
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
25.040.40.112-2011**

**Типовая программа и методика испытаний программно-
технического комплекса автоматизированной системы
управления технологическими процессами (ПТК АСУ
ТП) и микропроцессорного комплекса системы сбора и
передачи информации (МПК ССПИ) подстанций в
режиме повышенной информационной нагрузки
«шторм»**

Стандарт организации

Дата введения: 30.12.2011

ОАО «ФСК ЕЭС»

2011

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте организации

РАЗРАБОТАН: ООО «ЭНЕРГОПРОМАВТОМАТИЗАЦИЯ».

ВНЕСЁН: Департаментом технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС».

УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ: Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 30.12.2011 № 816.

ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу: yaga-na@fsk-ees.ru, smirnova-sn@fsk-ees.ru.

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

Список принятых сокращений:	7
1 Область применения	9
2 Виды «штормовых» испытаний.....	10
2.1 Информационный всплеск	10
2.2 Длительный режим повышенной информационной нагрузки	11
3 Общие требования к проведению испытаний.....	11
3.1 Требования к средствам проведения испытаний	11
3.2 Требования к источникам электропитания и измерительным цепям..	11
3.2.1 Источники электропитания	11
3.2.2 Источники переменного тока.....	12
3.2.3 Источники постоянного тока	12
3.3 Требования к программному обеспечению для реализации стандарта МЭК 61850	12
3.3.1 Требования к программному обеспечению для проверки реализации стандарта МЭК 61850.....	12
3.3.2 Требования к применению и настройке эмуляторов устройств..	13
3.4 Требования к отчетным документам.....	13
4 Общие требования к структуре, составу оборудования и настройкам ПТК	14

4.1	Типовая схема подстанции.....	14
4.2	Требования к структуре ПТК АСУТП	15
4.2.1	Требования по количеству и составу устройств нижнего уровня	15
4.2.2	Требования к серверному оборудованию и станционным контроллерам	20
4.2.3	Требования к резервированию сети.....	20
4.2.4	Требования к АРМ.....	21
4.2.5	Требования к количеству, составу и типу сигналов, участвующих в штормовых испытаниях	21
4.3	Требования к структуре МПК ССПИ.....	22
4.3.1	Требования по количеству и составу устройств нижнего уровня	23
4.3.2	Требования к устройствам среднего уровня (станционным контроллерам).....	24
4.3.3	Требования к АРМ.....	24
4.3.4	Требования к количеству, составу и типу сигналов, участвующих в «шторме».....	24
4.4	Требования к логической обработке информации	25
4.5	Требования к проверке обмена информацией со смежными системами и с верхними уровнями диспетчерского и технологического управления ...	26
5	Методика проверки характеристик ПТК	27
5.1	Методика проверки реализации стандарта МЭК 61850.....	27
5.1.1	Методика проверки реализации SCL	27
5.1.2	Методика проверки реализации протокола МЭК 61850-8-1 (MMS)	

5.1.3	Методика проверки реализации протокола GOOSE.....	29
5.2	Методика проверки работы ПТК в режиме информационного всплеска	31
5.3	Методика проверки работы ПТК в длительном штормовом режиме..	35
5.3.1	Аналоговые события	35
5.3.2	Дискретные события	36
5.4	Методика проверки отсутствия потерь в передаче информации с помощью сухого контакта.....	38
5.5	Методика проверки GOOSE.....	39
5.5.1	Оценка полного времени передачи GOOSE по сети	39
5.5.2	Отсутствие потерь в передаче GOOSE сообщений	41
5.6	Методика проверки передачи информации в ССПТИ	42
5.7	Методика проверки передачи информации в ОИК	42
5.8	Методика проверки резервирования сети Ethernet	43
5.9	Методика проверки резервирования питания контроллеров нижнего уровня	43
5.10	Методика проверки резервирования серверов верхнего уровня АСУ ТП	43
5.11	Методика проверки резервирования контроллеров среднего уровня	44
5.12	Методика проверки отображения информации на АРМ	44
5.12.1	Методика проверки задержки вызова информации на экран...	44
5.12.2	Методика проверки периодичности обновления информации на экране монитора	45

5.12.3	Методика проверки задержки в отображении спонтанно появляющихся сигналов	45
5.12.4	Методика проверки прохождения команды управления	46
5.12.5	Методика проверки скорости обращения к архиву	46
5.12.6	Методика проверки работы тренда в реальном времени	47
6	Программа штормовых испытаний ПТК АСУ ТП и ССПИ	48

Список принятых сокращений:

АБ	Аккумуляторная батарея
АБП	Агрегат бесперебойного питания
АИISKУЭ	Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии
АВР	Автоматическое включение резерва
АР	Автоматическое регулирование
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АПВ	Автоматическое повторное включение
АПТ	Автоматическое пожаротушение
АС	Аварийная сигнализация
АСТУ	Автоматизированная система технологического управления
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
ДЦ	Диспетчерский центр
ЕСГП	Единая система гарантированного питания
ИЭУ	Интеллектуальное электронное устройство
КА	Коммутационный аппарат
ККЭ	Контроль качества электроэнергии
КРУЭ	Комплектное распределительное устройство элегазовое
КТС	Комплекс технических средств
ЛВС	Локальная вычислительная сеть
МПК	Микропроцессорный комплекс

ОМП	Определение места повреждения
ОС	Операционная система
ОС (сигналы)	Сигналы оперативного состояния
ПА	Противоаварийная автоматика
ПО	Программное обеспечение
ПС	Подстанция
ПС1 (сигналы)	Предупредительная сигнализация первого уровня
ПС2 (сигналы)	Предупредительная сигнализация второго уровня
ПТК	Программно-технический комплекс
РАС	Регистратор аварийных событий
РЗА	Релейная защита и автоматика
РПН	Регулирование под нагрузкой
ССПИ	Система сбора и передачи информации
ССПТИ	Система сбора и передачи технологической информации
ТМ	Телемеханика
ТН	Трансформатор напряжения
ТТ	Трансформатор тока
УРОВ	Устройство резервирования отказа выключателя
УСО	Устройство связи с объектом
ФОЛ	Фиксация отключения линии
ФОТ	Фиксация отключения выключателя
ЩСН	Щит собственных нужд
ЩПТ	Щит постоянного тока
ФАТ	Factory Acceptance Testing - заводские испытания

(испытания на полигоне изготовителя).

1 Область применения

Настоящая методика устанавливает объемы и методы проверок аппаратуры и программного обеспечения ПТК АСУТП и МПК ССПИ в режиме повышенной информационной нагрузки - «шторм». Методика предназначена для проведения аттестационных приемочных испытаний в соответствии с требованиями «Методики проведения аттестации оборудования, технологий и материалов в ОАО ФСК ЕЭС» и «Порядка проведения аттестации оборудования, технологий и материалов в ОАО «ФСК ЕЭС», утвержденных Распоряжением ОАО «ФСК ЕЭС» от 12.10.2009 № 417р. Приемочные испытания, проводимые в рамках аттестации, проводятся на стенде завода-изготовителя или поставщика оборудования и соответствуют предварительным испытаниям АСУ ТП и ССПИ (FAT). Объем аттестационных приёмочных испытаний определяется техническими условиями на ПТК, утверждаемыми Заказчиком и настоящей методикой, в части испытаний в режимах повышенной информационной нагрузки.

Цель аттестационных испытаний – комплексная проверка основных технических характеристик ПТК АСУ ТП и МПК ССПИ в целом и соответствия функциональных возможностей системы требованиям стандартов и дополнительным требованиям ОАО «ФСК ЕЭС».

Штормовые испытания ПТК АСУ ТП и МПК ССПИ – испытания в режиме повышенной информационной нагрузки, характерной для аварийных режимов работы подстанции. Методика проведения штормовых испытаний должна позволять оценивать производительность работы комплекса на

соответствие требованиям отраслевых стандартов, выявлять «узкие» места в его работе, сопоставлять результаты с нормальным режимом работы ПТК и с работой других аналогичных ПТК.

Данная методика является универсальной для различных ПТК АСУ ТП и ССПИ.

2 Виды «штормовых» испытаний

Испытания ПТК АСУ ТП и МПК ССПИ при повышенной информационной нагрузке должны производиться в двух режимах:

1. Информационный всплеск.
2. Длительный «штормовой» режим.

2.1 Информационный всплеск

Данный режим предназначен для проверки устойчивости ПТК АСУ ТП к информационным всплескам, связанным с возникновением сложных технологических нарушений на подстанции.

Режим информационного всплеска характеризуется возникновением короткого замыкания на любом из присоединений подстанции, его неуспешного отключения, срабатывания УРОВ и последовательным отключением выключателей различных присоединений и погашением распределительного устройства и/или подстанции целиком. В результате аварии должно происходить отключение не менее половины выключателей моделируемой подстанции (500, 220, 110, 10 кВ) и срабатывание не менее половины терминалов МПРЗА, установленных на стенде.

Информационный всплеск должен накладываться на длительный режим повышенной информационной нагрузки.

2.2 Длительный режим повышенной информационной нагрузки

Длительный режим повышенной информационной нагрузки характеризуется интенсивным потоком дискретных и аналоговых событий (выход аналоговых сигналов за пределы апертур) и предназначен для проверки производительности системы и отсутствия потерь при передаче данных.

3 Общие требования к проведению испытаний

3.1 Требования к средствам проведения испытаний

Для моделирования подстанции в режиме штормовых испытаний используются средства ПТК АСУТП или МПК ССПИ (в соответствии с п.4.2., п.4.3.): вычислительная техника, контроллеры присоединений, терминалы МПРЗА, а также комбинированные измерительные приборы, реле-томограф (типа РЕТОМ или аналогичное устройство), модели коммутационных аппаратов на базе реле или на базе дополнительного контроллера, не входящего в состав аттестуемого оборудования АСУ ТП/ССПИ.

3.2 Требования к источникам электропитания и измерительным цепям

3.2.1 Источники электропитания

Источниками электропитания являются источники переменного и постоянного тока основного питания электрооборудования объекта. Нагрузочные характеристики источников питания определяются, исходя из максимального потребления и пусковых характеристик оборудования.

Уровни и допустимые отклонения напряжения питания, частота и пульсации при проведении испытаний должны измеряться на входах питания шкафов, шкафов РЗА, входах ИБП (для АРМ) и должны соответствовать требованиям ГОСТ 13109.

3.2.2 Источники переменного тока

- напряжение питания $(0.8 \div 1.1) \sim 220$ В;
- частота источника питания $50 \pm 0.8\%$ Гц;
- коэффициент искажения синусоиды питающего напряжения не более 12%.

3.2.3 Источники постоянного тока

- напряжение питания $(0.8 \div 1.1) = 220$ В;
- пульсация напряжения до $\pm 6\%$ от U_n .

3.3 Требования к программному обеспечению для реализации стандарта МЭК 61850

3.3.1 Требования к программному обеспечению для проверки реализации стандарта МЭК 61850.

Для проверки реализации стандарта МЭК 61850 должны использоваться следующие инструменты:

1. Инструмент для отображения SCD файлов с возможностью просмотра адресации и модели данных интеллектуальных электронных устройств (OpenSCLConfigurator или аналогичный).
2. Инструмент для перехвата и расшифровки пакетов (протоколы MMS и GOOSE), передаваемых по сети Ethernet (Wireshark или аналогичный).

3.3.2 Требования к применению и настройке эмуляторов устройств.

Эмуляторы устройств МЭК 61850 допускается использовать для экспериментов, в которых проверяется функционирование системы в целом и нагрузка на нее, а не функционирование и производительность устройств нижнего уровня.

Допускается применять эмуляторы для проверки устойчивости системы и оценки задержек при выдаче сигналов в телемеханику при интенсивной передаче аналоговых событий 5.3.1, а также в дополнение к источнику односекундных импульсов 5.3.2.

Допускается применять эмуляторы для замещения устройств, не имеющих функции гибкой логики, в схеме экспериментов проверки GOOSE 5.5, при условии подключения компьютеров с установленными эмуляторами в те же порты коммутатора Ethernet, в которые были подключены замещаемые физические устройства.

3.4 Требования к отчетным документам

Перед началом «штормовых» испытаний должен быть подготовлен подробный протокол («чек-лист») с наименованием проверок, отметками о выполнении и фактически полученных результатах. Вид документа представлен в Приложении 4. В протоколе должны быть отражены все пункты и характеристики, согласно программе и методике проведения «штормовых» испытаний. Состав данных, которые должны быть занесены в «чек-лист», подробно рассмотрен в соответствующих разделах главы 5.

По результатам испытаний составляются:

1. Протокол функциональных испытаний ПТК АСУТП (МПК ССПИ) в режиме повышенной информационной нагрузки, с приложением в виде «чек-листа» испытаний.

2. Протокол заседания аттестационной комиссии по результатам функциональных испытаний ПТК АСУТП (МПК ССПИ) в режиме повышенной информационной нагрузки.

Образцы документов приведены в Приложении 4.

4 Общие требования к структуре, составу оборудования и настройкам ПТК

4.1 Типовая схема подстанции

Выбор вторичного оборудования для проведения испытаний, а также состав сигналов определяется главной схемой подстанции. В зависимости от главной схемы подстанции и моделируемой аварии информационная нагрузка на ПТК АСУ ТП или МПК ССПИ может существенно различаться. Результаты проводимых испытаний должны позволять сопоставить производительность комплексов АСУ ТП или ССПИ различных производителей. В связи с этим испытания должны проводиться при одной схеме моделируемой подстанции.

Предлагаемые для построения ПТК АСУТП и МПК ССПИ, варианты главной схемы подстанции (Приложение 1) отвечают следующим требованиям:

- Главная схема включает распределительные устройства сверхвысоких (500-750 кВ), высоких (110-330 кВ) и средних классов напряжения (6-35 кВ), а также соответствующие трансформаторные связи.
- Схемы распределительных устройств соответствуют документу: «СТО 56947007-29.240.10.028-2009. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС)».
- Количество присоединений позволяет обеспечить необходимую информационную нагрузку в аварийном режиме.

4.2 Требования к структуре ПТК АСУТП

Структура ПТК АСУТП должна выполняться в соответствии с разделами 2 и 3 Распоряжения ОАО «ФСК ЕЭС» от 31.05.2010 № 293р «Рекомендации по применению основных структурных схем и требования к организации АСУ ТП подстанций 220 - 750 кВ с учётом функциональной достаточности и надежности».

4.2.1 Требования по количеству и составу устройств нижнего уровня

В соответствие с главной схемой подстанции выбирается вторичное оборудование:

- Контроллеры присоединения (КП).
- Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики.
- Терминалы противоаварийной автоматики.

Количество контроллеров присоединения должно соответствовать количеству присоединений моделируемой подстанции. Состав модулей дискретного ввода/вывода должен позволять собирать информацию о положении коммутационных аппаратов и осуществлять управление ими. Контроль положения коммутационных аппаратов на сверхвысоком классе

напряжения должен осуществляться пофазно. Дополнительно, в соответствии с проектной практикой, на дискретные входы контроллеров присоединения должны заводиться сигналы о срабатывании и неисправности каждого из терминалов МПРЗА. Контроллеры присоединения должны иметь 20% запас по дискретным входам, который будет задействован для создания длительного режима повышенной информационной нагрузки.

