

Насколько счётчик ARIS EM цифровой?

Александр Головин, Алексей Аношин

Данная статья представляет собой независимую оценку цифрового многофункционального электрического счётчика ARIS EM, разработанного компанией «ПРОСОФТ-Системы», полученную в результате испытаний, проведённых редакцией журнала «Цифровая подстанция».

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня неспешными темпами складывается полная картина цифровой подстанции. Много лет внедряются устройства, реализующие модели информационного обмена МЭК 61850 [1] для интеграции в систему АСУ ТП (отчёты, управление, журналы событий и др.) и быстродействующего обмена сигналами между отдельными устройствами нижнего уровня (GOOSE). Доступны также волоконно-оптические преобразователи тока и напряжения (ВОПТН)/устройства сопряжения с шиной (УСШ) процесса с поддержкой модели передачи выборочных значений тока и напряжения (Sampled Values), реализуемой в соответствии с МЭК 61850-9-2LE [2], и устройства РЗА, способные принимать данные в указанном формате. Сейчас эти решения находятся в опытной эксплуатации на нескольких объектах и проходят проверку корректности функционирования в нормаль-

ных режимах/режимах короткого замыкания (КЗ).

Одним из фрагментов, который препятствует составлению пазла под названием «Цифровая подстанция», является цифровой коммерческий учёт электроэнергии. Этот фрагмент препятствует широкомасштабному внедрению ВОПТН/УСШ процесса МЭК 61850-9-2LE, другими словами, реализации передачи измерений в цифровом формате. Это обусловлено тем, что указанные источники цифровых измерений должны иметь набор документов о соответствии заявляемых метрологических характеристик фактическим. А ведь методики поверки таких устройств с интерфейсом МЭК 61850-9-2LE сегодня не существует. Хотя стоит отметить, что НИОКР на тему «Разработка и изготовление технических средств и метрологической базы для метрологического обеспечения цифровых подстанций» стартовали. Вторая часть этого про-

блемного фрагмента – наличие счётчиков электрической энергии с цифровым интерфейсом МЭК 61850-9-2LE, причём также метрологически поверенных и имеющих соответствующие документы.

По своему опыту можем сказать, что таких приборов немного. Нам известно лишь о двух подобных устройствах: ZMQ802C (Landis+Gyr) и ARIS EM302 (ООО «ПРОСОФТ-Системы»). Согласно декларациям второй прибор обладает более богатым функционалом: поддерживает сервер мультимедийных сообщений MMS, может принимать несколько информационных потоков МЭК 61850-9-2LE, в том числе с частотой дискретизации сигнала 256 точек/период. Именно ARIS EM302 нам и удалось протестировать.

Для проведения испытаний мы заручились поддержкой независимой лаборатории исследований функциональной совместимости компании



Рис. 1. Комплект ВОПТН на подстанции «Магистральная» 220 кВ



Рис. 2. ARIS EM302 с интерфейсом МЭК 61850-9-2LE на подстанции «Магистральная» 220 кВ

«ТЕКВЕЛ» и воспользовались её программными инструментами.

Первое знакомство и первый проект

Впервые мы познакомились с многофункциональным счётчиком электрической энергии ARIS EM в 2012 году, когда специалисты «ПРОСОФТ-Системы» привезли свой прибор на исследовательскую и производственную площадку компании «Профотек» с целью провести испытания на функциональную совместимость в части интерфейса МЭК 61850-9-2LE. Тогда испытания завершились успехом: счётчик принимал данные от электронного блока ВОПТН (поток измерений 80 точек/период) [3]. Измерения, генерируемые ВОПТН, соответствовали данным, отображаемым на дисплее счётчика, и были стабильными, ошибки отсутствовали. Такие сценарии испытаний используются и сегодня в рамках проверки на функциональную совместимость по МЭК 61850-9-2LE [4].

Годом позже вновь состоялось тестирование устройства в рамках Первой открытой сессии по испытанию совместимости оборудования в соответствии с требованиями стандарта МЭК 61850, организованной кафедрой релейной защиты и автоматизации энергосистем НИУ МЭИ. Тогда помимо повторных испытаний с оборудованием «Профотек» [5] была успешно подтверждена совместимость с УСШ ENMU производства ИЦ «Энергосервис» [6]. Результаты испытаний были засвидетельствованы независимыми экспертами из компаний «Аналитик-ТС», НПК «Оптолинк», «Новинтех», «РусГидро».

