



PS3 – Poster-09



Стендовые испытания интеллектуальных электронных устройств по стандарту МЭК 61850 в ОАО «НИИПТ»

Т.Г. ГОРЕЛИК, О.В. КИРИЕНКО, И.Е. КУМЕЦ
ОАО «НИИПТ»
Россия
gorelik_t@niipt.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Стендовые испытания, МЭК 61850, интеллектуальные электронные устройства, Ethernet.

1 ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития энергетики различными отечественными и зарубежными фирмами предлагается к использованию большое количество микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики (МП РЗА), противоаварийной автоматики, регистраторов аварийных процессов, контроллеров присоединений и др. . Оптимизация интеграции всей разнородной информации в единый информационный комплекс, начала быстро развиваться после разработки МЭК специальных стандартов коммуникации на подстанциях. Широкое применение сети Ethernet и стандарта МЭК 61850 в системах автоматизации подстанций позволяет значительно сократить количество кабельных связей на подстанции. Это достигается за счет передачи большего объема информации по единой шине (сети Ethernet). Использование единой среды передачи данных предъявляет особые требования к надежности, т.к. в случае возникновения каких-либо неисправностей в сети существует вероятность некорректной работы всей системы. Еще одна тенденция, присутствующая в современных системах автоматизации подстанций, – повышение количества функций, выполняемых устройствами нижнего уровня и соответствующее повышение нагрузки на них.

Внедрение стандартов МЭК в системах автоматизации подстанций требует соответствующего тестирования устройств нижнего уровня и комплекса в целом. В отечественной практике и за рубежом были разработаны и активно применяются различные методики проведения испытаний систем автоматизации на базе стандарта МЭК 61850 [1]:

1. Проверка реализации стандарта МЭК 61850 в интеллектуальных электронных устройствах (ИЭУ).
2. Проверка совместимости между различными устройствами.
3. Проверка производительности устройств.
4. Проверка производительности сети Ethernet.
5. Проверка резервирования ИЭУ (коммуникационных портов, питания и т.д.).
6. Проверка резервирования сети Ethernet.
7. Штормовые испытания.

2 СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПО СТАНДАРТУ МЭК 61850 В ОАО «НИИПТ»

В ОАО «НИИПТ» был создан стенд для проведения всех видов испытаний по стандарту МЭК 61850. Основными элементами стенда являются:

1. Источники постоянного напряжения 220В для питания цепей сигнализации и проверки работы шкафов от ЩПТ.
2. Физическая модель коммутационных аппаратов (контакторы и поляризованные реле) для проверки функций управления коммутационными аппаратами и оперативных блокировок разъединителей и заземляющих ножей.
3. Лабораторный автотрансформатор для моделирования аналоговых сигналов.
4. Устройство РЕТОМ-61 для проверки аналоговых сигналов.
5. Устройства нижнего уровня различных производителей.
6. Сетевое оборудование (коммутаторы Hirschmann, оптические и проводные линии связи).
7. Станционные контроллеры.
8. Подсистему синхронизации компонентов ПТК АСУ ТП (GPS приемник, сервер SNTP, источник импульсов PPS = 220В).
9. Сервер верхнего уровня.
10. АРМ (оперативного персонала, РЗА, АСУ).

На стенде проводились испытания следующих устройств по стандарту МЭК 61850:

- Satec 330;
- Siemens TM 1703;
- Siemens BC 1703;
- Siemens AK 1703;
- SEL-451;
- Siemens Siprotec 7SJ64;
- Siemens Siprotec 7UT63;
- GE D60;
- Areva MiCOM P437;
- ЭКРА 2704V021;
- ЭКРА 2704V085.

Для всех устройств, проводилась проверка следующих основных функций ПТК АСУ ТП:

1. Сбор и регистрация аналоговых сигналов;
2. Сбор и регистрация дискретных сигналов.
3. Прохождение команд управления.
4. Оперативные блокировки разъединителей и заземляющих ножей.
5. Считывание файлов осциллограмм.
6. Синхронизация времени.