Таблица 1. Список контроллеров присоединения для моделируемой подстанции

Класс напряжения	Количество присоединений (количество контроллеров)
ОРУ 500 кВ	4
ОРУ 220 кВ	8
ОРУ 110 кВ	6
ЗРУ-10 кВ	не менее 2 (по количеству секций)
Всего контроллеров:	не менее 20

– Количество микропроцессорных терминалов МПРЗА должно выбираться в соответствие со стандартом СТО 56947007-29.240.10.028-2009. «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС)».

1. На каждую линию 330-750 кВ два комплекта защит от всех видов КЗ (не менее 2 терминалов).

2. На линиях 110-220 кВ два должны устанавливаться два независимых терминала защит от всех видов повреждения (не менее 2 терминалов).
3. Для автотрансформаторов 330-750 кВ (не менее 7 терминалов):
 - два комплекта основных защит;
 - автоматика и управление выключателями ВН, СН;
 - автоматика РПН;
 - резервные защиты на сторонах высшего, среднего напряжений;
 - дифференциальная токовая защита ошиновки высшего напряжения и/или среднего напряжения;
 - дифференциальная токовая защита ошиновки низшего напряжения (если не входит в терминалы основных защит);
 - газовая защита (если не входит в терминалы основных защит);
 - защита от перегрузки (если не входит в терминалы основных защит);
 - технологические защиты (если не входит в терминалы основных защит).
4. Для трансформаторов 220 кВ (не менее 6 терминалов):
 - один или два комплекта основных защит;
 - автоматика и управление выключателями ВН, СН;
 - автоматика РПН;
 - резервные защиты на сторонах высшего, среднего напряжений;
 - дифференциальная токовая защита ошиновки высшего напряжения и/или среднего напряжения;
 - дифференциальная токовая защита ошиновки низшего напряжения (если не входит в терминалы основных защит);
 - газовая защита (если не входит в терминалы основных защит);

- защита от перегрузки (если не входит в терминалы основных защит);
 - технологические защиты (если не входит в терминалы основных защит).
5. Защита шин 330-750 кВ должна выполняться с использованием двух независимых комплектов дифференциальной токовой защиты (не менее 6 терминалов).
 6. Защита систем (секций) шин 110-220 кВ должна выполняться, как правило, с использованием одного комплекта дифференциальной токовой защиты (не менее 3 терминалов).
 7. На каждом присоединении 6-10 кВ устанавливается 1 терминал МПРЗА при условии выполнения всех функций согласно СТО 56947007-29.240.10.028-2009. «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС)».
 8. На обходном выключателе должен быть предусмотрен комплект ступенчатых защит (не менее 1 терминала).
 9. На ШСВ и СВ должна быть предусмотрена ступенчатая защита от междуфазных КЗ и от однофазных КЗ (не менее 1 терминала).

Дополнительно для каждого выключателя должна быть предусмотрена автоматика управления, если эта функция в ПТК не совмещена с другими терминалами РЗА или АСУ ТП.

Таблица 2. Список защит для моделируемой подстанции

Тип элемента	Количество	Количество	Всего
--------------	------------	------------	-------

	элементов	терминалов	терминалов
ВЛ 500 кВ	2	2	4
ВЛ 220 кВ	2	2	4
ВЛ 110 кВ	3	2	6
В-10 кВ	16	1	16
ОВ-220	1	1	1
СВ-220	1	1	1
СШ-500	2	6	12
СШ-220	2	3	6
СШ-110	2	3	6
АТ-500	2	7	14
АТ-220	2	6	12
Всего:			82

При проведении штормовых испытаний моделируется авария, связанная с отключением не менее половины присоединений подстанции. В этом случае количество физических терминалов МПРЗА можно сократить в два раза при условии замены оставшихся терминалов эмуляторами, отвечающими требованиям, приведенным в разделе 3.3.2.