Через некоторое время мы встретились со счётчиком ещё раз, но это уже был реальный проект – цифровая автоматизированная система учёта электроэнергии ОАО «Сетевая компания». На присоединении 110 кВ подстанции «Магистральная» 220 кВ был установлен комплект ВОПТН с интерфейсом МЭК 61850-9-2LE (рис. 1) с последующей передачей измерений в счётчик ARIS EM (рис. 2). Параллельно цифровому контуру был реализован и аналоговый (данные от электромагнитных измерительных трансформаторов тока и напряжения – ТТ и ТН – поступали на другой счётчик с аналоговым интерфейсом). Цель проекта – проанализировать показания метрологически поверенного комплекса и нового устройства. Оборудование было смонтировано, система введена в эксплуатацию, однако резуль-

таты работы комплексов ещё не были представлены.

В ходе «встреч» со счётчиком нам никак не удавалось ознакомиться с ним более подробно, мы не могли настраивать его самостоятельно и испытывать в разных режимах. Однако сейчас такая возможность предоставилась.

Компоновка устройства и конфигуратор

Многофункциональный счётчик электрической энергии ARIS EM302 внешне похож на контроллер присоединения ARIS C303 и выполнен с ним на одной платформе. Отличаются устройством только габаритными размерами. Всё остальное: элементы лицевой панели, дисплей, структура меню – идентично. В ARIS EM302 также принята модульная архитектура.

Тестируемое устройство оснащено модулем источника питания (PS220), а также двумя процессорными модулями (MBSO, MBSL). MBSL осуществляет приём и обработку информационных потоков МЭК 61850-9-2LE: устройство способно принимать до 4 потоков 80/256 точек/период. MBSO выполняет вычислительные операции, относящиеся к учёту электроэнергии. Как и в случае с ARIS C303, процессорный модуль отвечает за синхронизацию времени (через встроенный модуль GPS/GLONASS, NTP, PTP или внешний модуль точного времени, подключаемый через порт RS-485). Веб-интерфейс конфигурирования устройства такой же, как у контроллера ARIS C303.

В устройстве отсутствовали аналоговые интерфейсы тока и напряжения, а значит, и аналоговые фильтры (если таковые применялись) и тракт аналого-цифрового преобразования. Фактически счётчик превратился в интеллектуальный калькулятор, и его основной задачей стала корректная обработка последовательности входных данных.

СТРАНИЦЫ • 1				
<input type="checkbox"/>	Вкл	Источник	Описание	Порт и параметры протокола
<input type="checkbox"/>	•	Kernel	Служебный	Ядро КС
<input type="checkbox"/>	•	Control	Управление	Внутренние сигналы
<input type="checkbox"/>	•	Time	Время	Внутренние сигналы
<input type="checkbox"/>	•	System	Система	Внутренние сигналы
<input type="checkbox"/>	•	Servers	Серверы трансляции	Внутренние сигналы
<input type="checkbox"/>	•	RI06	Физический модуль	Модуль ARIS=6

Рис. 3. Перечень модулей устройства

Программа тест-драйва

Мы протестировали устройство по двум критериям:

- 1) приём и обработка информационных потоков МЭК 61850-9-2LE 80 и 256 точек/период от эмулятора Volcano («ТЕКВЕЛ»). В этом тесте мы контролировали соответствие токов и напряжений, генерируемых эмулятором, данным, отображаемым на дисплее устройства. Одновременно использовалось ПО Omicron SVScout для кросс-проверки;
- 2) проверка соответствия реализации коммуникационных сервисов (клиент-сервер) требованиям стандарта МЭК 61850 с использованием специализированного программного комплекса iTest.

Одновременно оценивалось удобство настройки устройства.

Приём измерений по протоколу МЭК 61850-9-2LE

Настройка счётчика на приём измерений по протоколу МЭК 61850-9-2LE выполняется достаточно просто. Для этого необходимо выбрать пункт меню *Трансляция – Приём данных* и добавить модуль ARIS приёма измерений в формате МЭК 61850-9-2LE (рис. 3).

