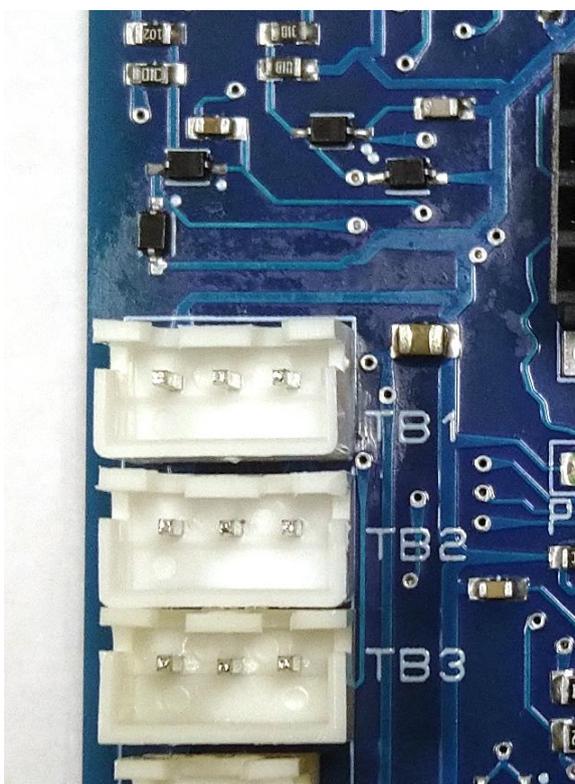
*Остальные типы конфигурации закладываются под конкретное применение контроллера и уточняются отдельно. Возможно внесение принципиально других датчиков, работающих по принципу изменения сопротивления по желанию заказчика в целевой ревизии.*

Состояние температуры возвращается в Кельвинах (во избежание отрицательных показаний) и приводятся в градусы Цельсия путем прибавления 273 градусов. Шаг показаний = 1 градусу.

При потере питания контроллером и переходе на аварийное питание датчики отключаются, при восстановлении питания снова вступают в работу.

## Датчики ТВ1 – ТВ3

На плате присутствуют три разъема типа ХН 2,54 (шаг контактов 2.54мм) для подключения однопроводных цифровых датчиков, подписанных как ТВ1, ТВ2 и ТВ3:



Разъемы имеют линию питания + 5, общий провод и линию данных:



При подключении датчика в регистр конфигурации указывается его тип и с регистров состояния в дальнейшем снимаются показания. В контроллер внесены базовые шаблоны работы с несколькими датчиками, которые по заказу могут быть расширены в отдельной ревизии.

Конфигурация и состояния ассоциируются с аналоговыми регистрами (АО) Modbus. Доступны функции чтения регистров «Read Holding Registers» 0x03 и функция записи одного аналогового регистра «Preset Single Register» 0x06. Аналоговые регистры находятся в общем номерном пространстве Modbus с 40001 по 49999. Адресация аналоговых регистров начинается с 0.

Используемые регистры:

ТВ1 конфигурация	52 (0x34)
ТВ2 конфигурация	53 (0x35)
ТВ3 конфигурация	54 (0x36)
ТВ1 состояние 1	44 (0x2C)
ТВ2 состояние 1	45 (0x2B)
ТВ3 состояние 1	46 (0x2E)
ТВ1 состояние 2	47 (0x2F)
ТВ2 состояние 2	48 (0x30)
ТВ3 состояние 2	49 (0x31)
ТВ1 состояние 3	55 (0x37)
ТВ2 состояние 3	56 (0x38)
ТВ3 состояние 3	57 (0x39)

Шаблоны работы:

ТВх конфигурация = 0 - линия отключена	
ТВх состояние 1	нет
ТВх состояние 2	нет
ТВх состояние 3	нет

ТВх конфигурация = 1 - датчик DHT-22	
ТВх состояние 1	Температура в кельвинах *10
ТВх состояние 2	Влажность в процентах *10
ТВх состояние 3	Ошибки запроса 0-нет ошибок, 1- датчик отсутствует, 2,3 - неизвестный протокол, 5- ошибка контрольной суммы в ответе датчика

ТВх конфигурация = 2 - датчик DHT-11	
ТВх состояние 1	Температура в кельвинах *10
ТВх состояние 2	Влажность в процентах *10
ТВх состояние 3	Ошибки запроса 0-нет ошибок,

