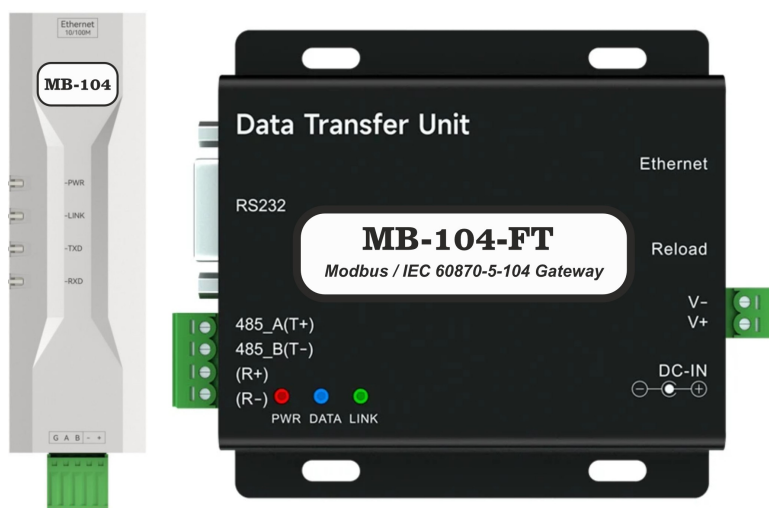


MB-104

Сетевой Шлюз

Modbus / IEC 60870-5-104 (101)



Руководство пользователя

Версия 1.00, ноябрь 2025

Руководство пользователя сетевого шлюза MB-104

Программное обеспечение, описанное в данном руководстве, предоставляется по лицензионному соглашению и может использоваться только в соответствии с условиями этого соглашения.

Уведомление об авторских правах

© 2024 Automation Tools Company (ATC). Все права защищены.

Отказ от ответственности

- Информация в настоящем документе может быть изменена без предварительного уведомления и не представляет собой обязательств со стороны ATC.
- ATC предоставляет этот документ как есть, без каких-либо гарантий, явных или подразумеваемых, включая, помимо прочего, его конкретную цель. ATC оставляет за собой право в любое время вносить улучшения и/или изменения в это руководство или в продукты и/или программы, описанные в этом руководстве.
- Информация, представленная в этом руководстве, должна быть точной и надежной. Однако ATC не несет ответственности за ее использование или за любые нарушения прав третьих лиц, которые могут возникнуть в результате ее использования.
- Этот продукт может содержать непреднамеренные технические или типографские ошибки. В информацию, содержащуюся в настоящем документе, периодически вносятся изменения для исправления таких ошибок, и эти изменения включаются в новые издания публикации.

Оглавление

1. Введение	4
Протокол МЭК 60870-5-104(101)	4
Обзор устройства	4
Характеристики продукта	5
2. Аппаратное обеспечение MB-104	6
Оконечные резисторы RS-485	6
Элементы управления, индикации и подключения MB-104-FT	6
Элементы управления, индикации и подключения MB-104-485D	7
3. Начало работы	8
Подключение питания	8
Подключение последовательных устройств RS-232/422/485	8
Подключение к сети Ethernet	8
Монтаж устройства	8
4. Настройка сетевого шлюза MB-104	9
Запуск встроенного веб конфигуратора	9
Функции элементов меню	9
Работа с внутренним архивом событий	10
Обновление встроенного программного обеспечения	10
Общие настройки устройства	10
Настройки параметров Modbus TCP Client	11
Настройки параметров Serial Modbus Master	11
Настройки параметров МЭК 60870-5-104 Server	11
Настройки параметров МЭК 60870-5-101 Slave	12
Настройки параметров МЭК 60870-5 Application Layer	12
5. Создание объектного пространства сетевого шлюза	13
Параметры объекта/группы уровня Modbus	13
Параметры объекта/группы уровня МЭК 60870-5-104/101	13
6. Практическое применение	15
Введение	15
Связь подстанции с диспетчерским центром электроснабжения	15
Связь внутри подстанции	16
Связь с системами возобновляемой энергии	16

1. Введение

Протокол МЭК 60870-5-104(101)

МЭК 60870-5-104(101) – протокол телемеханики, предназначенные для передачи сигналов в систему верхнего уровня, регламентирующий использование сетевого доступа по протоколам TCP/IP (Serial). Чаще всего применяются в энергетике для информационного обмена между энергосистемами, а также для получения данных от измерительных преобразователей (вольтметры, измерительные преобразователи и прочее).

Особенностями протокола МЭК 60870-5-104(101) являются:

- малое количество трафика, что актуально для передачи информации через сотовые каналы связи;
- поддержка инициативных сообщений от опрашиваемого устройства;
- передача аналоговых значений по аппаратуре - изменение значимого порога;
- поддержка меток времени;
- поддержка синхронизации времени.

Обзор устройства

МВ-104 это линейка преобразователей протоколов стандартов Modbus RTU/ASCII/TCP и IEC-60870-5-104/101. Она включает в себя модификации МВ-104-FT и МВ-104-485D. Сетевой шлюз МВ-104 имеет следующие функциональные возможности:

- опрос устройств по протоколу Modbus TCP/IP через Ethernet канал;
- опрос устройств по протоколу Modbus RTU/ASCII через канал RS-232/422/485;
- поддерживает IEC 60870-5-101 «Подчиненный» (балансный / небалансный режим);
- поддерживает режим «Сервер» IEC 60870-5-104;
- имеет встроенный web-конфигуратор для легкой настройки и сервиса;
- имеет энергонезависимый архив системных событий;
- поддерживает обновление встроенного программного обеспечения.

Интеграция устройств Modbus в сеть IEC 60870-5-104

МВ-104 это промышленный сетевой шлюз с портом Ethernet и последовательным портом RS-232/422/485 для сетевых протоколов Modbus RTU/ASCII/TCP, IEC 60870-5-101 и IEC 60870-5-104. Благодаря интеграции распространенных протоколов передачи данных в электроэнергетике, МВ-104 обеспечивает гибкость, необходимую для удовлетворения различных требований, возникающих при подключении полевых устройств к системе SCADA (системы управления электроснабжением) с использованием различных протоколов связи. Для интеграции устройств Modbus в сеть IEC 60870-5-104 используйте устройство в качестве ведущего/клиентского устройства Modbus для сбора данных и обмена данными с системами IEC 60870-5-104/101.

Веб-консоль для легкой настройки и сервисных функций

Для максимального упрощения настройки и эксплуатации МВ-104 предоставляется веб-консоль (встроенный веб-сервер). Веб-консоль подключается к устройствам МВ-104 в локальной сети с использованием платформ-независимого веб браузера. Настройка рабочих режимом с использованием веб-консоли подробно описана в последующих разделах данного руководства. Функции сервиса включают в себя: контроль ошибок опроса подключенных Modbus устройств, просмотр архива событий, а так же обновление, откат и возврат к заводской версии встроенного программного обеспечения устройства.