Далее требуется перейти в пункт *Система – Настройка модулей* и выбрать модуль 9-2; появится окно с предложением просканировать сеть на наличие информационных потоков МЭК 61850-9-2LE (рис. 4).

В других устройствах с интерфейсом 9-2, которые мы испытывали, требовалось вводить параметры потока вручную. Здесь всё удобнее: нашёл нужный поток, выбрал из списка, применил его параметры, и они «подхватились» автоматически.

При тестировании генерировались потоки с использованием эмулятора Volcano. Он формирует поток как на 80 точек/период, так и 256 точек/пе-

Поиск потока: Ethernet модуля Сканировать

Использовать найденный поток: TEKVELMU0101 Использовать

Параметры адресации потока

APPID (hex): 4000

Адрес источника: 00:25:48:B7:AF:EC

Адрес назначения: 01:0C:CD:00:02

Параметры идентификации потока

ID потока (svID): TEKVELMU0101

Точек на период: 80

Параметры преобразования данных потока

Номинальное напряжение (В): 1

Номинальный ток (А): 1

Рис. 4. Результаты сканирования информационной сети на предмет наличия потоков МЭК 61850-9-2LE и применение параметров потока

риод, который как раз поддерживает ARIS EM302.

Идентификатор потока и его MAC-адрес назначения были выставлены, как показано на рис. 5. Перед сканированием сети был запущен поток (действующие значения фазного тока – 1000 А, фазного напряжения – 63,5 кВ, рис. 6).

Сначала ПО Volcano работало под управлением ОС Windows, и интервал следования пакетов 9-2LE сильно варьировался. Значения, отображаемые на дисплее счётчика, отличались от заданных в эмуляторе. Это связано с тем, что алгоритм расчёта действующих значений в ARIS EM302 опирается на таймер, который отсчитывается в устройстве, а не на параметр `smrCnt`, который есть в каждом пакете. Нам показалось это не очень правильным, так как если УСШ работает корректно и без джиттера, то временная ошибка в счётчике может привести к ошибке в измерениях.

С другой стороны, если опираться на отсчёт секунды по `smrCnt`, то этот эффект наблюдаться не будет. Пакет SVScout отображал значения в полном соответствии с величинами, генерируемыми эмулятором.

Далее ПО Volcano было запущено на ноутбуке Apple. В этом случае стабильность интервала следования пакетов высока. В результате опыта мы наблюдали полное соответствие данных, отображаемых на дисплее устройства, значениям, генерируемым эмулятором. Значения и фазы токов и напряжений, отображаемые в SVScout, им соответствовали.

Проверка соответствия реализации коммуникационных сервисов требованиям стандарта МЭК 61850

В этом блоке представим вашему вниманию результат тестирования счёт-

чика на соответствие требованиям стандарта МЭК 61850. При испытаниях использовалось ПО iTest, которое также применялось в ходе первых проверок соответствия в НТЦ ФСК [7]. Данное ПО проводит испытания в соответствии со сценариями, описанными в Conformance Test Procedures for Server Devices with IEC 61850-8-1 Interface [8]. Этим документом руководствуются все лаборатории, аккредитованные международной организацией UCA (Utility Communications Architecture) на проверку соответствия МЭК 61850 (TÜV SÜD, КЕМА и др.). Мы будем проводить испытания коммуникационных сервисов МЭК 61850.

Проверки по этому критерию разделены на 19 блоков. Мы проведём испытания по первому из них – Basic Exchange. Этот блок определяет, насколько корректно реализованы базовые сервисы информационного обмена (Associate, Abort, Release, GetServerDirectory, GetLogicalDeviceDirectory, GetLogicalNodeDirectory, GetDataValues, GetDataDirectory, GetDataDefinition).

Прежде чем перейти к самим тестам, подготовим объектную модель сервера. Для этого требуется перейти в пункт меню *Трансляция – Передача данных* и создать сервер МЭК 61850-8-1 (рис. 7). Далее выбираем его, добавляем в объектную модель новые логические узлы с объектами данных и выполняем привязку объектов данных к внутренним тегам устройства (рис. 8 и 9). По удобству процедуры настройки вопросов не возникает. Теперь переходим к самим испытаниям. Чтобы начать тестирование по блоку Basic Exchange, достаточно запустить iTest, загрузить модель испытываемого устройства и выбрать типы испытаний. Результаты приведены в таблице 1.