	1- датчик отсутствует, 2,3 - неизвестный протокол, 5- ошибка контрольной суммы в ответе датчика
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

ТВх конфигурация = 3 - датчик аналог DHT-22 от китайцев, возвращающий целую и дробную часть температуры в разных байтах без смещения	
ТВх состояние 1	Температура в кельвинах *10
ТВх состояние 2	Влажность в процентах *10
ТВх состояние 3	Ошибки запроса 0-нет ошибок, 1- датчик отсутствует, 2,3 - неизвестный протокол, 5- ошибка контрольной суммы в ответе датчика

ТВх конфигурация = 4 - датчики на основе чипа DS18B20	
ТВх состояние 1	Температура в кельвинах *10
ТВх состояние 2	нет
ТВх состояние 3	Ошибки запроса 0-нет ошибок, 1- датчик отсутствует, 2,3 - неизвестный протокол,

При потере питания контроллером и переходе на аварийное питание датчики отключаются, при восстановлении питания снова вступают в работу. Значения конфигураций в регистрах «ТВх конфигурация» хранятся в энергонезависимой памяти и при потере питания не обнуляются.

## Аварийное питание

В контроллере присутствует функция аварийного питания (не резервного), предназначенная на короткое время поддерживать управление дискретными входами и выходами, а также связь по LAN и RS-485 каналу.

Для этой цели служат два батарейных отсека под литиевые батарейки CR2032. Также есть переключатель для отключения аварийного питания на случай транспортировки, смены элементов питания или принудительного выключения контроллера (подписана на плате как «P3B»).



Наличие внешнего питания ассоциируется с аналоговым регистром Modbus

Наличие внешнего питания	26 (0x1A)
--------------------------	-----------

Если содержимое регистра =0, то внешнее питание отсутствует, контроллер работает от аварийного питания, если = 1, то внешнее питание в норме.

Время работы аварийного питания зависит от емкости и качества литиевых батареек. Характер использования данного типа батареек предполагает краткие подключения нагрузки при длительном незадействованном состоянии. Режим переключения на аварийное питание на длительное время не позволит полностью выработать режим литиевой батарейки. По результатам испытаний доступны следующие показатели:

производитель	Ресурс батареи в режиме включения аварийного питания не более чем на 10 минут и паузами не менее 10 минут	Ресурс при полном переходе на аварийное питания, до отключения контроллера
Camelion 2032	3 часа 10 минут	1 час 40 минут
Duracell 2032	4 часа 20 минут	2 часа 30 минут
Panasonic 2032	2 часа 10 минут	1 час 40 минут
Renata 2032	3 часа	1 час 20 минут

## Общие настройки контроллера

Конфигурация контроллера ассоциируется с аналоговыми регистрами (AO) Modbus. Доступны функции чтения регистров «Read Holding Registers» 0x03 и функция записи одного аналогового регистра «Preset Single Register» 0x06. Аналоговые регистры находятся в общем номерном пространстве Modbus с 40001 по 49999. Адресация аналоговых регистров начинается с 0.

Все настройки имеют предустановленные значения, позволяющие совершить первый запуск контроллера и в дальнейшем их изменить. Доступ к регистрам и их изменения возможны как по Modbus tcp так и по Modbus rtu

Список конфигурационных параметров

Номер регистра (десятичный)	описание	Предустановленное значение	R-чтение RW-чтение и запись
0	Старший октет серийного номера устройства	134	R
1	2 октет серийного номера устройства	45	R
2	3 октет серийного номера устройства	11	R
3	младший октет серийного номера устройства	13	R
4	Номер устройства на шине MODBUS	17	RW
5	Старший октет IP адреса устройства	192	RW
6	2 октет IP адреса устройства	168	RW
7	3 октет IP адреса устройства	0	RW
8	младший октет IP адреса устройства	15	RW
9	Старший октет шлюза устройства	192	RW
10	2 октет шлюза устройства	168	RW
11	3 октет шлюза устройства	0	RW
12	младший октет шлюза устройства	1	RW
13	Старший октет маски сети устройства	255	RW
14	2 октет маски сети устройства	255	RW