При построении интегрированной АСУ ТП, состоящей из разнородных устройств, наибольшую сложность представляет создание базы данных объекта, поэтому на стенде проводились различные связанные с получением файлов конфигурации устройств. Для устройств, работающих по стандарту МЭК 61850, отдельно проверялась возможность импорта их конфигурации как из ICD файлов, так и непосредственно путем считывания конфигурации по протоколу MMS. Объединение устройств различных производителей на одном стенде показало, что возможность импорта конфигурации из устройств позволяет значительно сократить время, необходимое на их интеграцию в АСУ ТП. Для автоматизации процесса подключения в конфигуратор МЭК 61850 была добавлена возможность записи конфигурации из устройства в библиотеку базы данных ПТК АСУТП. Импорт конфигурации позволяет полностью исключить ошибки в адресации сигналов при формировании библиотеки (обычно ошибки в адресации протоколов составляют примерно 90% всех ошибок в библиотеках по устройствам). К сожалению, полностью автоматизировать данную задачу не удалось. После импорта конфигурации необходимо вручную дать сигналам наименования на русском языке. Этот процесс автоматизирован только частично, за счет распознавания стандартных идентификаторов МЭК 61850 7-3,4 (наименования сигналов измерения для узлов ММХУ, сигналы пусков и срабатываний для всех логических узлов защит) и за счет использования полей описания d и dU в модели данных по устройствам.

Другая задача, которую приходится решать вручную – это определение способа получения данных от устройства. Автоматизировать процесс определения способа получения

данных от устройства без вмешательства человека сложно. На стенде были проверены следующие способы:

1. Привязка наборов данных к управляющим блокам событий.
2. Создание новых наборов данных.
3. Определение списка сигналов для периодического чтения (например, счетчики по энергиям).
4. Определение списка сигналов, которые будут передаваться по запросу.

Для упрощения работы и исключения ошибок была добавлена возможность выполнить эту работу в удобном для пользователя интерфейсе конфигуратора МЭК 61850.

