

**Техническое описание реализации клиента
МЭК 61850-8-1 (MMS)
в SCADA-системе ЭНТЕК**

Версия 1.0b

2018.12

Введение

В настоящее время на подстанциях активно внедряется стандарт МЭК 61850. Он описывает свод правил для организации событийного протокола передачи данных. Согласно МЭК 61850 терминалы РЗА, контроллеры присоединения, измерительные преобразователи и другие устройства объединены шиной, по которой сами устройства обмениваются данными между собой и передают эти данные на верхний уровень.

Основными протоколами передачи данных, согласно разделу 8-1 стандарта МЭК 61850, являются протоколы MMS и GOOSE. MMS используется для передачи данных от устройств нижнего уровня в SCADA-систему для дальнейшей обработки, а GOOSE – для обмена данными между самими устройствами.

Клиент МЭК 61850-8-1 в SCADA-системе ЭНТЕК – это программный компонент, предназначенный для управления и сбора информации с устройств нижнего уровня (далее серверы) по протоколам МЭК 61850-8-1 ed.1/ed.2 (смотри рис.1). Он является непосредственной частью исполнительной системы EnLogic (прикладным драйвером протокола). В связи с этим клиент работает как на верхнем уровне – в серверах SCADA, так и на среднем – в контроллерах.

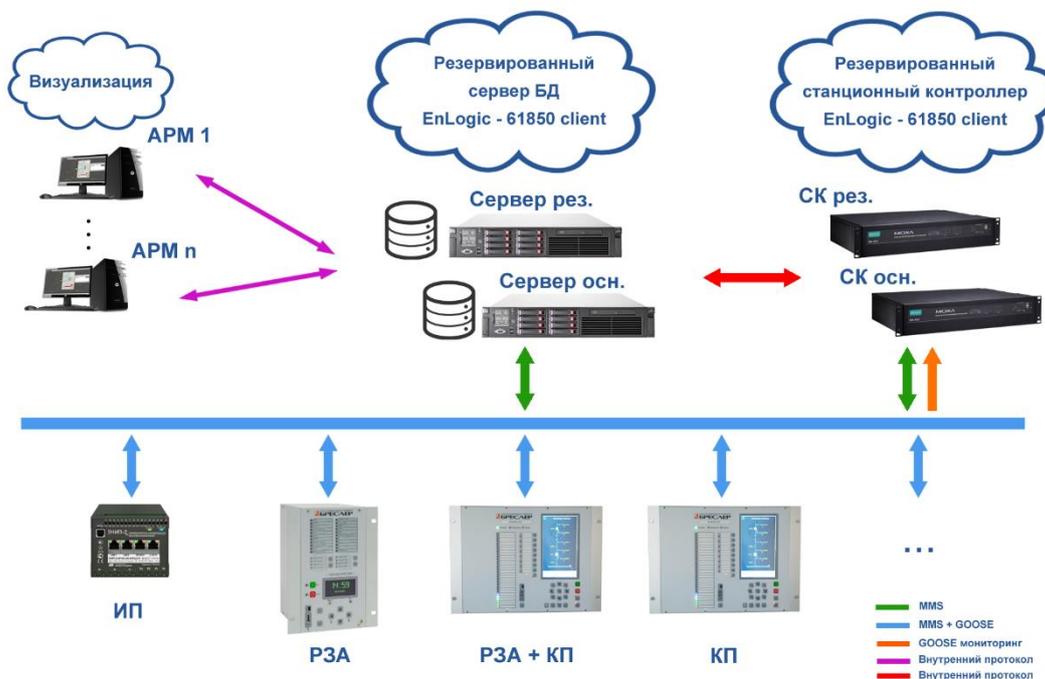


Рисунок 1. Организации потоков информации МЭК 61850-8-1 в SCADA-системе ЭНТЕК

Реализация стандарта МЭК 61850

Обеспечивается поддержка следующих функций и сервисов МЭК 61850-8-1:

- сервисы чтения и записи MMS переменных;
- сервисы для работы с наборами данных, включая чтение и динамическое построение наборов данных;
- сервисы для работы с буферизированными и небуферизированными отчетами;
- чтение и просмотр файлов и директорий.

Работа с логическими элементами

Клиент МЭК 61850-8-1 поддерживает сервисы для работы с логическими элементами:

- GetLogicalDeviceDirectory – запрос на считывание списка узлов, входящих в состав логического устройства;
- GetLogicalNodeDirectory – запрос на считывание списка объектов данных, входящих в состав логического узла;
- GetAllDataValues – запрос на считывание атрибутов данных всех логических объектов, входящих в состав логического узла.

Работа с данными

Клиент МЭК 61850-8-1 поддерживает сервисы для работы с данными:

- GetDataValues – запрос на считывание значений отдельных атрибутов данных из логического узла;
- SetDataValues – запрос на запись значений в атрибуты данных в логическом узле;
- GetDataDirectory – запрос на считывание дерева имен атрибутов данных объекта;
- GetDataDefinition – запрос на считывание описаний атрибутов данных объекта.

Работа с наборами данных

Клиент МЭК 61850-8-1 поддерживает сервисы для работы с наборами данных:

- GetDataSetValues – запрос на считывание значений всех объектов из набора данных;
- SetDataSetValues – запрос на запись значений во все объекты набора данных;
- CreateDataSet - запрос на создание набора данных на сервере;

- DeleteDataSet - запрос на удаление набора данных из сервера;
- GetDataSetDirectory – запрос на получение описаний объектов из набора данных.

Работа с отчетами

Клиент МЭК 61850-8-1 поддерживает сервисы для работы с буферизируемыми и небуферизируемыми отчетами:

- GetURCBValues – запрос на чтение атрибутов небуферизируемого отчета;
- SetURSBValues – запрос на запись атрибутов небуферизируемого отчета;
- GetBRCBValues – запрос на чтение атрибутов буферизируемого отчета;
- SetBRCBValues – запрос на запись атрибутов буферизируемого отчета.

Управление

Следующие сервисы:

- Select – запрос на выбор;
- SelectWithValue – запрос на выбор с атрибутами;
- Cancel – запрос на отмену операции;
- Operate – запрос на выполнение управляющего воздействия;
- TimeActivatedOperate - запрос на выполнение управляющего воздействия с выдержкой времени;
- CommandTermination – запрос от сервера с результатом выполнения команды.

Клиент МЭК 61850-8-1 поддерживает четыре вида управления объектами:

- Direct control with normal security – прямое управление с обычным уровнем безопасности;
- SBO control with normal security – управление с подтверждением с обычным уровнем безопасности;
- Direct control with enhanced security – прямое управление с повышенным уровнем безопасности;
- SBO control with enhanced security – управление с подтверждением с повышенным уровнем безопасности.

Вид управления объектом зависит от значения атрибута ctrlModel в составе этого объекта (смотри табл.1)

Таблица 1. Управление объектом данных

№	Значение атрибута ctlModel	Принцип управления
1	status-only	Неуправляемый объект данных, управляющее воздействие не подается.
2	direct-with-normal-security	Подается прямой запрос Operate или TimeActivatedOperate атрибуту CO.Oper объекта данных.
3	sbo-with-normal-security	Сначала происходит запрос Select атрибуту CO.SBO, после подтверждения подается запрос Operate или TimeActivatedOperate атрибуту CO.Oper объекта данных.
4	direct-with-enhanced-security	Подается прямой запрос Operate или TimeActivatedOperate атрибуту CO.Oper объекта данных. После выполнения команды сервер возвращает ответ CommandTermination.
5	sbo-with-enhanced-security	Сначала происходит запрос SelectWithValue атрибуту CO.SBOw, после подтверждения подается запрос Operate или TimeActivatedOperate атрибуту CO.Oper объекта данных. После выполнения команды сервер возвращает ответ CommandTermination.

Работа с файлами

Клиент МЭК 61850-8-1 поддерживает следующие сервисы для работы с файлами:

- GetFile – запрос на передачу файла от сервера клиенту;
- DeleteFile – запрос на удаление файла из серверного каталога;
- GetFileAttributeValues – запрос от сервера информации о файле.

В первую очередь сервисы работы с файлами должны использоваться для получения осциллограмм от устройств РЗА.

Примечание: данный сервис пока рассматривается только в реализации для сервера SCADA (не для многоканальных контроллеров).

Настройки клиента

Клиент МЭК 61850-8-1 имеет гибкую систему настроек, позволяющую подстроиться под максимальный перечень устройств, представленных на рынке. Пользователь может возможность настроить параметры связи, отчетов, списки сигналов.

В части добавления в конфигурацию нового устройства используются стандартные методы EnLogic (смотри рис.2):

- в дереве обмена создается новый протокол «IEC 61850»;
- внутри протокола добавляется новое устройство (модуль УСО);
- настраиваются параметры устройства;
- добавляются переменные в список.

Универсальный объект

Общие настройки

Имя объекта: Комментарий

№1. IEC 61850 MMS client demo; потомков объекта: 2

Свойства объекта

IP-адрес	192.168.50.204
TCP-порт	102
Часовой пояс	0
Частота опроса, мс	1000
Автозахват небуф. отчетов	Нет
Включать индекс в имя отчета	Да
Осциллограммы: период опроса, с	0
Осциллограммы: адрес переменной	
Осциллограммы: директория	/COMTRADE/
Report 1: rptID	KSZAUULD1/LLN0.BR.bi
Report 1: Options	dchg=true period=true
Report 1: Dataset	
Report 2: rptID	

Рисунок 2. Добавление нового устройства в конфигурацию проекта

Параметры устройства

- IP-адрес
- TCP-порт
- Часовой пояс. Положительное или отрицательное смещение относительно времени UTC, в котором работает сервер. Положительное смещение должно записываться со знаком «плюс», отрицательное – со знаком «минус».
- Частота опроса (polling rate), мс.

- Автозахват небуферизированных отчетов. При включенном значении происходит автоматический захват небуферизированных отчетов, ненастроенных в EnLogic, если в них присутствуют переменные, не вошедшие в состав настроенных отчетов (смотри рис.12).

- Включать индекс в имя отчета. Если на сервере в элементе RptEnabled атрибут max > 1 и в отчете включено индексирование (indexed = "true"), тогда в имена отчетов включаются порядковые индексы. При включении параметра «Включать индекс в имя отчета» клиент МЭК 61850-8-1 использует индекс в имени отчета и подключается строго по нему, в ином случае подключение осуществляется к первому свободному отчету.

- Осциллограммы: период опроса, с – период времени в секундах, через который будет происходить опрос серверной директории с осциллограммами. По умолчанию значение «0», что означает отключение периодического опроса директории.

- Осциллограммы: адрес переменной – адрес переменной в формате МЭК 61850 (смотри табл.3), по изменению которой будет происходить опрос серверной директории с осциллограммами.

- Осциллограммы: директория – директория, которую должен опрашивать клиент МЭК 61850-8-1, т.к. разные производители реагируют на разные запросы «COMTRADE/», «/COMTRADE», «/COMTRADE/» и др.

Параметры отчета

Параметры каждого отчета (как буферизируемого, так и небуферизируемого):

- Описание отчета (Report control block reference) (смотри табл.2) или идентификатор отчета (Report ID). Выбор того или иного параметра, по которому будут идентифицироваться отчеты, производится в IO-файле.

Таблица 2. Формат описания отчета в EnLogic

LDName	LNName		FC	RCBName
	LN Class	LN Inst. No		

Расшифровка:

- LDName – имя логического устройства;
- LNName – имя логического узла;
 - ✓ LN Class – класс логического узла;
 - ✓ LN Instance No – порядковый номер логического узла;

- FC – функциональное ограничение;
- RCBName – имя отчета.

Пример записи небуферизируемого отчета:

«KSZAUVLD1/LLNO.RP.urcbA01»

- Имя набора данных (DataSet name). Для наборов данных типа non-persistent имена должны начинаться с @. Если на сервере указанного набора данных нет, тогда производится попытка создания динамического набора данных.

- Причина, по которой будет передаваться отчет (Trigger options - TrgOps):

- по изменению данных (dchg) – по стандарту «false»;
- по изменению качества (qchg) – по стандарту «false»;
- по обновлению данных (dupd) – по стандарту «false»;
- по периоду (period) – по стандарту «false»;
- ✓ период в миллисекундах (intgPd) – по стандарту «0»;
- по общему запросу от клиента (gi) – по стандарту «true»;

- Атрибуты, включаемые в отчет (Optional fields - OptFields):

- последовательная нумерация отчетов (seqNum) – по стандарту «false»;
- время возникновения события (timeStamp) – по стандарту «false»;
- причина включения объекта в отчет (reasonCode) – по стандарту «false»;
- имя набора данных (dataSet) – по стандарту «false»;
- описание данных (dataRef) – по стандарту «false»;
- переполнение буфера (bufOvfl) – по стандарту «true»;
- уникальный идентификатор отчета (entryID) – по стандарту «false»;
- изменение конфигурации (configRev) – по стандарту «false».

Значения «по стандарту» приняты согласно МЭК 61850-6 (глава 9.3.8).

В конфигураторе EnLogic предусмотрены три поля для ввода параметров каждого отчета. В первом поле должен прописываться параметр идентификации отчета, во втором – имя набора данных, в третьем – причины передачи и атрибуты.

Причины передачи и атрибуты оформляются в одной строке, отделяясь друг от друга пробелом, со значением после знака равно. Названия параметров принять согласно SCL формату (МЭК 61850-6, глава 9.3.8). Порядок записи может быть различным. При добавлении нового отчета третье поле заполняется начальными значениями из IO файла,

если какой-либо атрибут или причина передачи отсутствуют, тогда принять их значения значениями «по стандарту» (согласно МЭК 61850-6, глава 9.3.8).

Пример оформления:

dchg=true period=true intgPd=10000 seqNum=true dataset=true

Настройка списков сигналов

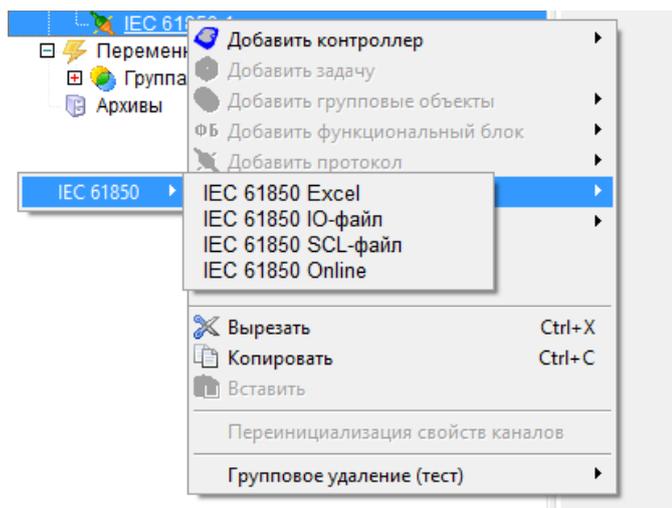


Рисунок 4. Выбор формирования списков переменных при добавлении нового устройства

При добавлении нового устройства, как и для других протоколов, предоставляется выбор способа формирования списков переменных (смотри рис. 4):

- а) Импорт таблиц сигналов в формате Excel, предварительно настроенных пользователем. Таблицы оформляются в стиле EnLogic, где в поле адреса вписываются MMS-имена параметров (смотри рис.5).

№ п/п	Общие свойства для дерева тегов EnLogic						IEC 61850 MMS name
	Группа	Подгруппа	Имя	Описание	Ед. изм.	Тип	Адрес
1	КП №1	ВЛ 220 кВ Энергия	В-1 220	Рез. Положение КА		DI	IED150CTRL_W03F/QCSWI1.Pos.stVal[ST]
2	КП №1	ВЛ 220 кВ Энергия	В-1 220	Рез. Положение КА ф.А		DI	IED150CTRL_W03F/QCSWI1.PosA.stVal[ST]
3	КП №1	ВЛ 220 кВ Энергия	В-1 220	Рез. Положение КА ф.В		DI	IED150CTRL_W03F/QCSWI1.PosB.stVal[ST]
4	КП №1	ВЛ 220 кВ Энергия	В-1 220	Рез. Положение КА ф.С		DI	IED150CTRL_W03F/QCSWI1.PosC.stVal[ST]
5	КП №1	ВЛ 220 кВ Энергия	В-1 220	Состояние ручного ввода		DI	IED150CTRL_W03F/QCSWI1.Pos.subEna[SV]
6	КП №1	ВЛ 220 кВ Энергия	В-1 220	Положение КА - Руч. ввод		DI	IED150CTRL_W03F/QCSWI1.Pos.subVal[SV]
7	КП №1	ВЛ 220 кВ Энергия	В-1 220	Источник управления		DI	IED150CTRL_W03F/QCSWI1.Pos.origin.orCat[ST]

Рисунок 5. Пример Excel таблицы с сигналами

- б) Импорт файлов шаблонов в специфичном для EnLogic xml-формате IO (смотри рис.6).

```
<Group Name="ВЛ 220 кВ Энергия">
  <Group Name="В-1 220">
    <Tag Name="Рез. положение" Descr="Результирующее положение" Type="AIF" TagName="IED150CTRL_W03F/QCSW11.Pos.stVal[ST]"/>
    <Tag Name="Рез. положение ф.А" Descr="Результирующее положение ф.А" Type="AIF" TagName="IED150CTRL_W03F/QCSW11.PosA.stVal[ST]"/>
    <Tag Name="Рез. положение ф.В" Descr="Результирующее положение ф.В" Type="AIF" TagName="IED150CTRL_W03F/QCSW11.PosB.stVal[ST]"/>
    <Tag Name="Рез. положение ф.С" Descr="Результирующее положение ф.С" Type="AIF" TagName="IED150CTRL_W03F/QCSW11.PosC.stVal[ST]"/>
    <Tag Name="Состояние РВ" Descr="Состояние ручного ввода" Type="DI" TagName="IED150CTRL_W03F/QCSW11.Pos.subEna[SV]"/>
    <Tag Name="Положение (РВ)" Descr="Положение (Ручной ввод)" Type="AIF" TagName="IED150CTRL_W03F/QCSW11.Pos.subVal[SV]"/>
    <Tag Name="Источник управления" Descr="Источник управления" Type="AIF" TagName="IED150CTRL_W03F/QCSW11.Pos.origin.orCat[ST]"/>
  </Group>
</Group>
```

Рисунок 6. Пример IO-файла с сигналами

- с) Офлайн чтение конфигурационных SCL-файлов (SCD, ICD/CID) и добавление выбранных пользователем сигналов. **(пока не реализовано)**
- д) Онлайн чтение конфигурации и выгрузка сигналов непосредственно с устройства нижнего уровня. **(в процессе реализации)**

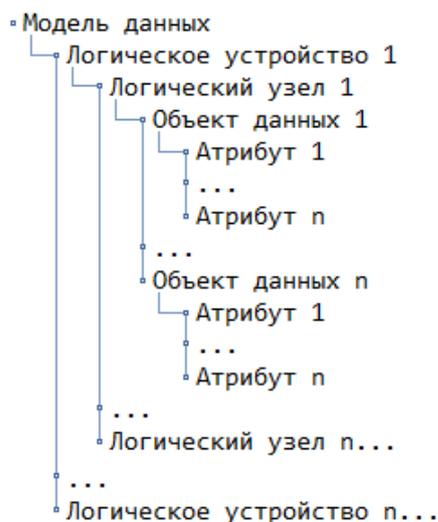


Рисунок 7. Древоподобная структура модели данных устройства

Свойства переменной

Свойства объекта	
Адрес тега МЭК 61850	IED150CTRL_W03F/QCSW11.Pos.stVal[ST]
Имя динамического набора данных	IED150CTRL_W03F/LLN0.DS_CTRL_W03F
Двухпозиционная команда	<input type="checkbox"/> Нет
Тип команды	0
Команда с задержкой, мс	0

Рисунок 8. Пример поля для ввода имени динамического набора данных

Адрес тега МЭК 61850

В данное поле записывается адрес тега в формате протокола МЭК 61850 (смотри табл.3).

Таблица 3. Формат адреса переменной для протокола МЭК 61850 в EnLogic

LDName	LNName		DOName	DAName	FC
	LN Class	LN Instance No			

Расшифровка:

- LDName – имя логического устройства;
- LNName – имя логического узла;
 - ✓ LN Class – класс логического узла;
 - ✓ LN Instance No – порядковый номер логического узла;
- DOName – имя объекта данных;
- DAName – имя атрибута;
- FC – функциональное ограничение.

Пример записи адреса положения коммутационного аппарата:

«IED150CTRL_W03F/QCSWI1.Pos.stVal[ST]»

В сервере в любом наборе данных объекты могут быть расширены вплоть до атрибута. В таких случаях клиент МЭК 61850-8-1 запрашивает от сервера атрибут вместо всего объекта.

Имя динамического набора данных

В данное поле вписывается имя одного из динамических наборов данных, указанных в параметрах отчетов (для наборов данных типа non-persistent имена начинаются с @). Таким образом переменные набираются в динамические наборы данных.

Двухпозиционная команда

В поле «Двухпозиционная команда» выбирается определение команды:

- Нет – однопозиционная команда;
- Да – двухпозиционная команда.

Данное поле используется только для команд управления, для остальных сигналов оно игнорируется.

Тип команды

В поле «Тип команды» выбирается тип команды управления, принимающее одно из четырех значений:

- 0 – прямое управление с обычным уровнем безопасности (Direct control with normal security);
- 1 – управление с подтверждением с обычным уровнем безопасности (SBO control with normal security);
- 2 – прямое управление с повышенным уровнем безопасности (Direct control with enhanced security);
- 3 – управление с подтверждением с повышенным уровнем безопасности (SBO control with enhanced security).

Данное поле используется только для команд управления, для остальных сигналов оно игнорируется.

Команда с задержкой

В поле «Команда с задержкой» записывается время задержки (в миллисекундах) на исполнение команды. Данное поле используется только для команд управления, для остальных сигналов оно игнорируется.

Самодиагностика

Кроме обычных переменных, передающихся по МЭК 61850-8-1, пользователю предоставляются переменные самодиагностики клиента. В их состав входят следующие сигналы:

- Общие переменные:
 - Наличие связи;
 - Длительность связи;
 - Количество захваченных отчетов;
 - Количество переменных, опрашиваемых периодически (polling);
 - Несоответствие конфигураций клиента и сервера.
- Переменные для каждого настроенного отчета:
 - Факт захвата отчета;
 - Конфигурация изменена (несоответствие параметра confRev);
 - Количество переменных, получаемых посредством данного отчета.

Они рассчитываются клиентом МЭК 61850-8-1 и могут использоваться как обычные переменные в системе.