Из 14 испытаний не пройдено 6. В четырёх случаях всё произошло из-за од-

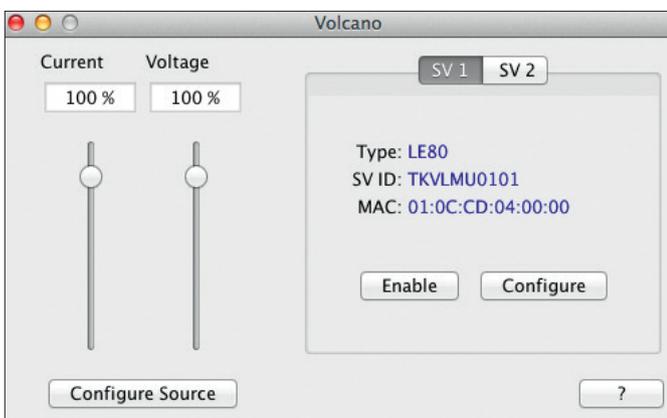


Рис. 5. Главное окно эмулятора МЭК 61850-9-2 Volcano

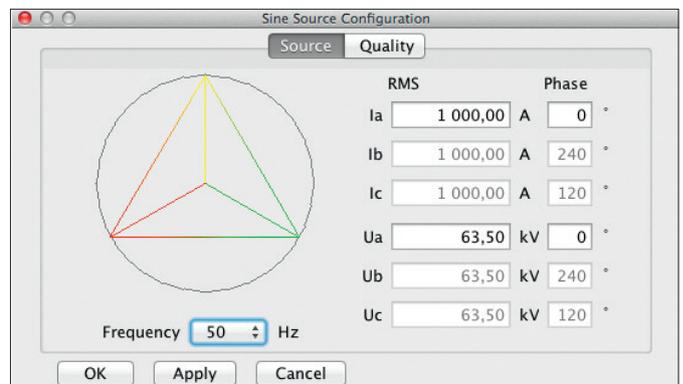


Рис. 6. Окно задания значений/фаз эмулируемых токов и напряжений и отображения векторной диаграммы

ной и той же ошибки: сервером некорректно завершается соединение. Вместо штатного закрытия происходит аварийное завершение сессии. К серьёзным последствиям это вряд ли приведёт, но ошибки на стороне клиента могут записываться в журнал и назойливо беспокоить персонал.

Что касается двух других ошибок, они более серьёзные. В первом случае формируется неверный ответ на изначально некорректный ответ сервера, что может привести к заикливанию информационного обмена. Во втором случае сервер положительно отвечает на запрос записи значения переменной категории «только чтение».

РЕЗЮМЕ

Счётчик электрической энергии ARIS EM302 обладает богатым функционалом не только с точки зрения выполнения прикладных задач, но и с точки зрения соответствия МЭК 61850. Реализована поддержка и МЭК 61850-8-1 (MMS, GOOSE), и МЭК 61850-9-2LE. Пожалуй, это уникальный счётчик на рынке, так как схожего по функциям нет. Однако, как показали результаты тестов в части МЭК 61850, недо-

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ			
СТРАНИЦЫ: 1			
Вкл	Сервер	Описание	Порт и параметры протокола
<input type="checkbox"/>	Ретроархив	Архивные значения	Глубина:1000
<input type="checkbox"/>	МЭК-61850	Отдача GOOSE и MMS	ETH [МЭК-61850]

Рис. 7. Создание сервера МЭК 61850-8-1

КОНФИГУРИРОВАНИЕ СЕРВЕРА 61850

Описание IED | Привязка модели к каналам

Логические узлы: Создать

Имя | Экз | Описание

Создание логического узла EX_MMXU3

Префикс: EX_

Тип LN: MMXUa (Direct Measureme...)

Экземпляр: 3

Описание:

Используйте кнопку поиска для автоматического определения свободного экземпляра.

Отмена | Создать

LN | Inst | Class

Сохранить | Отмена

Рис. 8. Создание логических узлов

АСУНО НОРВИКС

Система диспетчерского управления наружным и архитектурным освещением



ЧТО?

- Наружное и архитектурное освещение зданий
- Освещение прилегающих территорий или населенного пункта
- Учет электроэнергии
- Диагностика работы оборудования
- Управление из диспетчерского пункта

КАК?

- Включение и выключение освещения:
- в ручном режиме
 - по заданному расписанию
 - автоматически по датчику освещенности
 - по восходу/заходу солнца



Тел.: +7 (495) 232-1817
Факс: +7 (495) 232-1649
Эл. почта: info@norvix.ru

Официальный партнёр
компании ПРОСОФТ
www.norvix.ru



Реклама

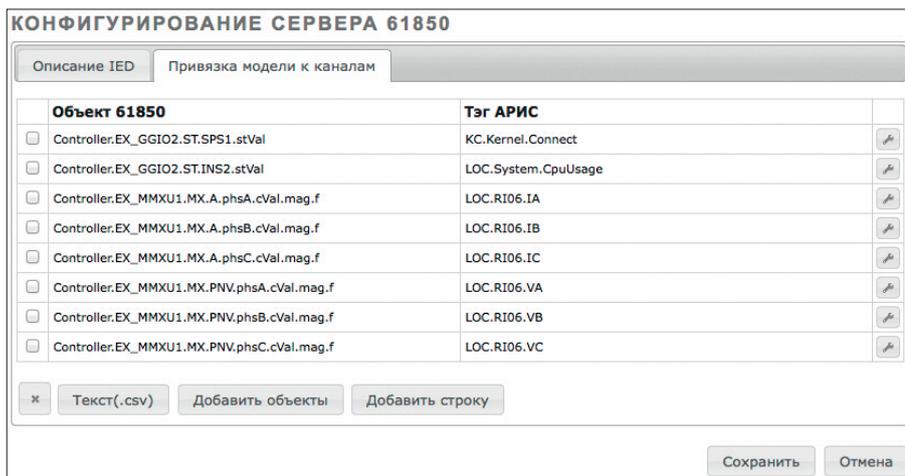


Рис. 9. Привязка объектов данных к внутренним тегам устройства

Результаты испытаний на соответствие МЭК 61850 по блоку Basic Exchange

Таблица 1

Сценарий	Краткое описание	Результат (причина)
Ass1	Проверка правильности установки и завершения соединения	Не пройден (сокет закрывается раньше, чем сессия ACSE)
Ass2	Проверка правильности установки и завершения соединения	Пройден
Ass3	Проверка установки и завершение соединения с максимально допустимым числом клиентов	Не пройден (последствие ошибки, выявленной в опыте Ass1)
AssN2	Проверка установки соединения с правильными параметрами аутентификации, проверка невозможности установки соединения с контролируемым сервером с неправильно заданными параметрами аутентификации	Не пройден (последствие ошибки, выявленной в опыте Ass1)
AssN3	Проверка одновременного установления связи с максимальным числом клиентов (для max+1 должен формироваться отрицательный ответ на запрос установления связи)	Пройден
AssN4	Проверка того, что устройство обнаруживает обрыв связи (между двумя коммутаторами в схеме) и формирует отрицательный ответ на запрос GetDataValues после восстановления связи	Не пройден (последствие ошибки, выявленной в опыте Ass1)
AssN5	Проверка возможности повторной установки связи после перерыва и восстановления оперативного питания	Пройден
Srv1	Формирование запроса GetServerDirectory и контроль правильности ответа сервера	Пройден
Srv2	Формирование запроса GetLogicalDeviceDirectory и контроль правильности ответов	Пройден
Srv3	Формирование запроса GetLogicalNodeDirectory и контроль правильности ответов	Пройден
Srv4	Формирование запросов GetDataDirectory, GetDataDefinition и GetDataValues и контроль правильности ответов	Пройден
Srv5	Формирование запроса GetDataValues для нескольких объектов данных, формирование запроса GetDataValues по функциональному ограничению (LLNO\$ST, LLNO\$ST\$Mod, LLNO\$ST\$Mod\$stVal), контроль правильности ответов	Пройден
SrvN1abcd	Формирование запросов GetLogicalDeviceDirectory, GetLogicalNodeDirectory, GetDataDirectory, GetDataDefinition, GetDataValues, SetDataValues, GetAllDataValues с некорректными параметрами (неизвестный объект, логическое устройство, логический узел), контроль правильности ответов	Не пройден (не формируется корректный ответ – access object-non-existent)
SrvN4	Запрос изменения значения для объекта данных со свойством «только чтение» (LLNO\$ST\$Mod\$stVal)	Не пройден (формируется положительный ответ Data Write Success вместо object-access-denied)

чёты у него есть. На самом деле наличие ошибок в реализации МЭК 61850 характерно для всех отечественных производителей (поверьте, в наших тестах участвовали многие из них). Главное – это признать ошибки и исправить их. Тогда на выходе будет уникальный и качественный продукт не только для отечественного, но и для зарубежного рынка. ●

Комментарий «ПРОСОФТ-Системы».
 Девиз нашей компании – «100-процентно успешное внедрение оборудования на объектах заказчика». Мы всегда внимательно относимся к выявленным и потенциальным проблемам с нашим оборудованием и своевременно делаем необходимые исправления в ПО. Проблемы, выявленные при испытании счётчика ARIS EM в части протокола МЭК 61850-8-1, уже устранены, и сейчас проводится тестирование.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ Р МЭК 61850-7-2-2009. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 2. Абстрактный интерфейс услуг связи (ACSI).
- Implementation Guideline For Digital Interface To Instrument Transformers Using IEC 61850-9-2. Modification index R2-1. – UCA International Users Group, 2004.
- Протокол подтверждения функциональной совместимости между прибором коммерческого учёта электроэнергии ARIS EM производства ООО «ПРОСОФТ-Системы» и электронно-оптическим блоком преобразования ВОПТ/ВОПН производства ЗАО «Профотек» по условиям протокола МЭК 61850-9-2 (спецификация МЭК 61850-9-2LE)». – Фрязино, 2012.
- IEC 61850 Interoperability test: Final report. – UCA International Users Group, 2013.
- Протокол тестирования совместимости устройств по условиям стандарта МЭК 61850 в части передачи данных по протоколу МЭК 61850-9-2 (ВОПТН – ARIS EM). – М., 2013.
- Протокол тестирования совместимости устройств по условиям стандарта МЭК 61850 в части передачи данных по протоколу МЭК 61850-9-2 (ENMU – ARIS EM). – М., 2013.
- В НТЦ ФСК ЕЭС прошли первые испытания на соответствие МЭК 61850 // Цифровая подстанция. – 07.03.2014.
- Conformance Test Procedures for Server Devices with IEC 61850-8-1 interface. Rev. 2.4. – UCA International Users Group, July 28, 2012.

ARIS MT200/500/700

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Предназначены для построения систем ТМ, ССПИ, АИISKУЭ малых, средних и крупных (0,4-110 кВ) энергообъектов.



ARIS MT200



ARIS MT500



ARIS MT700

Основные функции

- сбор данных телеметрии с измерительных преобразователей и счетчиков электроэнергии;
- сбор данных с модулей ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов;
- трансляция команд телеуправления;
- выполнение пользовательских алгоритмов и алгоритмов оперативных блокировок;
- обработка полученной информации, расчет дополнительных параметров по алгоритмам;
- сбор и хранение данных коммерческого и технического учёта отпуска (потребления) электроэнергии в энергонезависимой памяти в виде коротких, основных, суточных, месячных и годовых архивов;
- обмен данными в различных протоколах со смежными устройствами и системами (МП РЗА и др.);
- трансляция независимых наборов данных в вышестоящие уровни автоматизированных систем до 3 (ARIS MT500/700) и 5 (ARIS MT200) направлений в различных протоколах.

Основные характеристики

- обработка до 2000 (ARIS MT200) и 500 (ARIS MT500/700) тегов в секунду;
- обработка до 80 (ARIS MT200) и 30 (ARIS MT500/700) пользовательских алгоритмов;
- встроенные часы реального времени;
- встроенный GPS/ГЛОНАСС-приёмник;
- операционная система реального времени QNX 6.5;
- встроенный GSM/GPRS-модем (ARIS MT500/700).

Протоколы обмена данными

- ГОСТ Р МЭК 60870-5-101;
- ГОСТ Р МЭК 60870-5-103;
- ГОСТ Р МЭК 60870-5-104;
- МЭК 61850-8-1 (опция);
- Гранит;
- TM800A;
- Modbus (RTU/ASCII/TCP);
- CRQ;
- фирменные протоколы производителей.