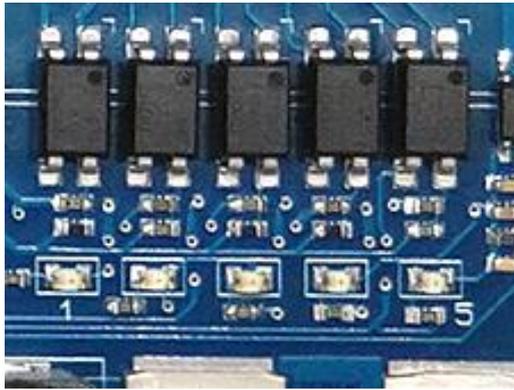
15	3 октет маски сети устройства	255	RW
16	младший октет маски сети устройства	0	RW
17	Флаг применения конфигурации	0	RW
18	Скорость передачи данных по Modbus rtu	9600	RW
51	Температура процессора на плате контроллера	30	R
19	Наличие ошибок в работе контроллера 0 – ошибок 1 и более – зафиксировано N сбоев	0	R
50	Режим связи 0 - Modbus rtu + Modbus tcp 1 - Modbus rtu 2 - Modbus tcp	0	RW

Последовательность настройки конфигурации платы контроллера:

- 1) Подключиться по Modbus TCP согласно предустановленным сетевым параметрам, номер порта для Modbus TCP = 502. Или подключиться по Modbus RTU, используя предустановленную скорость передачи данных, четность-нет, разрядность-8, стоп бит-1 (9600,n,8,1).
- 2) Получить доступ к устройству номер 17 (предустановленный номер на шине Modbus)
- 3) При необходимости изменить необходимые параметры сетевых настроек, номера устройства, и скорости передачи данных Modbus RTU в пределах от 2400 до 38400 бит в секунду. Внесение изменений через функцию «Preset Single Register» 0x06
- 4) Убедиться в правильности параметров, запросив состояния регистров (функция «Read Holding Registers» 0x03)
- 5) В регистр 17 записать 1. Контроллер запишет новые параметры в энергонезависимую память и перезапустится.
- 6) Дождаться перезапуска платы. Светодиод «Режим» после перезапуска начинает периодически мигать
- 7) Можно продолжать штатную работу, установленные параметры сохраняются в энергонезависимой памяти.

## Общая информация по работе с контроллером.

- 1) Контроллер снабжен индикатором штатной работы контроллера – светодиод подписанный «РЕЖИМ». Когда контроллер находится в штатном режиме, светодиод промаргивает 2-3 раза в секунду и означает что рабочий цикл работы выполняется без ошибок.
- 2) В центре платы есть светодиод «ПИТАНИЕ», горящий светодиод означает наличие внешнего питания
- 3) Напротив дискретных входов есть пять светодиодов, показывающих состояние каждого входа. Они служат для облегчения подключения внешнего оборудования, так как позволяют видеть состояние входов без запросов по Modbus.



4) Содержание общего цикла работы контроллера

После старта контроллера запускается основной цикл работы, который отвечает за функции, требующие максимального быстродействия системы:

- обработка TCP запросов от Modbus TCP
- обработка UART запросов от Modbus RTU
- Обработка PING
- Применение состояний дискретных выходов.

Данная последовательность действий выполняется 5000 раз за секунду

Раз в 30 миллисекунд запускается цикл сбора и\или применения остальных параметров, обеспечиваемых контроллером (аналоговые состояния, датчики, входы).

Внести изменение в указанные временные рамки может особенность Modbus RTU. Контроллер, после определения начала пакета команды от сервера (принят номер функции и длина данных в пакете), приостанавливает общий цикл и цикла сбора, до тех пор, пока не будет принят остаток команды Modbus RTU. Если в этот момент отправляющая сторона прервет передачу, то контроллер будет 300мс ожидать продолжения передачи, после чего перейдет в штатный режим работы, вернув отправителю ошибку №1 «Принятый код функции не может быть обработан.»

- 5) При монтаже контроллера необходимо крепить плату на высоте минимум 5мм от основания. Не желательно крепить плату в герметичной среде, а необходимо обеспечить минимальное проветривание платы. Компоненты платы прогреваются на дополнительных 10 градусов Цельсия от температуры окружающей среды.

На фотографии указаны места прогревов компонентов для учета при монтаже:

