

Исследование функциональной совместимости устройств РЗА по условиям стандарта МЭК 61850

В данной статье вы найдете ответы на следующие вопросы:

- Почему необходима оценка функциональной совместимости устройств различных фирм-производителей между собой?
- Каковы потенциальные трудности обеспечения функциональной совместимости?

Авторы

Аношин А. О.

Головин А. В.

Максимов Б. К.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ УСТРОЙСТВ ПО УСЛОВИЯМ СТАНДАРТА МЭК 61850

Обеспечение функциональной совместимости интеллектуальных устройств различных производителей – это один из основных принципов, заложенных в стандарт МЭК 61850. Все устройства, в которых реализуется поддержка стандарта МЭК 61850 в той или иной части, как правило, проходят сертификацию в организации КЕМА. Сертификат соответствия данной организации подтверждает тот факт, что конкретное устройство не противоречит требованиям стандарта. Положительный результат данной сертификации многими специалистами сегодня воспринимается как гарантия обеспечения функциональной совместимости между устройствами различных фирм-производителей. Однако это не совсем так. Специалистам, которые планируют реализацию систем на основе устройств с поддержкой стандарта МЭК 61850, необходимо понять, что сертификат соответствия никаких гарантий в этой части не дает.

Функциональная совместимость мультивендорных систем может быть обеспечена на различных уровнях:

- Обмен данными между устройствами одного уровня (например, между устройствами РЗА разных присоединений).
- Обмен данными между устройствами разных уровней (например, между измерительными устройствами и устройствами РЗА).

■ Обеспечение функциональной совместимости различных устройств при интеграции в единую систему АСУ ТП.

Следует особенно рассмотреть первый пункт. Часто вопрос применения устройств РЗА различных производителей в рамках одной подстанции (одного распределительного устройства) справедливо вызывает сомнения у эксплуатирующей организации. Это объясняется сложностью организации эксплуатации устройств различных типов, необходимостью дополнительного повышения квалификации персонала и т.п. Вместе с тем возможность простой и быстрой интеграции устройств другого типа (другого производителя) при реконструкции, расширении является важным преимуществом, так как позволит беспрепятственно интегрировать новые устройства в существующую систему, построенную на базе устройств предыдущих поколений.

При условии соблюдения требований стандарта МЭК 61850 в части информационной модели, принципов организации обмена данными и т.п. созданное устройство сможет отвечать принципам функциональной совместимости и сможет работать в системе, построенной на базе устройств других производителей. Однако на раннем этапе разработки устройств в части соответствия требованиям стандарта МЭК 61850, а также в условиях того, что стандарт не содержит в себе всеобъемлющей информации по всем возможным случаям, функциональная совместимость устройств раз-

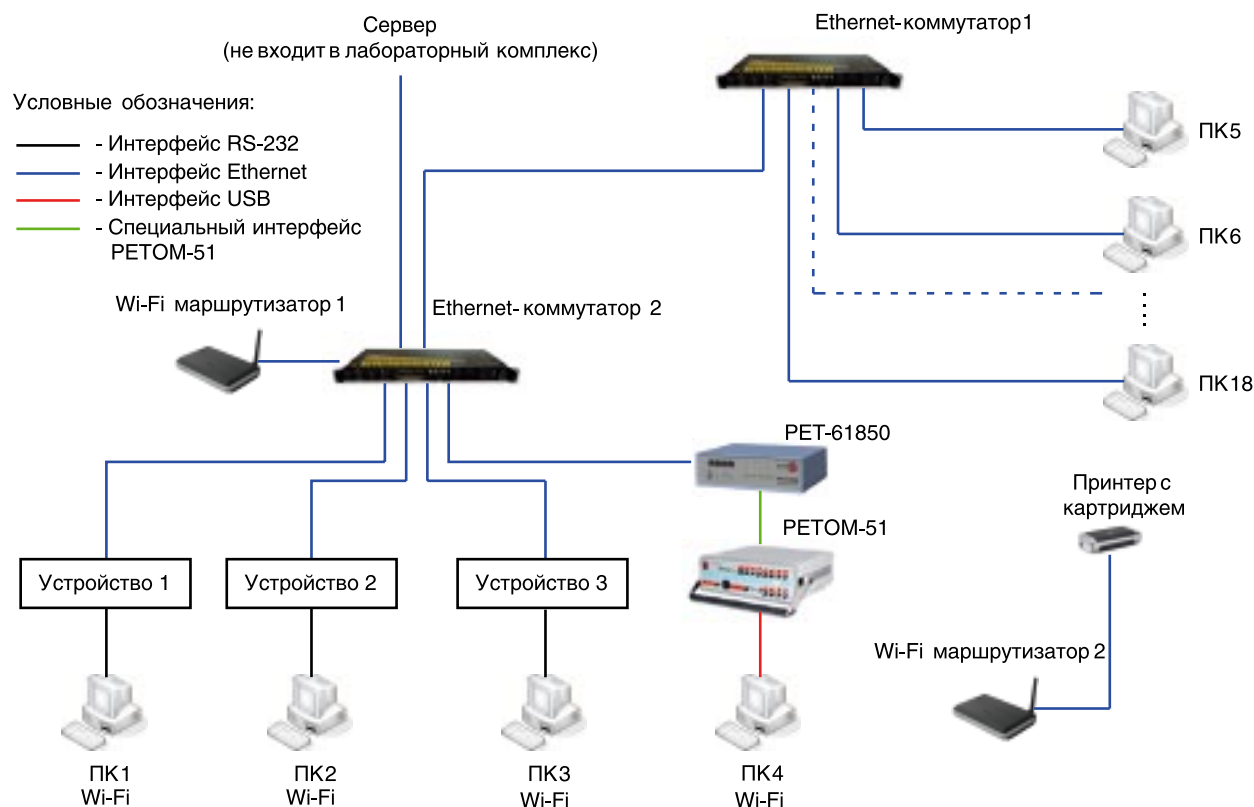


Рис. 1. Функциональная схема лаборатории исследования функциональной совместимости

ных производителей может быть не достигнута даже при условии формального соответствия требованиям стандарта и соответствующих заявлений производителя. Для подтверждения совместимости устройств между собой недостаточно лишь формально оценить соответствие разным пунктам требований стандарта, но требуется также на основе опытов подтвердить совместимость устройств. Такая проверка позволяет не только отработать подходы к интеграции разных устройств в единую систему, но и выявить потенциальные источники проблем при интеграции.

ЛАБОРАТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

На базе кафедры Релейной защиты и автоматизации энергосистем (РЗАЭС) МЭИ (ТУ) создана лаборатория по исследованию функциональной совместимости устройств различных производителей, работающих по стандарту МЭК 61850. Целью организованной лаборатории является ис-

следование функциональной совместимости устройств различных уровней, указанных ранее. В рамках этой задачи также осуществляется организация обучения специалистов.

В созданной лаборатории в настоящее время организована единая информационная сеть, в которую включено следующее оборудование (см. рис. 1):

- Три устройства РЗА различных фирм-производителей.
- Испытательная установка с поддержкой протокола GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) МЭК 61850.
- Набор персональных компьютеров.
- Ethernet-коммутаторы для организации сети.

Особенностью информационной сети является то, что все устройства включены в единую локальную сеть кафедры РЗАЭС, так что с любого компьютера может быть организован доступ для мониторинга трафика по сети и конфигурирования устройств. Также на ПК могут моделироваться различные условия информационной загрузки сети и т.п.

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ПОДСТАНЦИИ

Для проверки функциональной совместимости в лаборатории была сформирована первичная схема, моделирующая реальное распределительное устройство на подстанции.

Первичная схема, имитация которой производится в рамках лабораторного комплекса, а также распределение устройств РЗА по вторичным обмоткам трансформаторов тока (ТТ) представлены на рис. 2.

Схема представляет собой одиночную систему шин, к которой подключены три присоединения: одно питающее (присоединение 1) и два присоединения (присоединения 2 и 3), по которым производится питание потребителей. Предполагается отсутствие двигательной нагрузки.

Устройство 1 устанавливается на питающем присоединении 1 (ввод к системе шин), Устройство 2 – на присоединении 2 и Устройство 3 на присоединении 3.

При использовании устройств РЗА, изготовленных тремя различными производителями, персональных компьютеров (ПК), объ-

Аношин А. О., аспирант кафедры РЗАЭС МЭИ (ТУ), эксперт рабочей группы 10 технического комитета 57 МЭК

Головин А. В., аспирант кафедры РЗАЭС МЭИ (ТУ), эксперт рабочей группы 10 технического комитета 57 МЭК

Максимов Б. К., д.т.н., профессор, заместитель заведующего кафедрой РЗАЭС МЭИ (ТУ)

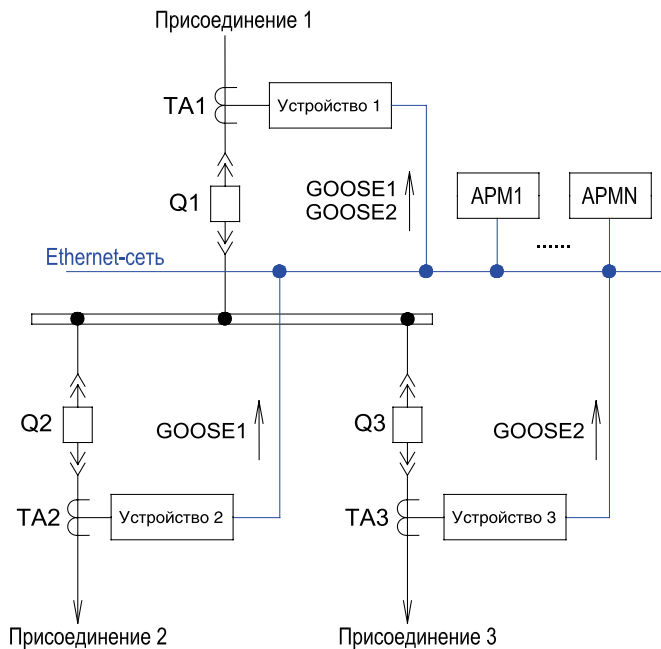


Рис. 2. Первичная схема и распределение устройств РЗА по вторичным обмоткам ТТ

единенных в единую информационную сеть Ethernet, и соответствующего программного обеспечения (ПО) в рамках лабораторного комплекса реализуются следующие функции и задачи:

- Функция максимальной токовой защиты (МТЗ) (в составе каждого отдельного устройства РЗА).
- Функция логической защиты сборных шин (ЛЗШ) с передачей логических сигналов между устройствами по сети Ethernet согласно протоколу GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) МЭК 61850.
- Считывание данных информационных моделей УРЗА по протоколу MMS при использовании специализированного программного обеспечения (ОПС-сервер).

Все функции и задачи реализуются для целей исследования функциональной совместимости УРЗА различных производителей.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛА GOOSE

Стандарт МЭК 61850 предполагает возможность использования специального сервиса и одновременно протокола передачи данных для передачи дискретных сигналов между устройствами. Протокол получил название Generic Object Oriented Substation Event (т. н. GOOSE-сообщения). Передача GOOSE-сообщений от устройств осуществляется по сети Ethernet в режиме мультикаст (нескольким адресатам). Для того чтобы гарантировать надежную передачу сообще-

ний, в установившемся режиме их передача осуществляется периодически через фиксированные интервалы времени. В случае изменения состояния функции (изменения выходного логического сигнала функции с 0 на 1 или наоборот) передача GOOSE-сообщений начинается осуществляется через значительно меньшие интервалы времени, которые увеличиваются по определенному закону (который определяется каждым производителем в частном порядке и не регламентируется стандартом МЭК 61850) до тех пор, пока вновь не будет достигнут максимальный временной интервал передачи.

Модель передачи GOOSE-сообщений, реализуемая в составе устройств РЗА, предоставляет возможность выполнения быстрого обмена дискретной информацией между устройствами. Передаваемые в рамках GOOSE-сообщения данные объединяются элементом DATA-SET, представляющим собою структурированный набор атрибутов данных элементов данных логических узлов информационной модели устройства согласно стандарту МЭК 61850.

В случае изменения значения хотя бы одного атрибута данных рассматриваемого DATA-SET осуществляется формирование нового сообщения, передача его в буфер передаваемых сообщений и его периодическая передача через увеличивающиеся интервалы времени другим устройствам.

Для реализации схем защиты и автоматики необходимо правильное конфигуриро-

вание GOOSE-сообщений как на отправку, так и на прием.

Между устройствами отсутствуют соединения по схеме «точка-точка», как это характерно для традиционных схем РЗА при передаче дискретных сигналов по сети оперативного постоянного тока. В случае организации передачи GOOSE-сообщений, как это было указано выше, используется сеть Ethernet, в которой одновременно осуществляется передача необходимого для выполнения всех функций на подстанции числа GOOSE-сообщений от различных устройств. Поэтому для обеспечения уникальности и оптимальной информационной загрузки по цифровой сети GOOSE-сообщения обладают рядом параметров (см. таблицу 1).

РАЗЛИЧИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ УСТРОЙСТВ

Информационная модель (information model, data model) согласно стандарту МЭК 61850-7-1 представляет собой данные о функциях подстанции и устройствах, в которых реализованы эти функции. Эти данные становятся видимыми и доступными посредством реализации МЭК 61850. Модель описывает в упрощенной коммуникационно-ориентированной форме функции и устройства реальной системы.

Как описано в МЭК 61850-5, подход стандарта предполагает декомпозицию функций на наименьшие части, которые используются для обмена информацией. Степень детализации определяется целесообразностью распределения этих частей по физическим устройствам. Эти составные части называются **логическими узлами** (например, виртуальное изображение класса силового выключателя имеет стандартизованное наименование XCBR). Несколько логических узлов составляют **логическое устройство** (например, виртуальное изображение контроллера присоединения). Логическое устройство всегда располагается в одном физическом устройстве, таким образом, логические устройства не могут быть распределены по физическим устройствам. Однако в одном физическом устройстве может быть несколько логических устройств.

Для описания информационной модели устройства используется файл описания устройства (IED configuration description) – ICD-файл. Данное описание представляет собой XML-файл, в котором согласно описанной выше иерархии описаны все функциональные возможности устройства. Содержание ICD-файла и порядок его составления определяется МЭК 61850-5.

Для исследования информационной модели, реализованной в устройстве, были рассмотрены ICD-файлы, описывающие устройства, а также опрос по MMS с помощью OPC-сервера с чтением соответствующих данных.

В ходе рассмотрения информационных моделей удалось выявить, что рассмотренные устройства имели близкие по набору доступных сервисов конфигурации.

Устройство 1 отличалось от Устройств 2 и 3 тем, что имело лишь одно фиксированное логическое устройство. Устройства 2 и 3 имели по 5 логических устройств, в которых логические узлы сгруппированы по типу выполняемых функций: Защита, Управление, Измерения, Системное логическое устройство, Записи аварийных событий (Оповещения – в Устройстве 3).

Во всех устройствах присутствовал набор основных логических узлов, описанных в МЭК 61850-7-4. Однако, как удалось установить экспериментально, в Устройстве 1 не представляется возможным использовать имеющиеся логические узлы для создания наборов данных DATA-SET. Информационная модель, реализованная в Устройстве 1, позволяет использовать лишь общие логические узлы GGIO, из которых может быть составлен DATA-SET. При помощи специального конфигурационного программного обеспечения, поставляемого вместе с устройством, указанному логическому узлу GGIO может быть поставлен в соответствие внутренний логический сигнал в устройстве.

Данное утверждение было проверено в ходе лабораторных испытаний, когда была предпринята попытка загрузки CID-файла (Configured IED Description – описание сконфигурированного устройства) со сконфигурированным DATA-SET для отправки GOOSE-сообщений с использованием атрибутов данных логического узла токовой защиты PTOC1. При этом файл CID был успешно загружен в ПО, поставляемое с Устройством 1, и успешно прошел процедуру валидации, однако изменения не вступили в силу. Данный факт требует дополнительных исследований.

В целом, использование логических узлов GGIO не противоречит положениям стандарта и не мешает обеспечить функциональную совместимость устройств защиты. Однако стандарт предполагает использование описанных в части 7-4 общих логических узлов для соответствующих стандартных функций. Использование же логических узлов GGIO во всех случаях се-

Таблица 1. Параметры GOOSE-сообщения, определяемые пользователем

Параметр	Значение
Сетевые параметры	
Multicast Address	Мультикастовый адрес, по которому осуществляется передача GOOSE-сообщений
Application ID	Сетевой идентификатор GOOSE-сообщения
VLAN Identifier	Идентификатор виртуальной локальной сети. Данный параметр используется для «фильтрации» передачи GOOSE-сообщений в управляемых коммутаторах, установленных в сети
VLAN Priority	Тэг приоритета передачи GOOSE-сообщения. Тэг приоритета может быть использован для выделения в информационном потоке по сети GOOSE-сообщений, требующих наиболее быстрой передачи (т. е. обладающих более высоким приоритетом передачи)
Параметры данных сообщения	
GoID	Уникальный идентификатор GOOSE-сообщения, определяемый пользователем
Dataset Reference	Ссылка на сформированный набор атрибутов данных (DATA-SET), предназначенных для передачи

резно усложняет процесс конфигурирования системы из-за наличия большого количества «ручной» работы с использованием программного обеспечения производителя. Также это делает невозможным использование стороннего программного обеспечения для целей конфигурирования систем, построенных на базе стандарта МЭК 61850.

Как было упомянуто выше, для обеспечения уникальности передаваемых по сети Ethernet GOOSE-сообщений требуется задание ряда обязательных параметров, перечень которых представлен в таблице 1. Во всех тестируемых на функциональную совместимость устройствах присутствовали данные параметры, однако в Устройстве 1 сетевой идентификатор Application ID (APP ID) по умолчанию в конфигурационном программном обеспечении задавался в десятичном формате, в то время как в Устройствах 2 и 3 его задание осуществлялось в шестнадцатеричном формате. Это один из самых явных примеров того, как между устройствами различных производителей может быть не обеспечена функциональная совместимость. В соответствии со стандартом МЭК 61850-8-1 задание данного параметра должно осуществляться именно в шестнадцатеричном формате.

РАЗЛИЧИЯ В ПОРЯДКЕ КОНФИГУРИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ

Стандартом МЭК 61850 предполагается не только функциональная совместимость устройств на физическом уровне, но и функциональная совместимость программного обеспечения для конфигурирования систем в соответствии со стандартом. Порядок конфигурирования в части коммуникаций по протоколам, предлагаемым стандартом МЭК 61850, должен вестись в соответствии с определенными в стандарте правилами и сопровождаться созданием

ряда файлов конфигурирования, описывающих как отдельные устройства (файлы ICD), так и сконфигурированную подстанцию в целом (файл SCD – Substation Configuration Description – описание конфигурации подстанции) и других файлов.

Для целей конфигурирования отдельных устройств должны использоваться фрагменты файла описания системы автоматизации подстанции (SCD-файлы) в части, касающейся конфигурируемого устройства. В связи с этим программное обеспечение, поставляемое производителем устройства, должно «уметь» автоматически определять части, касающиеся рассматриваемого устройства, выделять их из общего SCD-файла и после соответствующей обработки загружать необходимую информацию в терминал.