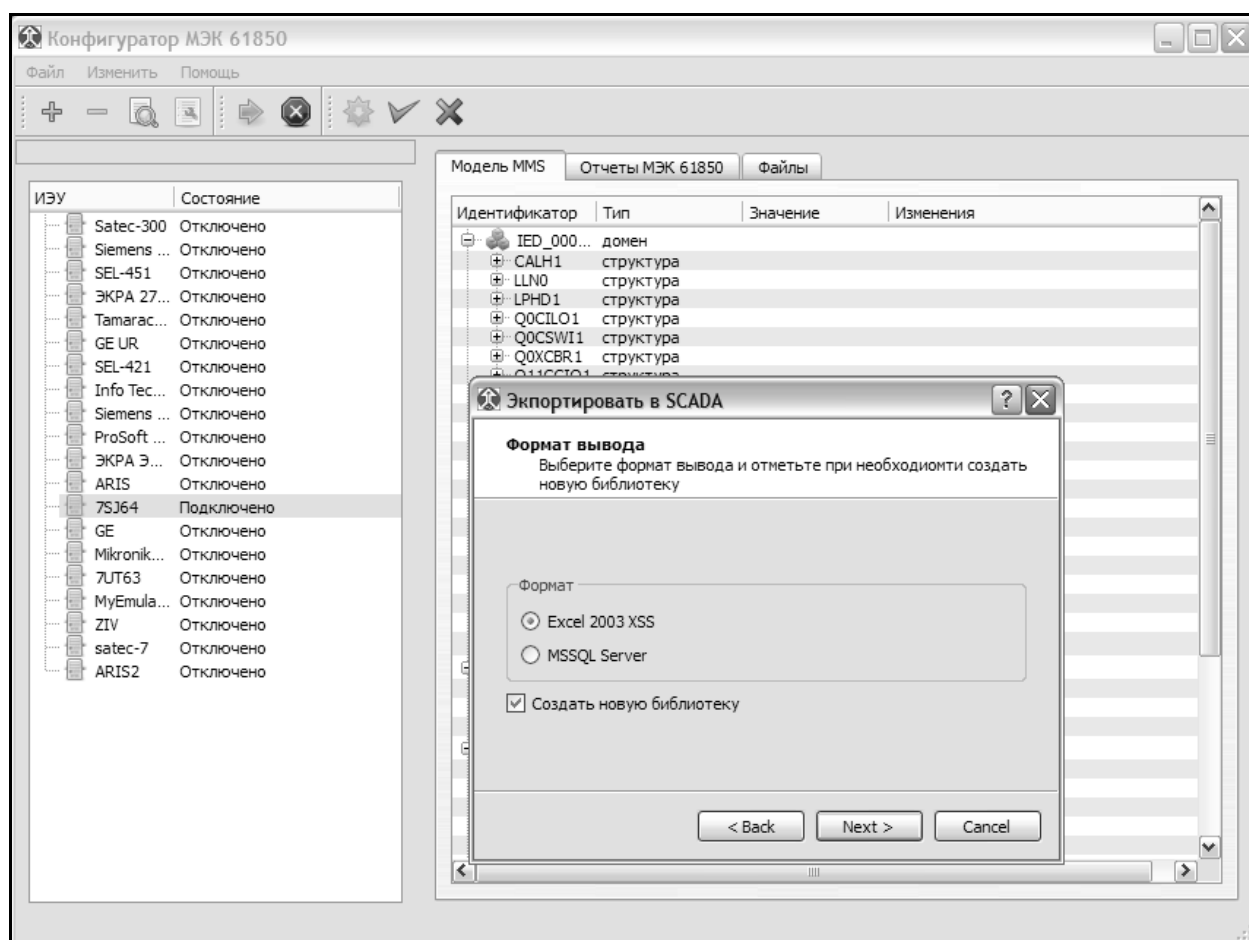


Рис. 1: Диалог экспорта конфигурации.

При проверке на стенде основных функций АСУ ТП проверялось прохождение аналоговых и дискретных данных для всех способов передачи данных, определенных в МЭК 61850. Для передачи данных по событиям необходимо, чтобы в устройстве были созданы наборы данных, которые затем привязываются к управляющим блокам событий. Работа с наборами данных сильно отличается в различных устройствах, представленных на стенде. Проверялись следующие варианты:

1. В устройстве существуют только фиксированные наборы данных.
2. Имеется возможность создавать наборы данных с помощью фирменной утилиты настройки.
3. Имеется возможность создавать постоянные удаляемые наборы данных по протоколу (LogicalDevice/LogicalNode.DataSet).
4. Имеется возможность создавать временные наборы данных по протоколу (@DataSet).

У разных устройств, испытывавшихся на стенде, структура управляющих блоков событий различна. Для учета этих отличий пришлось адаптировать драйвер системы к различным вариантам устройств, представленных на стенде. Опыт интеграции показал, что

устройства, позволяющие создавать наборы данных по протоколу, значительно выигрывают по гибкости по сравнению с устройствами, имеющими только фиксированные наборы данных. Формирование набора данных по протоколу позволяет производителю АСУ ТП самостоятельно выбирать, какие данные необходимо передавать в динамике (по событиям). Более простой оказалась передача данных по запросу (по запросу Read), поскольку она не отличается у разных производителей.

Проверка прохождения команд управления также требует значительной гибкости от драйвера, так как в различных устройствах реализованы различные модели управления, описанные в стандарте:

1. Прямое управление с нормальной безопасностью (Direct control with normal security).
2. Двухэтапное управление с нормальной безопасностью (SBO control with normal security).
3. Прямое управление с повышенной безопасностью (Direct control with enhanced security).
4. Двухэтапное управление повышенной безопасностью (SBO control with enhanced security).

В драйвере МЭК 61850 на стенде были реализованы все модели управления, описанные в стандарте, что позволило обеспечить совместимость системы со всеми устройствами.

Проверки функций оперативной блокировки разъединителей и заземляющих ножей были реализованы на уровне контроллеров присоединения. Для передачи информации между устройствами нижнего уровня использовались GOOSE сообщения. Одним из преимуществ GOOSE сообщений помимо сокращения «медных» связей является возможность самодиагностики. Для этого на контроллерах присоединения, получающих GOOSE сообщения (подписчиках), была дополнительно собрана логика, позволяющая диагностировать исчезновение GOOSE сообщений на длительное время.