В системе также должно быть предусмотрено подключение не менее 2 терминалов микропроцессорной противоаварийной автоматики.

Всего должно быть предусмотрено не менее 63 интеллектуальных электронных устройств (КП, МПРЗА и ПА), при условии соответствующей замены оставшихся устройств эмуляторами, при этом в состав испытательного стенда должен входить каждый функциональный тип защит для проверки возможности интеграции в АСУ ТП. Между устройствами должны быть организованы взаимосвязи, отвечающие схеме моделируемой подстанции:

- взаимосвязи между терминалами МПРЗА (медные связи или GOOSE);
- взаимосвязи между МПРЗА и контроллерами присоединения (медные связи или GOOSE);
- взаимосвязи между контроллерами присоединения (GOOSE);
- взаимосвязи между реальными и эмулируемыми устройствами (GOOSE).
- дополнительно должны быть физически смоделированы силовые выключатели (на базе реле или контакторов). Блок контакты и контакты катушек управления физических моделей выключателей должны быть подключены к соответствующим дискретным входам и выходам контроллеров присоединения и защит.

Взаимосвязи между устройствами должны обеспечивать одновременность возникновения и протекания аварийного процесса аналогично реальным процессам, протекающим на подстанции.

4.2.2 Требования к серверному оборудованию и стационарным контроллерам

Наиболее ответственные узлы системы (серверы верхнего уровня и стационарные контроллеры (шлюзы)) должны испытываться в резервированном исполнении.

4.2.3 Требования к резервированию сети

Технологическая сеть ПТК АСУ ТП должна иметь топологию оптического кольца и отвечать критерию надежности «N-1», т.е. однократный разрыв в сети или отказ одного из коммутаторов не должен приводить к отказу ПТК АСУ ТП в целом.

4.2.4 Требования к АРМ

Для проведения испытаний должны использоваться не менее двух АРМ: оперативного персонала и АРМ РЗА/АСУ ТП.

4.2.5 Требования к количеству, составу и типу сигналов, участвующих в штормовых испытаниях

Протекание аварийного процесса на подстанции сопровождается большим потоком аналоговых и дискретных событий.

Суммарное количество сигналов от контроллеров, участвующих в штормовом режиме приведено в таблице 3*:

Таблица 3. Суммарное количество сигналов от контроллеров присоединения, участвующих в штормовом режиме

Тип элемента	Количество элементов	Количество сигналов на один элемент	Всего
Выключатели 500 кВ (сигналы ОС)	4	6	24
Выключатели 10-220 кВ (сигналы ОС)	21	2	44
Срабатывания защит (сухой контакт) сигналы АС	70	1	70
Всего:			138

* - в таблице приведены только сигналы, изменяющие состояние в штормовом режиме.

Количество дискретных сигналов от одного терминала МПРЗА, участвующего в шторме, не менее 128. Таким образом, общее количество дискретных сигналов от МПРЗА для 82 терминалов – 10496.

Из них количество сигналов АС не менее 6%, ПС1 не менее 4%, ПС2 не менее 15%. Суммарное количество сигналов АС/ПС от МПРЗА, участвующих в штормовом режиме (для 82 терминалов) приведено в таблице 4:

Таблица 4. Суммарное количество сигналов АС/ПС от МПРЗА, участвующих в штормовом режиме

Тип элемента	Количество элементов
Сигналы АС	630
Сигналы ПС1	420
Сигналы ПС2	1575
Всего сигналов АС/ПС:	2625

Перед проведением штормовых испытаний должен быть подготовлен список сигналов, участвующих в штормовых испытаниях. Сигналы должны иметь признаки аварийной, предупредительной сигнализации. Количество таких сигналов должно быть не меньше, указанного в данном разделе.