Характеристики продукта

Таблица 1.1 – Технические характеристики

Наименование	Значение	
Питание		
Напряжение питания (номинальное)	12...24 (12) В постоянного тока	
Максимальная мощность потребления, не более	2 Вт	2 ВА
RS-485 (RS-422/485/232 для MB-104-FT)		
Поддерживаемые протоколы (Главный/Подчиненный)	Modbus RTU/ASCII, IEC 60870-5-101	
Максимальное количество регистров в кадре Modbus	125	
Максимальный размер кадра, байт	516	
Скорость передачи данных	50 бит/с – 1000 Кбит/с	
Максимальная длина линии (только для RS-422/485)	1200 м	
Количество независимых каналов	1	
Количество устройств на один канал, не более (только для RS-422/485)	256	
Напряжение изоляции, не менее	1.5 kV	
Ethernet		
Скорость передачи данных	10/100 Мбит/с	
Поддерживаемые протоколы (Клиент/Сервер)	Modbus [RTU/ASCII over] TCP, IEC 60870-5-104	
Адрес для доступа к конфигуратору (для MB-104-FT)	192.168.1.100	
Разъем	8P8C (RJ45)	
Максимальное количество открытых сокетов (Клиент + Сервер)	8 + 1	
Напряжение изоляции, не менее	1.5 kV	
Wi-Fi конфигуратор (только для MB-104-485D)		
Имя точки доступа (SS ID)	XGate MB-104-XXXXX (XXXXX – заводской номер)	
Пароль	www.atcomp.ru	
Адрес для доступа к конфигуратору	192.168.4.1	
Корпус MB-104-485D		
Тип корпуса	Для крепления на DIN-рейку	
Габаритные размеры	80 × 28 × 27 мм	
Степень защиты корпуса (ГОСТ 14254-2015)	IP30	
Корпус MB-104-FT		
Тип корпуса	Для крепления на плоскую поверхность	
Габаритные размеры	82 × 84 × 25 мм	
Степень защиты корпуса (ГОСТ 14254-2015)	IP40	
Комбинации преобразования протоколов		
Клиент IEC 60870-5-104	Modbus RTU/ASCII Подчиненный	
Клиент IEC 60870-5-104	Modbus TCP Сервер	
IEC 60870-5-101 Главный	Modbus RTU/ASCII Подчиненный	
IEC 60870-5-101 Главный	Modbus TCP Сервер	
Общие характеристики		
Масса, не более	0,1 кг	
Средний срок службы	10 лет	
Средняя наработка на отказ, не менее	80 000 ч	

2. Аппаратное обеспечение MB-104

Оконечные резисторы RS-485

В некоторых критических средах RS-422/485 может потребоваться добавить внешние оконечные резисторы 120 Ом для предотвращения отражения последовательных сигналов.

Элементы управления, индикации и подключения MB-104-FT

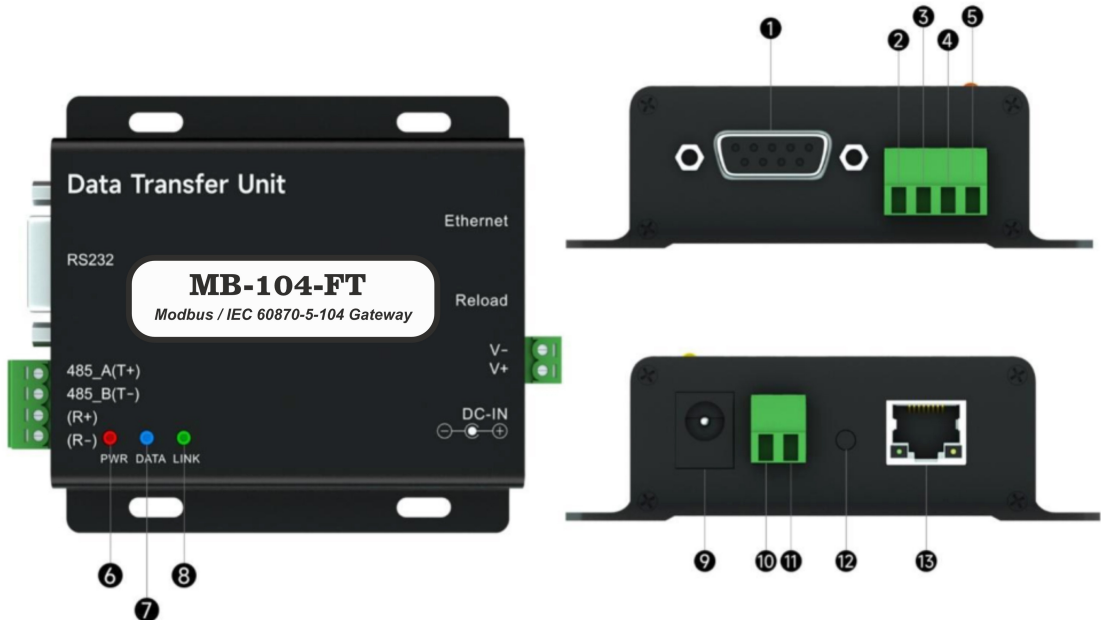


Рис. 2.1 Расположение элементов индикации, управления и соединений MB-104-FT.

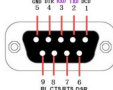
№ п/п	Обозначение	Функция	Описание
1	RS232	Разъем RS-232	Разъем для подключения Modbus Slave устройств или линии подключения сети IEC 60870-5-101 по интерфейсу RS-232. Подключение внешних устройств производится к разъему прибора DB9 Female по трех-проводной схеме, 2-TXD, 3-RXD, 5-GND в соответствии со спецификацией RS232. 
2	485_A(T+)	RS-485/422 клемма A(T+)	Клемма A(T+) для подключения Modbus Slave устройств или линии подключения сети IEC 60870-5-101 по интерфейсу RS-422/485.
3	485_B(T-)	RS-485/422 клемма B(T-)	Клемма B(T-) для подключения Modbus Slave устройств или линии подключения сети IEC 60870-5-101 по интерфейсу RS-422/485.
4	(R+)	RS-422 клемма (R+)	Клемма (R+) для подключения Modbus Slave устройств или линии подключения сети IEC 60870-5-101 по интерфейсу RS-422.
5	(R-)	RS-422 клемма (R-)	Клемма (R-) для подключения Modbus Slave устройств или линии подключения сети IEC 60870-5-101 по интерфейсу RS-422.
6	PWR	Индикация питания	Светится постоянно: питание включено. Не светится: питание отключено.
7	DATA	Индикация обмена данными	Светится голубым при отправке запроса к устройству Modbus. Светится зеленым при получении данных от устройства Modbus. Не светится: нет обмена данными.
8	LINK	Индикация соединения	Индикатор подключения к сети IEC 60870-5-104/101. Светится постоянно: соединение установлено. Мигает с интервалом 1 сек: соединение отсутствует.
9	DC-IN	Гнездо питания	Гнездо питания DC 8...28 V под штекер 2.1*5.5 (не использовать вместе с питанием по клеммам 10, 11)
10	V+	+ Упит.	Клемма «+» подключения питания DC 8...28 V (не использовать вместе с питанием DC-IN поз. 9)
11	V-	- Упит.	Клемма «-» подключения питания DC 8...28 V (не использовать вместе с питанием DC-IN поз. 9)
12	Reload	Переход на Веб-консоль	Кнопка перехода в режим конфигуратора. При нажатии и удержании в течении 10 секунд происходит переход к веб-консоли для настройки параметров устройства.
13	Ethernet	Подключение Ethernet	Разъем RJ45 для подключения кабеля Ethernet 10/100M. Индикатор «Link» сетевого порта светится зелёным цветом при скорости 100 Мбит/с, жёлтым — при скорости 10 Мбит/с. Если индикатор «Data» сетевого порта мигает, происходит отправка и приём данных.



Рис. 2.2 Расположение элементов индикации, управления и соединений MB-104-485D.

3. Начало работы

Подключение питания

1. Ослабьте винты на клеммах питания (V+, V-).
2. Подключите линию питания 8–28 В постоянного тока к клеммной колодке.
3. Затяните соединения с помощью винтов на клеммной колодке.

Обратите внимание, что у устройства нет выключателя. Оно автоматически включается при подаче питания. Светодиод PWR будет светиться, показывая, что устройство получает питание. Для модификации MB-104-FT при использовании разъема DC-IN подключите к нему штекер 2.1*5.5 внешнего источника питания. Не допускайте одновременное подключение к источникам питания DC-IN и (V+, V-). Это может привести к выходу устройства из строя.

Подключение последовательных устройств RS-485/422/232

Информация о назначении контактов последовательных портов приведена в разделе 2.

При подключении многоточечной сети RS-232/422/485 с несколькими устройствами обратите внимание на следующее:

- Все устройства, подключенные к последовательному порту, должны использовать одинаковые настройки и протокол (т. е. Modbus RTU или Modbus ASCII) передачи. Адресация приборов должна соответствовать спецификации протокола Modbus;
- В модификации MB-104-FT возможно подключение подчиненных устройств имеющих различные интерфейсы (RS-232/422/485). При этом считается, что эти устройства подключены к общему последовательному порту;
- Перед подключением или отключением последовательного соединения убедитесь, что питание выключено.
- Информация о назначении контактов последовательного порта приведена в разделе 2.

Подключение к сети Ethernet

Подключите один конец кабеля Ethernet к порту Ethernet 10/100М на MB-104, а другой — к сети Ethernet. MB-104 будет показывать наличие подключения к сети Ethernet следующими способами:

- Светодиод Ethernet горит постоянным зеленым светом при подключении к сети Ethernet со скоростью 100 Мбит/с;
- Светодиод Ethernet постоянно светится оранжевым цветом при подключении к сети Ethernet со скоростью 10 Мбит/с;
- Светодиод Ethernet будет мигать при передаче или приеме пакетов Ethernet.

Монтаж устройства

Устройство, в зависимости от модификации, можно разместить на столе, закрепить на стене или на DIN-рейке. Типы корпусов, их габаритные и присоединительные размеры приведены на рисунках 3.1 и 3.2.

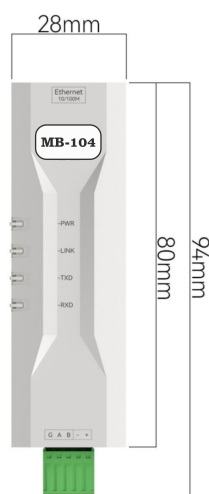


рис. 3.1 Габаритные размеры MB-104-485D.

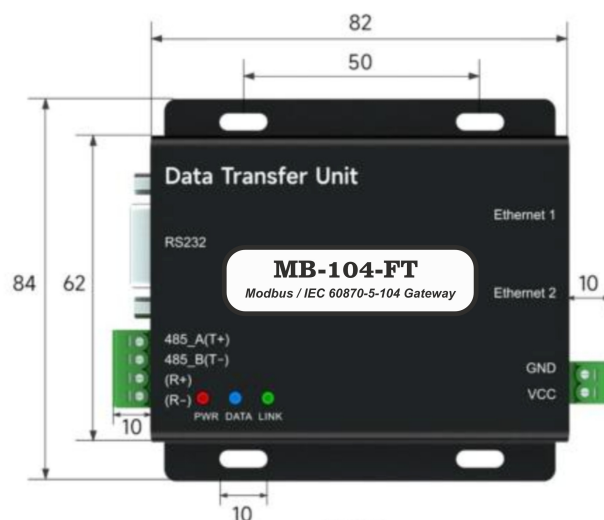


Рис. 3.2 Габаритные и присоединительные размеры MB-104-FT.

4. Настройка сетевого шлюза MB-104

Запуск встроенного веб конфигуратора

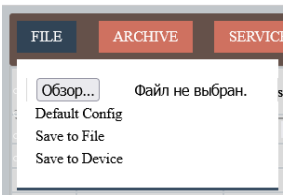
Для входа в режим конфигуратора на устройстве следует нажать и удерживать кнопку «Reload» в течении 10 секунд. Успешный переход в режим настроек будет сопровождаться циклическим включением светодиодов «Data» и «Link» для модификации MB-104-FT, или светодиодов «-TXD», «-RXD» и «-Link» для модификации MB-104-FT. Устройства MB-104-FT необходимо подключить с помощью кабеля Ethernet к персональному компьютеру, либо к маршрутизатору ЛВС и запустить Web браузер указав IP адрес веб конфигуратора 192.168.1.100. Одновременное подключение в режиме конфигуратора двух и более устройств MB-104-FT в одной сети не допускается. Устройства модификации MB-104-485D предоставляют доступ к конфигуратору по сети Wi-Fi. При переходе в режим конфигуратора устройство создает точку доступа с SSID: MB-104-XXXXX (где XXXXX – заводской номер устройства). Пароль для входа в сеть - «www.atcompr.ru». Для входа в конфигуратор следует запустить Web браузер указав IP адрес веб конфигуратора 192.168.4.1. При работе с конфигуратором следует использовать следующие Web браузеры: Mozilla Firefox, Google Chrome, Microsoft Edge. На других браузерах работа конфигуратора не гарантирована. После успешного соединения в окне браузера появится изображение Web интерфейса конфигуратора с текущими настройками и списком связанных параметров сетевого шлюза.

FILE	ARCHIVE	SERVICE	I/O	0	ERR	0	VER	1.00	S/N	26000						16:11:21	
Slave ID	Function	Address	Endian Swap	Poll Interval, ms	Object Type	Threshold	Low Limit	High Limit	Fault Value	St.Timeout, s	IOA Start	Range of IOA	Interrog.	RTU/ASCII [s]	Edh TCP [s]		
18 [2]	[rw] Coil Status	0	Don't need	1000	Single point	0.1	0.1	0.1	0	60	451	1	Global	Channel	#2		
Common Properties																	
18a[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	---	---	451	10	Global	Initial Delay, ms	10000		
17a[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	---	---	431	10	Global	MB Fault Set, ms	10000		
16a[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	421	10	Global	Between Poll, ms	100		
16a[2]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	411	10	Global	IEC Sync Time, min	30		
15a[2]	[ro] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	401	10	Global	IEC Switch 104/101, sec	0		
15a[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	391	10	Global	ModBus TCP/IP Client			
14a[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	1	---	381	1	Global	Channel	ChF 2		
14a[2]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	1	---	371	10	Global	IP Address	192.168.1.250		
13a[2]	[ro] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	1	---	361	10	Global	Port	1000		
11a[2]	[ro] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	0	---	351	10	Global	Max. Retry	3		
10a[2]	[ro] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	0	---	341	10	Global	Response Timeout	1500		
10a[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	331	10	Global	ModBus Serial Master			
9a[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	321	10	Global	Mode	RTU		
8a[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	311	10	Global	Baud Rate	256000		
9a[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	301	10	Global	Parity	None		
7a[1]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	291	10	Global	Stop Bits	1		
6a[1]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	---	---	271	10	Global	Data Bits	8		
5a[1]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	---	---	251	10	Global	Max. Retry	3		
4a[1]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	---	---	231	10	Global	Response Timeout	1500		
3a[1]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	221	10	Global	IEC 60870-5-104 Server			
2a[1]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	211	10	Global	Timeout 0	30		
8a[3]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	1	---	191	20	Global	Timeout 1	255		
7a[3]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	0	---	181	10	Global	Timeout 2	200		
6a[3]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	1	---	161	20	Global	Timeout 3	100		
5a[3]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	1	---	131	10	Global	K Param.	48		
4a[3]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	0	---	141	20	Global				
1a[1]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	1	---	101	20	Global				
1a[1]	[ro] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	1	---	41	20	Global				
1a[1]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	61	20	Global				
2a[1]	[ro] Coil Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	1	---	81	10	Global				