Этот этап крайне важен, так как он, в частности, позволяет правильно настроить терминал на прием GOOSE-сообщений. Согласно процедуре конфигурирования, определяемой стандартом, в файле SCD в блоках управления передачей GOOSE-сообщений (GSE Control) в рамках элемента IEDName (имя интеллектуального электронного устройства) при описании отдельных устройств должно указываться имя устройства-получателя GOOSE-сообщения. Указанное должно выполняться при использовании программного обеспечения для конфигурирования всей подстанции. Программное обеспечение, поставляемое с устройством, или же программное обеспечение третьего производителя, сочетающее в себе возможности работы с файлами различного формата, должно быть способно автоматически выделять данные, относящиеся к конфигурируемому устройству из файла SCD, в том числе и параметры передаваемых другими устройствами GOOSE-сообщений, которые необходимо получить. Однако регламентируемая стандартом про-

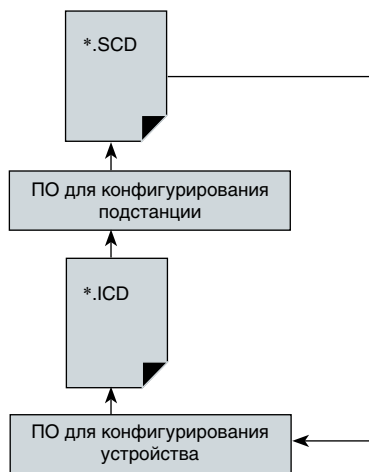


Рис. 3. Конфигурирование согласно подходу bottom-up («снизу-вверх»)

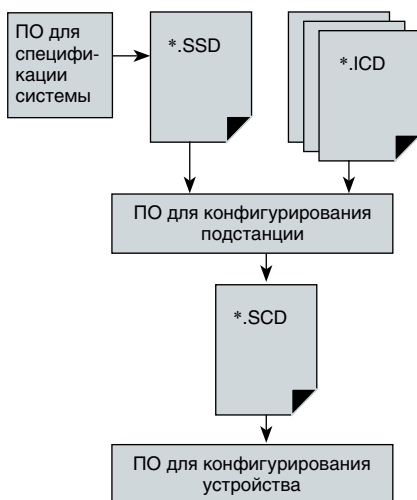


Рис. 4. Конфигурирование согласно подходу top-down («сверху-вниз»)

цедура конфигурирования еще не реализована ни одним из производителей.

Как было указано выше, сейчас мы вынуждены выполнять конфигурирование устройств на прием GOOSE-сообщений вручную. Кроме того, как удалось заметить в ходе лабораторных исследований, порядок ручного конфигурирования рассматриваемых терминалов в части приема и передачи GOOSE-сообщений у различных производителей может значительно различаться. Наиболее трудоемким этот процесс оказывается в Устройстве 1, где конфигу-

рирование на прием и на передачу GOOSE-сообщений ведется абсолютно и полностью в ручном режиме. В Устройствах 2 и 3 процедура конфигурирования на прием заключается в ручном выборе имеющегося файла SCD и в дальнейшем выборе необходимого GOOSE-сообщения из списка всех формируемых на подстанции GOOSE-сообщений, что также не соответствует требованиям стандарта МЭК 61850-6.

В целом стоит отметить, что в настоящее время всеми производителями реализуется подход, при котором осуществляется конфигурирование согласно схеме bottom-up («снизу-вверх») (см. рис. 3), при котором идет работа с файлами ICD, осуществляется создание файла SCD (файлов CID) на их основе и последующая загрузка файла (файлов) в отдельные устройства со всеми ограничениями, накладываемыми программным обеспечением. В ходе такой процедуры не осуществляется создание файлов SSD (Substation Specification Description – описание спецификации системы), призванных описывать конфигурацию первичной схемы подстанции и применяемых в ней функций для последующего их использования в тендерной документации, а также для повторного использования файлов при реализации других проектов (подход top-down – «сверху-вниз», рис. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В лаборатории исследования функциональной совместимости устройств различных производителей выполнен экспериментальный анализ информационных моделей и получены следующие результаты исследования:

1. Информационные модели трех рассмотренных устройств различаются в части содержания блока «Server». Устройства 2 и 3 имеют 5 логических устройств в каждом физическом устройстве, а Устройство 1 имеет только одно логическое устройство, содержащее в себе все доступные логические узлы.