Стендовые испытания показали, что совместную работу устройств различных производителей по протоколу GOOSE удастся обеспечить не всегда. При отсутствии совместимости между реализациями разных производителей интеграция на нижнем уровне АСУ ТП значительно усложняется. Для улучшения совместимости между устройствами нижнего уровня необходимо сформировать требования к профилю протокола МЭК 61850.

Так же на стенде проверялась функция АСУ ТП по передаче осциллограмм от микропроцессорных устройств нижнего уровня. Передача осциллограмм во всех устройствах, работающих по стандарту МЭК 61850, осуществляется с использованием файлов стандарта COMTRADE. Файлы осциллограмм могут передаваться из устройств следующими способами:

1. По протоколу MMS (с помощью механизма передачи файлов).
2. По протоколу FTP.

На стенде часть устройств передают файлы осциллограмм только по протоколу MMS, другая часть устройств – только по протоколу FTP. Для поддержки обоих видов устройств, в драйвер была добавлена возможность читать осциллограммы как по MMS, так и по FTP. Устройства, передающие осциллограммы по MMS, имеют ряд отличий, главное из которых – разные структуры каталогов.

На стенде были проверены функции синхронизации времени в системе. Существуют различные способы синхронизации времени в ИЭУ. Часть устройств синхронизируется по выделенной линии (PPS, IRIG-B), часть по протоколу SNTP. На стенде для поддержки синхронизации по протоколу SNTP на станционном контроллере, который непосредственно синхронизируется от GPS приемника, был настроен сервер SNTP.

Помимо испытаний физических устройств на стенде проводились испытания эмулятора устройств МЭК 61850. Эмулятор устройств МЭК 61850 включает в себя:

1. сервер протокола MMS;
2. подписчик и публикатор GOOSE сообщений;
3. простейшую систему логической обработки.

Эмулятор устройств МЭК 61850 выполнен в виде независимого от системы АСУ ТП модуля, который может применяться для тестирования систем автоматизации в следующих основных ситуациях:

1. тестирование системы в нормальном режиме;
2. тестирование системы в режиме повышенной информационной нагрузки.

Испытания касались взаимодействия эмуляторов МЭК 61850 с реальными физическими устройствами в части передачи GOOSE [2]. Была протестирована возможность передачи данных от эмулятора в физическое устройство, а также прием данных, передаваемых физическим устройством, в эмуляторе. Примененный подход позволяет организовывать штормовые испытания, в которых часть или все устройства будут замещаться эмуляторами.

На стенде также проводились испытания передачи мгновенных значений токов и напряжений по протоколу МЭК 61850-9-2LE. Для этого был создан соответствующий эмулятор с возможностью генерации тестового потока данных по сети. Прием и обработка указанного потока осуществлялся на функциональном контроллере. Целью данных испытаний являлась оценка нагрузки на оборудование сети Ethernet, а также на устройства нижнего уровня, принимающие поток данных МЭК 61850-9-2LE.

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стенд для испытаний оборудования МЭК 61850 позволяет осуществлять различные виды проверок и тестирования. На стенде было протестировано большое количество устройств нижнего уровня различных фирм производителей. Проведенные испытания показали различия в реализации стандарта МЭК 61850 в устройствах разных фирм. Эффективное применение стандарта возможно только при согласовании единого профиля протокола МЭК 61850. На стенде также была продемонстрирована эффективность применения эмуляторов. Эмуляторы позволяют расширить возможности стенда в части проведения штормовых испытаний. Наличие эмулятора потока МЭК 61850-9-2 и стенда для испытаний ИЭУ позволяет проводить комплексное тестирование для оборудования цифровой подстанции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Nam-Ho Lee, KEPCO, Byung-Tae Jang, KEPCO, Byeong-Heon Kim, KEPCO «Construction of the Integrated Simulator for the Substation Automation system based on IEC 61850».
- [2] Fred Steinhäuser, Thomas Schossig, Andreas Klien, Stephan Geiger, OMICRON electronics «Performance Measurements for IEC 61850 IEDs and Systems».