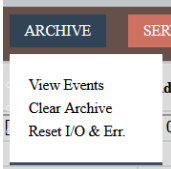
<< MODBUS ~ IEC-60870-5-104/101 Gateway Configurator >>

Функции элементов меню

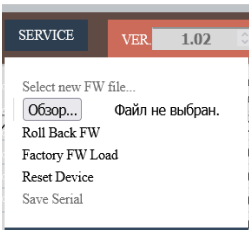
В главном меню прибора расположены выпадающие списки для экспорта/импорта файлов конфигурации, функции работы с архивом событий, сервисные функции. Так же в панель меню встроены информационные окна версии встроенного программного обеспечения прибора, его заводской номер и часы реального времени. На главном меню так же расположены счетчик запросов к подчиненным устройствам Modbus и счетчик ошибок обмена.



Загрузка конфигурации из файла (расширение .GTW), расположенного на локальном компьютере производится нажатием на элемент меню «FILE». Для сброса параметров к заводским настройкам используется элемент «Default Config». При этом база связанных параметров сетевого шлюза удаляется. Диалог сохранения новой конфигурации в файл на локальном компьютере может отличаться в разных браузерах и в некоторых требует дополнительной настройки браузера. При сохранении конфигурации в энергонезависимую память устройства требуется подтвердить действие в диалоге всплывающего окна.



Элемент меню «ARCHIVE» позволяет просмотреть в новом окне архив событий прибора и произвести полное стирание архива в устройстве. События архива расположены в обратном хронологическом порядке, где событию с наибольшим номером соответствует более старое событие. Время события отображается в соответствии с системными настройками. Архив является циклическим и более старые записи заменяются на новые. Глубина архива составляет 64 записи. Так же в данном элементе меню расположен элемент сброса счетчиков запросов и ошибок обмена.



Элемент меню «SERVICE» предназначен для управления сервисными функциями: перезагрузка прибора, проверка наличия новой версии программного обеспечения и его обновления, откат программного обеспечения к предыдущей версии, возврат к заводской версии программного обеспечения.

Работа с внутренним архивом событий

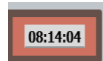
В энергонезависимой памяти реализован архив основных событий, связанных с аппаратными сбоями, перезагрузкой прибора, изменением его конфигурации и обновлением встроенного программного обеспечения (ВПО). Архив реализован в виде массива с размерностью 64 записи и циклическим обновлением. Каждая запись содержит информацию о событии, дате и времени его фиксации. Отображаются записи архива в виде таблицы, в которой события выведены в обратной хронологической последовательности. Таблица событий архива отображается во всплывающем окне браузера при нажатии на соответствующий элемент главного меню. Расшифровка событий архива:

#	Date	Time	Event
8	Sun Nov 09 2025	GMT+0300 (Москва, стандартное время)	Reset due to power-on event
9	Sun Nov 09 2025	12:26:11 GMT+0300 (Москва, стандартное время)	Disconnected from IEC 101/104 Master/Client
10	Sun Nov 09 2025	11:12:42 GMT+0300 (Москва, стандартное время)	Connected to IEC 104 Client
11	Sun Nov 09 2025	11:11:45 GMT+0300 (Москва, стандартное время)	Reset due to power-on event
12	Sun Nov 09 2025	11:11:35 GMT+0300 (Москва, стандартное время)	Disconnected from IEC 101/104 Master/Client

- Change to Reserved IEC Channel (переход на резервный канал IEC 60870-5-101/104);
- Connected to IEC 104 Client (подключено в режиме IEC 60870-5-101/104 Server);
- Connected to IEC 101 Master (подключено в режиме IEC 60870-5-101 Slave);
- Disconnected from IEC 101/104 Master/Client (соединение с Master/Client разорвано);
- Load Device in to Configuration Mode (Загрузка устройства в режиме конфигуратора);
- Reset Command from Browser (Сброс из веб-браузера);
- Reset to Default Configuration (Сброс конфигурации до заводских настроек);
- Write Configuration data (Записи/изменение конфигурации устройства);
- Clear System Events Archive (Очистка архива системных событий);
- Firmware update (Обновление ВПО);
- Firmware Roll Back (Откат ВПО до предыдущей версии);
- Firmware reset to Factory (Сброс ВПО до заводской версии);
- Reset reason can not be determined, Reset due to power-on event, Reset by external pin,

Software reset via esp_restart, Software reset due to exception/panic, Reset due to interrupt watchdog, Reset due to task watchdog, Reset due to other watchdogs, Reset after exiting deep sleep mode, Brownout reset, Reset over SDIO, Reset by USB peripheral, Reset by JTAG, Reset due to efuse error, Reset due to power glitch detected, Reset due to CPU lock up (аппаратные причины перезагрузки MCU).

Доступна функция очистки архива (пункт главного меню Archive->Clear Archive). При этом все записи архива будут безвозвратно удалены из энергонезависимой памяти устройства. Для корректного отображения даты и времени событий архива следует установить часы реального времени (RTC). Установку RTC необходимо производить после каждой подачи питания. В основном режиме дата и время устанавливаются автоматически при соединении в устройством Master/Client IEC 60870-5-101/104.



В режиме конфигуратора часы реального времени устанавливаются путем нажатия на значок часов (кнопку) в панели меню.

Обновление встроенного программного обеспечения

Элементы обновления встроенного программного обеспечения расположены в выпадающем списке главного меню «Service». Доступны следующие функции:

- «Select Factory FW file...» - выбор файла обновления на локальном устройстве;
- «Roll Back FW» - откат программного обеспечения до предыдущей версии;
- «Factory FW Load» - сброс программного обеспечения до заводской версии.

Файл обновления доступен на сайте производителя в разделе загрузок (номер версии должен быть выше текущей версии FW). Файл имеет формат MB_IES_GTW_vX.XX.bin, где X.XX — номер версии FW. До окончания процесса обновления не следует отключать питание устройства во избежание выхода его из строя. Процесс обновления/изменения ПО будет сопровождаться изменением полосы состояния (Process Bar), расположенной под основным меню. Конфигурация при обновлении встроенного программного обеспечения может быть утеряна, поэтому рекомендуется сохранять текущую конфигурацию в файле на локальном устройстве.

Общие настройки устройства

Common Properties	
Initial Delay, ms	10000
MB Fault Set, ms	10000
Between Poll, ms	100
IEC Sync Time, min	30
IEC Swith 104/101, sec	0

Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
Initial Delay, ms	Начальная задержка опроса устройств Modbus после включения питания (перезагрузки) сетевого шлюза.	Диапазон значений: 0...30000 [мс], шаг изменения: 1 [мс], по умолчанию: 0 [мс].
MB Fault Set, ms	Тайм-аут связи с Master/Client устройством IEC 60870-5-101/104. При наступлении тайм-аута на выходах устройств Modbus устанавливаются аварийные значения.	Диапазон значений: 100...65535 [мс], шаг изменения: 1 [мс], по умолчанию: 6000 [мс].
Between Poll, ms	Задержка после завершения текущего запроса и началом следующего запроса в общем цикле опроса всех параметров и устройств Modbus, включенных в конфигурацию.	Диапазон значений: 0...65535 [мс], шаг изменения: 1 [мс], по умолчанию: 100 [мс].
IEC Sync Time, min	Интервал синхронизации с сервером. При отсутствии синхронизации в течении интервала поле времени при передаче данных маркируется как недостоверное.	Диапазон значений: 0...65535 [мин.], шаг изменения: 1 [мин.], по умолчанию: 30 [мин.], 0 - Отключено.
IEC Swith 104/101, sec	Время отсутствия связи устройством IEC 60870-5-101/104 при котором производится переход на резервный канал связи. По умолчанию канал связи с устройством Client IEC 60870-5-104 является основным, а канал связи с устройством Master IEC 60870-5-101 резервным. При наличии в конфигурации Modbus Serial Slave устройств резервирование не доступно. При разрыве (отсутствию) связи по резервному каналу будет произведена попытка соединения по основному каналу.	Диапазон значений: 0...65535 [сек.], шаг изменения: 1 [сек.], по умолчанию: 10 [сек.], 0 - Отключено.

Настройки параметров Modbus TCP Client

ModBus TCP/IP Client	
Channel	CH# 1 ▾
IP Address	192.168.1.117
Port	502 ▾
Max. Retry	3 ▾
Response Timeout	1500 ▾

Сетевые настройки компонента Modbus TCP Client включают в себя IP адреса и порты до 8 устройств Modbus TCP Server. Следует учитывать, что сетевой шлюз допускает не более 8 сокетов в текущей конфигурации. Идентификатором сокета считается связка IP Address + Port + Slave ID. Каждый новый адрес устройства TCP ModBus Server образует новый сокет, даже если этот адрес физически принадлежит одному и тому же устройству и имеет тот же IP адресе и сетевой порт. Максимально возможно подключить до 8 сокетов TCP ModBus. В одной физической сети Modbus (Serial / Ethernet) при использовании шлюза действует общее

адресное пространство. При этом устройства с одинаковым адресом Slave ID будут считаться одним устройством.

Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
Channel	Выбор канала конфигурации устройства Modbus TCP Client.	Выпадающий список CH# 1 ...CH# 8.
IP Address	Сетевой адрес канала TCP/IP.	Согласно спецификации Ethernet TCP/IP, по умолчанию: 192.168.1.10...192.168.1.17.
Port	Сетевой порт канала TCP/IP.	Согласно спецификации Ethernet TCP/IP, Диапазон значений: 0...9999, по умолчанию: 502.
Max. Retry	Количество повторных запросов при ошибке (общее для всех каналов).	Диапазон значений: 0...5, шаг изменения: 1, по умолчанию: 3.
Response Timeout	Тайм-аут при отсутствии ответа на запрос (общее для всех каналов).	Диапазон значений: 10...60000 [мс], шаг изменения: 1 [мс], по умолчанию: 500 [мс].

Настройки параметров Serial Modbus Master

Настройки компонента Serial Modbus Master производятся для одного логического канала устройства. В модификации устройства MB-104-FT настройки будут общими для всех физических интерфейсов (RS-232/422/485).

ModBus Serial Master	
Mode	RTU ▾
Baud Rate	256000 ▾
Parity	None ▾
Stop Bits	1 ▾
Data Bits	8 ▾
Max. Retry	3 ▾
Response Timeout	1500 ▾

Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
Mode	Выбор типа протокола Serial Modbus.	Modbus RTU или Modbus ASCII, по умолчанию: Modbus RTU
Baud Rate	Скорость передачи.	Поддерживает стандартные скорости передачи данных (бит/с): 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 128000, 230400, 256000, 460800, 921600, по умолчанию: 115200.
Parity	Паритет (проверка на четность).	Выбор значений: PARITY_NONE, PARITY_ODD, PARITY_EVEN, по умолчанию: PARITY_NONE.
Stop Bits	Стоп-биты.	Выбор значений: 1, 2, 1.5 по умолчанию: 1.
Data Bits	Битов данных	Выбор значений: 7, 8 по умолчанию: 8.
Max. Retry	Количество повторных запросов при ошибке.	Диапазон значений: 0...5, шаг изменения: 1, по умолчанию: 3.
Response Timeout	Тайм-аут при отсутствии ответа на запрос.	Диапазон значений: 10...60000 [мс], шаг изменения: 1 [мс], по умолчанию: 500 [мс].

Настройки параметров IEC 60870-5-104 Server

IEC 60870-5-104 Server	
Timeout 0	30 ▾
Timeout 1	255 ▾
Timeout 2	200 ▾
Timeout 3	100 ▾
K Param.	48 ▾
W Param.	32 ▾
IP Address	192.168.1.70
Net Mask	255.255.255.0
Gateway	192.168.1.1
Port	2404 ▾

Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
Timeout 0	Тайм-аут определения потери соединения с удаленным сервером, сек.	Диапазон значений: 1...255, шаг изменения: 1, по умолчанию: 30.
Timeout 1	Тайм-аут ожидания подтверждения переданного пакета, сек.	Диапазон значений: 1...3000, шаг изменения: 1, по умолчанию: 15.
Timeout 2	Тайм-аут для подтверждения, если число принятых пакетов w не достигнуто, t2 < t1, сек.	Диапазон значений: 1...3000, шаг изменения: 1, по умолчанию: 10.
Timeout 3	Тайм-аут отправки тестового кадра для предотвращения длительного состояния простоя, сек.	Диапазон значений: 1...65535, шаг изменения: 1, по умолчанию: 20.
K Param.	Максимальное количество неподтвержденных переданных пакетов.	Диапазон значений: 1...48, шаг изменения: 1, по умолчанию: 12.
W Param.	Максимальное количество неподтвержденных полученных пакетов. w < k, рекомендуется w = 2/3k	Диапазон значений: 1...32, шаг изменения: 1, по умолчанию: 8.
IP Address	Адрес сервера IEC 60870-5-104.	Согласно спецификации Ethernet TCP/IP, по умолчанию: 192.168.1.10.
Net Mask	Сетевая маска.	Согласно спецификации Ethernet TCP/IP, по умолчанию: 255.255.255.0.
Gateway	Адрес сетевого шлюза.	Согласно спецификации Ethernet TCP/IP, по умолчанию: 192.168.1.1.
Port	Порт прослушивания сервера IEC 60870-5-104.	Диапазон значений: 0...9999, по умолчанию: 2404.

Настройки параметров IEC 60870-5-101 Slave

IEC 60870-5-101 Slave		Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
Baud Rate	115200 ▾	Baud Rate	Скорость передачи.	Поддерживает стандартные скорости передачи данных (бит/с): 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, по умолчанию: 115200.
Parity	Odd ▾	Parity	Паритет (проверка на четность).	Выбор значений: PARITY_NONE, PARITY_ODD, PARITY_EVEN, по умолчанию: PARITY_NONE.
Stop Bits	1 ▾	Stop Bits	Стоповые биты.	Выбор значений: 1, 2, 1.5 по умолчанию: 1.
Data Bits	8 ▾	Data Bits	Битов данных	Выбор значений: 7, 8 по умолчанию: 8.
Link Layer Retries	3 ▾	Link Layer Retries	Повторные попытки при ошибке обмена.	Диапазон значений: 0...254, шаг изменения: 1, по умолчанию: 3.
Timeout Frames Rx	30 ▾	Timeout Frames Rx	Тайм-аут для определения конца кадра при приеме, мс	Диапазон значений: 0...99, шаг изменения: 1, по умолчанию: 30.
Link Layer Mode	Unbalan. ▾	Link Layer Mode	Режим канального уровня: Небалансный / Балансный.	Диапазон значений: Unbalan./ Balanced
Link Addr. Size	2 ▾	Link Addr. Size	Длина поля адреса станции.	Диапазон значений: 1 байт / 2 байта.
Link Address	0 ▾	Link Address	Адрес станции в сети.	Диапазон значений: 0...65534, шаг изменения: 1, по умолчанию: 0.
Timeout ACK,ms	5000 ▾	Timeout ACK,ms	Тайм-аут для подтверждения кадра на канальном уровне, мс	Диапазон значений: 0...99999, шаг изменения: 1, по умолчанию: 5000.
Timeout Repead,ms	5000 ▾	Timeout Repead,ms	Тайм-аут для повторения кадра на канальном уровне, мс	Диапазон значений: 0...99999, шаг изменения: 1, по умолчанию: 5000.
Single Char ACK	Disable ▾	Single Char ACK	Передача одиночного символа ACK вместо подтверждения для кадра SEND-CONFIRM.	Диапазон значений: Enable / Disable, по умолчанию: Disable.

Настройки параметров IEC 60870-5 Application Layer

IEC 60870-5 Applic. Layer		Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
ASDU Addr. Size	2 ▾	Addr. Size	Длина поля общего адреса ASDU.	Выбор значений: 1/2 байта. по умолчанию: 2.
ASDU Address	3 ▾	ASDU Address	Адрес корреспондента. Число в диапазоне заданной длины адреса ASDU.	Диапазон значений: 0...65534, шаг изменения: 1, по умолчанию: 3.
Originator Address	0 ▾	Originator Address	Адрес объекта.	Диапазон значений: 0...255, шаг изменения: 1, по умолчанию: 0.
IOA Size	3 ▾	IOA Size	Длина поля "причины передачи".	Выбор значений: 1/2 байта. по умолчанию: 2.
COT Size	2 ▾	COT Size	Длина адреса объекта информации.	Выбор значений: 1/2/3 байта. по умолчанию: 3.
Point Status Timeout	60 ▾	Point Status Timeout	Тайм-аут статуса точки, сек. Если объект не обновляется в течение установленного периода времени, произойдет тайм-аут с флагом ошибки для объекта. 0: Отключено	Диапазон значений: 5...3600 [сек.], шаг изменения: 1, по умолчанию: 60 [сек.].
Active Termination	Disable All ▾			
Select Time Out	10 ▾			
Interr. Time Stamp	56 BITS ▾			
Events Time Stamp	56 BITS ▾			
Cyclic Time Stamp	NONE ▾			
Spontaneous Feature	Enable ▾			
Cycle of Normaliz. s	0 ▾			
Cycle of Scaled, s	0 ▾			
Cycle of Floating, s	0 ▾			

Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
Active Termination	Ведущее устройство IEC 60870-5-101/104 ожидает ACT TERM от ведомого устройства после завершения команд CSENA, CSENB, CSENC. Ведущее устройство IEC 60870-5-101/104 ожидает ACT TERM от ведомого устройства после завершения команд CSCNA, CDCNA, CRCNA, CBONA	Выбор значений: Disable All, Enable CMD, Enable CSE, Enable All. По умолчанию: Disable All (отключено).
Select Time Out	Тайм-аут после получения команды SELECT. Допустимая команда выполнения должна быть получена в течение тайм-аута после получения команды SELECT.	Диапазон значений: 0...600 [сек.], шаг изменения: 1 [сек.], по умолчанию: 10 [сек.]. 0 — отключено (команда SELECT не используется).
Interr. Time Stamp	Тип метки времени при общем опросе передаче.	Выбор значений: NONE, 24 BITS, 56 BITS, по умолчанию: NONE(отключено).
Events Time Stamp	Тип метки времени при спорадической передаче.	Выбор значений: NONE, 24 BITS, 56 BITS, по умолчанию: NONE(отключено).
Cyclic Time Stamp	Тип метки времени при циклической передаче.	Выбор значений: NONE, 24 BITS, 56 BITS, по умолчанию: NONE(отключено).
Spontaneous Feature		Диапазон значений: 10...60000 [мс], шаг изменения: 1 [мс], по умолчанию: 500 [мс].
Cycle of Normaliz. s	Цикличность отправки измеренных значений переменных типа Normalized, сек.	Диапазон значений: 0...2073600 [сек.], шаг изменения: 1 [сек.], 0 — отключено, по умолчанию: 0 [сек.].
Cycle of Scaled, s	Цикличность отправки измеренных значений переменных типа Scaled, сек.	Диапазон значений: 0...2073600 [сек.], шаг изменения: 1 [сек.], 0 — отключено, по умолчанию: 0 [сек.].
Cycle of Floating, s	Цикличность отправки измеренных значений переменных типа Float, сек.	Диапазон значений: 0...2073600 [сек.], шаг изменения: 1 [сек.], 0 — отключено, по умолчанию: 0 [сек.].

5. Создание объектного пространства сетевого шлюза

Сетевой шлюз MB-104 всегда используется в качестве Сервера (Server) IEC 60870-5-104 (основной режим) или Подчиненного устройства (Slave) IEC 60870-5-101 (режим резервирования). Для работы сетевого шлюза необходимо создать объектное пространство для размещения данных, поступающих из устройств Modbus TCP/RTU/ASCII. Группы регистров Modbus сопоставляются с объектами IEC 60870-5-104/101 в соответствии с типами и размерностью описанных в стандартах. Объекты группируются в диапазоны и настраиваются на опрос станции или группы. Таким образом в объектном пространстве создается логическое устройство Сервер/Подчиненный IEC 60870-5-104/101 которым можно управлять и контролировать его с помощью Клиента/Мастера IEC 60870-5-104/101. Новый Объект или группа создаются на специальной группе элементов редактирования, расположенной под главным меню. Эта группа совмещена с таблицей объектов и совмещена ее заголовком. Новый объект добавляется в верхнюю строку таблицы. Упорядочивание строк таблицы может быть произведено по адресу устройств Modbus или по адресу объекта IEC 60870-5-104/101. Для сортировки следует нажать на кнопку заголовка таблицы «Slave ID» или «IOA Start». Добавление объектов после завершения редактирования производится нажатием на кнопку «+». Для удаления следует отметить подлежащие удалению объекты, а затем удалить их нажатием на кнопку «-». Сохранение объектного пространства после редактирования производится путем записи конфигурации в устройство. Только после успешного сохранения в устройстве возможно запись новой конфигурации в файл. Размеры объектного пространства имеют ограничения по количеству записей (не более 64) и общему количеству объектов, включая объекты в группах и одиночные объекты (не более 15744).