2. В Устройстве 1 отсутствует возможность использования логических узлов, представленных в файле описания устройства для конфигурирования DATA-SET для GOOSE-сообщений за исключением узлов GGIO. При этом в качестве атрибутов данных логического узла GGIO могут быть назначе-

ны любые внутренние сигналы устройства. Однако их назначение может производиться только непосредственно в программе для конфигурирования и никак не отражается в SCL-файлах описания устройства.

Следует отметить, что указанные особенности информационной модели, реализованной в Устройстве 1, не препятствуют функциональной совместимости устройств между собой. То есть устройства могут успешно обмениваться GOOSE-сообщениями между собой, что было показано в ходе работы в лаборатории. Однако это серьезно осложняет процесс конфигурирования системы и исключает возможность использования стороннего ПО для конфигурирования коммуникаций по стандарту МЭК 61850.

3. В Устройстве 1 при конфигурировании блоков управления передачей GOOSE-сообщений значение параметра APP ID по умолчанию указывается в десятичном формате, хотя стандарт регламентирует необходимость его установки в шестнадцатеричном формате. Указанное может препятствовать обеспечению функциональной совместимости в части коммуникаций по протоколу GOOSE.

На первоначальной стадии реализации проектов требуется обращаться к дополнительным документам, предоставляемым производителями к каждому отдельному устройству, таким как PICS (Protocol Implementation Conformance Statement – О соответствии реализуемых протоколов требованиям стандарта), MICS (Model Implementation Conformance Statement – О соответствии информационной модели устройства требованиям стандарта) и PIXIT (Protocol Implementation Extra Information for Testing – Дополнительная информация о реализуемых протоколах для целей тестирования устройств). Указанные выше документы говорят о том, какие возможности и каким образом реализованы в том или ином устройстве. Информация, содержащаяся в них, должна быть использована при обязательной процедуре тестирования устройств различных производителей на функциональную совместимость, если таковые используются на объекте. Именно они являются ключом к обеспечению функциональной совместимости. 

МАТЕРИАЛЫ ПО ТЕМЕ В ЖУРНАЛЕ «РЕЛЕЙЩИК»: Асанбаев Ю.А., Горелик Т.Г., Кириенко О.В., Кумец И.Е. Информационный обмен с РЗА и ПА – основа интегрированной АСУ ТП подстанции (2008, № 1(1). С. 52–55); Каштенин Б., Ходдер С., МакГин Д., Волох И. Архитектура и система технологической шины МЭК 61850 (2008, № 1(1). С. 34–43); Шоссиг Т. МЭК 61850: влияние на тестирование систем защиты (2009, № 1(2). С. 54–58); Шевцов М. В. Передача дискретных сигналов между УРЗА по цифровым каналам связи (2009, № 1(2). С. 60–63); Шоссиг Т. Тестирование систем на основе стандарта МЭК 61850 – последние достижения и новые возможности (2009, № 3(4). С. 52–57).

Интероперабельность
на практике

О втором
издании стандарта
«из первых рук»

Вопросы
реализации
протоколов MMS,
GOOSE, SMV

Семинар «Разработка и проектирование систем с поддержкой МЭК 61850»

2–5 марта 2010 года, Москва

Инжиниринг систем
и применение языка
конфигурации
подстанции

Обзор примеров
практического
применения
стандарта

Основные
положения
информационной
модели

По вопросам участия в семинаре обращайтесь по тел.: +7 499 157 35 36, e-mail: bid@energyexpert.ru, Белова Ирина

МЭК 61850 на русском

Проект издательского дома «Вся электротехника»

<http://www.iec61850.ru>