Slave ID	Function	Address	Endian Swap	Poll Interval, ms	Object Type	Threshold	Low Limit	High Limit	Fault Value	St.Timeout, s	IOA Start	Range of IOA	Interrog.	-
1	[rw] Coil Status	0	Don't need	1000	Single point	0.1	0.1	0.1	0.0	60	1	1	Global	+
18s[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	---	---	451	10	Global	
17s[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Double point	---	---	---	---	---	431	10	Global	
16s[2]	[ro] Input Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	421	10	Global	
16s[2]	[rw] Coil Status	0	None swap	1000	Single point	---	---	---	---	---	411	10	Global	

Параметры объекта/группы уровня устройств Modbus

Slave ID	Function	Address	Endian Swap	Poll Interval, ms	RTU/ASCII [s]	Eth TCP [e]	Channel
18	[rw] Coil Status	0	Don't need	1000			#1

Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
Modbus TCP/RTU/ASCII	Выбор типа устройства Modbus и связь с каналом настроек интерфейса. Номер канала настроек для устройств типа Modbus TCP выбирается из списка CH# 1 ...CH# 8. Для устройств Modbus RTU/ASCII используется один канал настроек. Принадлежность устройства к типу интерфейса будет обозначено в таблице объектов метками [s] или [e] справа от адреса.	RTU/ASCII [s] Eth TCP [e]
Slave ID	Адрес подчиненного устройства. В одной физической сети Modbus (Serial / Ethernet) при использовании шлюза MB-104 действует общее адресное пространство. При этом устройства с одинаковым адресом Slave ID будут считаться одним устройством.	Диапазон значений: 1...247.
Function	Функция (тип регистра) протокола Modbus. Выбирается из выпадающего списка значений. Перед названием функции указан признак разрешения редактирования [rw]/[ro]/[wo] (для регистров допускающих установку значений).	Выбор значений: [rw] Coil Status, [ro] Coil Status, [wo] Coil Status, [ro] Input Status, [rw] Holding Reg., [ro] Holding Reg., [wo] Holding Reg., [ro] Input Reg.
Address	Начальный адрес регистра / группы регистров. Количество последовательных регистров определяется типом объекта / группы в настройках уровня IEC 60870-5-104/101.	Диапазон значений: 0...499999, шаг изменения: 1
Endian Swap	Изменение последовательности байт / слов в числовых данных. Перестановка байт в слове в 2-х и 4-х байтных числах, слов в 4-х байтных числах.	Выбор значений: Don't need, Byte swap, Word swap, Byte and Word.
Poll Interval, ms	Интервал опроса объекта, мс.	Диапазон значений: 100...1200000 [мс], шаг: 1

Параметры объекта/группы уровня ЕС 60870-5-104/101

Object Type	Threshold	Low Limit	High Limit	Fault Value	St.Timeout, s	IOA Start	Range of IOA	Interrog.
Single point	0.1	0.1	0.1	0	60	451	1	Global

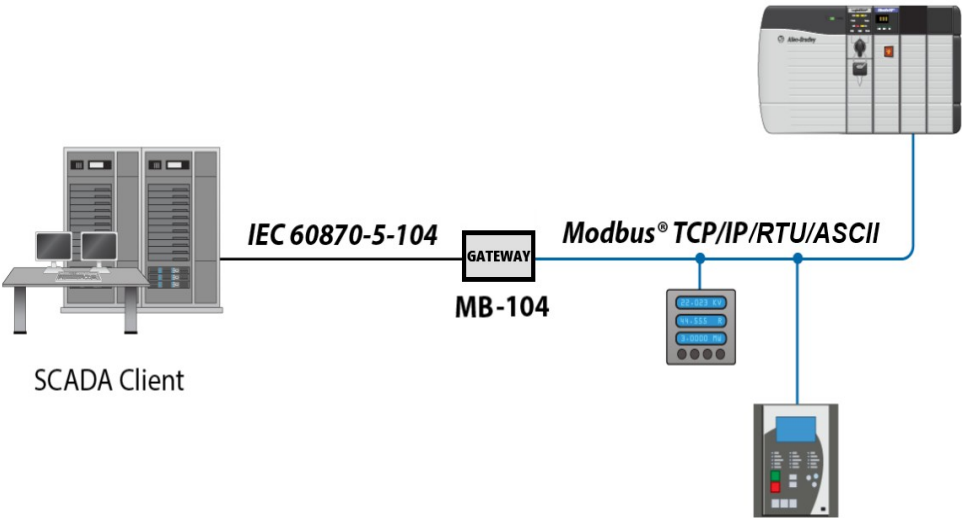
Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
Object Type	Выбор типа объекта в соответствии со спецификацией IEC 60870-5-104/101.	Выбор значений: Single point, Double point, Step position, Normalized Measured value, Scaled Measured value, Floating Measured value, Integrated totals, Bitstring of 32 bit
Threshold	Порог нечувствительность. При изменении состояния объекта (значения переменной) на величину превышающую по модулю этот порог, срабатывает условие для спорадической передачи состояния объекта на уровень клиента / мастера IEC 60870-5-104/101. Для использования этой функции следует установить флажок в поле заголовка. Относится к объектам типа Step position, Normalized Measured value, Scaled Measured value, Floating Measured value, Integrated totals.	Диапазон значений: 0...100000000, шаг изменения: 0.001
Low Limit	Нижний допустимый порог. При выходе состояния объекта (значения переменной) ниже этого значения, срабатывает условие для спорадической передачи состояния объекта на уровень клиента / мастера IEC 60870-5-104/101. Для использования этой функции следует установить флажок в поле заголовка. Относится к объектам типа Step position, Normalized Measured value, Scaled Measured value, Floating Measured value, Integrated totals.	Диапазон значений: -99999999...100000000, шаг изменения: 0.001

Наименование параметра	Описание параметра	Значения параметра
High Limit	Верхний допустимый порог. При выходе состояния объекта (значения переменной) выше этого значения, срабатывает условие для спорадической передачи состояния объекта на уровень клиента / мастера IEC 60870-5-104/101. Для использования этой функции следует установить флажок в поле заголовка. Относится к объектам типа Step position, Normalized Measured value, Scaled Measured value, Floating Measured value, Integrated totals.	Диапазон значений: -99999999...100000000, шаг изменения: 0.001
Fault Value	Аварийное значение. При отсутствии соединения с клиентом / мастером IEC 60870-5-104/101 на время, определенное в поле «St.Timeout, s», связанные с объектом/группой регистры устройства Modbus устанавливаются в заданное значение. Для использования этой функции следует установить флажок в поле заголовка. Относится к объектам любого типа, связанными с регистрами Modbus допускающими установку значений.	Диапазон значений: -99999999...100000000, шаг изменения: 0.001
St.Timeout, s	Тайм-аут для установки аварийного значения выходов Modbus при отсутствии соединения с клиентом / мастером IEC 60870-5-104/101, сек.	Диапазон значений: 5...3600 [сек.], шаг: 1 [сек.]
IOA Start	Адрес объекта/группы в соответствии со спецификацией IEC 60870-5-104/101.	Диапазон значений: 1...65535, шаг: 1
Range of IOA	Количество однотипных объектов в группе. Номера объектов в группе занимают последовательный диапазон значений, начиная с адреса, указанного в поле «IOA Start».	Диапазон значений: 1...123, шаг: 1
Interrog.	Группа, в которую включается объект для опроса. Возможно включение объекта как в общий опрос всех объектов (Global Interrogation), так и в опрос отдельной группы объектов (Group 1...Group 16).	Выбор значений: Global, Group 1...Group 16

6. Практическое применение

Введение

Интеллектуальная сеть (Smart Grid) — это электросеть, использующая технологию цифровой связи для мониторинга состояния потребления и качества электроэнергии в режиме реального времени. Используя эту информацию, инженеры могут регулировать генерацию электроэнергии и нагрузку на системы передачи и распределения электроэнергии, чтобы снизить энергопотребление и повысить надежность энергосети. Чтобы воспользоваться преимуществами интеллектуальных сетей, устаревшие системы необходимо модернизировать с минимальными затратами и усилиями. Инженерам необходимо легко интегрировать устаревшие системы в новые сети связи через шлюзы протоколов, которые преобразуют Modbus RTU/ASCII/TCP и IEC 60870-5-104.

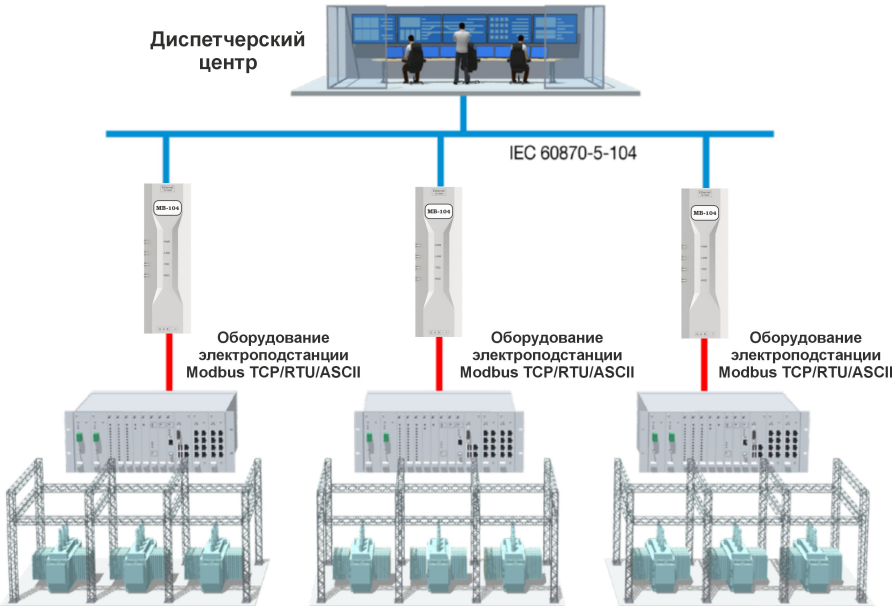


Доступны два распространённых решения для преобразования протоколов: вычислительные платформы и автономные шлюзы. Каждое решение имеет свои преимущества и недостатки для разных сценариев. Таблица (ниже) сравнивает плюсы и минусы обоих решений, чтобы выбрать решение, наиболее подходящее для проекта модернизации системы.

Варианты Модернизации системы	Вычислительные платформы	Автономные шлюзы
Плюсы	Гибкость разработки.	Экономичность, минимальные затраты на настройку, низкие затраты на обслуживание.
Минусы	Высокая стоимость разработки, длительное развертывание, высокие затраты на сопровождение.	Меньшая гибкость.
Сценарии	Подходит для крупномасштабного обновления системы. Дополнительные требования к программированию.	Подходит для небольшого и среднего обновления системы. Не требуется дополнительное программирование.

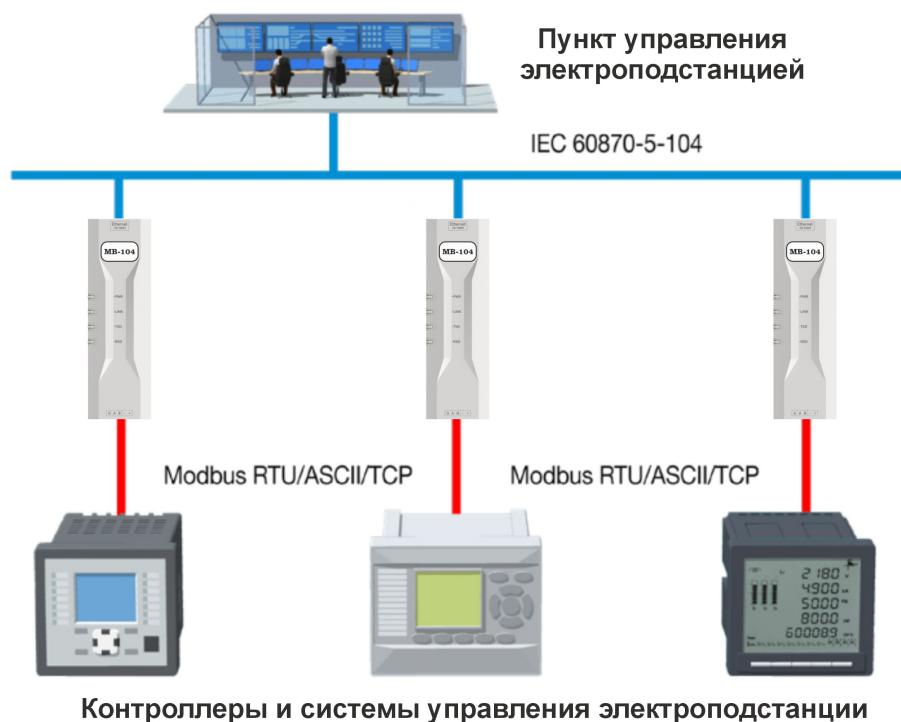
Связь подстанции с диспетчерским центром электроснабжения

В этом сценарии требуется преобразование протокола, поскольку модернизированный диспетчерский центр электроснабжения, обычно использующий протокол связи МЭК 60870-5-104, должен контролировать подстанции, которые всё ещё используют устаревшие системы, использующие протоколы связи Modbus. Сетевые шлюзы MB-104 могут преобразовывать протоколы между Modbus RTU/ASCII/TCP и МЭК 60870-5-104, что позволяет легко интегрировать устаревшие системы на подстанциях в современные SCADA системы диспетчерского центра электроснабжения.



Связь внутри подстанции

В этом сценарии требуется преобразование протокола, поскольку система SCADA на подстанции была модернизирована, и для связи используется протокол IEC 60870-5-104. Для мониторинга устаревших устройств на объекте, таких как контроллеры ячеек, реле и счетчики, использующие протоколы Modbus RTU/ASCII/TCP, можно использовать сетевые шлюзы MB-104, чтобы сделать устаревшие устройства видимыми в системах SCADA.



Связь с системами возобновляемой энергии

Связь между системами возобновляемой энергии и диспетчерским центром. Для энергосистем крайне важно, чтобы диспетчерский центр мог контролировать состояние систем возобновляемой энергии для обеспечения качества электроэнергии. Однако, системы возобновляемой энергии, такие как солнечные электростанции, обычно используют протокол Modbus TCP в качестве протокола связи, в то время как современные SCADA системы диспетчерских центров используют протокол IEC 60870-5-104. В этом сценарии сетевые шлюзы MB-104 могут преобразовывать данные между этими двумя протоколами. Это позволяет диспетчерскому центру легко взаимодействовать с системами возобновляемой энергии.