4.3 Требования к структуре МПК ССПИ

ПТК ССПИ создаются в соответствии с техническими требованиями на ПТК ССПИ, содержащимися в Типовом техническом задании, утвержденным Первым заместителем Председателя Правления ОАО «ФСК ЕЭС» А.Н. Чистяковым в 2009 году, согласованным с Генеральным директором ОАО «ЦИУС ЕЭС» А.В. Масловым в 2009 году, требованиями ОАО «СО ЕЭС», а также Положением об информационном взаимодействии между ОАО «СО ЕЭС» и ОАО «ФСК ЕЭС» в сфере обмена технологической информацией, подписанным со стороны ОАО «ФСК ЕЭС» И.о. Председателя Правления А.В. Масловым 16.06.2009 и со стороны ОАО «СО ЕЭС» Первым заместителем Председателя Правления Н.Г. Шульгиновым 30.09.2009.

4.3.1 Требования по количеству и составу устройств нижнего уровня

В соответствие с главной схемой подстанции выбирается вторичное оборудование:

- Контроллеры.
- Измерительные преобразователи.

Количество контроллеров нижнего уровня для проведения испытаний должно выбираться исходя из количества дискретных сигналов, собираемых по присоединениям 6-35 кВ, но не более одного контроллера нижнего уровня на одну секцию шин. Для распределительных устройств 110 кВ и выше не менее 4 контроллеров нижнего уровня на распределительное устройство. Состав модулей дискретного ввода/вывода должен позволять собирать информацию о положении коммутационных аппаратов. Дополнительно на дискретные входы контроллеров присоединения должны заводиться сигналы о срабатывании, пусках и неисправности каждого из терминалов МПРЗА или электромеханических реле. Контроллеры нижнего уровня должны иметь 20% запас по дискретным входам, который будет задействован для создания длительного режима повышенной информационной нагрузки.

Количество используемых в испытаниях микропроцессорных устройств приведено в табл. 5,6,7.

Таблица 5. Список контроллеров нижнего уровня для моделируемой подстанции

Класс напряжения	Количество контроллеров нижнего уровня
ОРУ-110 кВ	не менее 4
ЗРУ-10 кВ	не менее 4 (по количеству секций)
Всего:	не менее 8

Таблица 6. Список измерительных преобразователей для моделируемой подстанции

Класс напряжения	Количество измерительных преобразователей
ЗРУ-10 кВ	16
Всего измерительных преобразователей:	не менее 16

4.3.2 Требования к устройствам среднего уровня (станционным контроллерам)

Станционные контроллеры (с функцией контроллера телемеханики) должны испытываться в резервированном исполнении.

4.3.3 Требования к АРМ

Для проведения испытаний должен использоваться АРМ оперативного персонала.

4.3.4 Требования к количеству, составу и типу сигналов, участвующих в «шторме»

Протекание аварийного процесса на подстанции сопровождается большим потоком аналоговых и дискретных событий.

Суммарное количество сигналов от контроллеров, участвующих в штормовом режиме представлено в таблице 7*.

Таблица 7. Суммарное количество сигналов от контроллеров

Тип элемента	Количество элементов	Количество сигналов на один элемент	Всего

Выключатели 10-220 кВ (сигналы ОС)	23	2	46
Срабатывания защит и пуски защит (сухой контакт) сигналы АС	не менее 50	2	100
Всего:			146

* - в таблице приведены только сигналы, изменяющие состояние в штормовом режиме

Перед проведением штормовых испытаний должен быть подготовлен список сигналов, участвующих в шторме. Сигналы должны иметь признаки аварийной и предупредительной сигнализации. Количество таких сигналов должно быть не меньше, указанного в данном разделе.

4.4 Требования к логической обработке информации

Наибольшую нагрузку на систему АСУ ТП создают сигналы, участвующие в логической обработке на разных уровнях ПТК:

- Положение выключателей.
- Срабатывания и пуски защит, аварийных осциллографов (АС/ПС).

Для проверки работы системы в реальных условиях эксплуатации необходимо, чтобы сигналы, участвующие в «шторме» обрабатывались на разных уровнях АСУ ТП:

1. Сигналы положения выключателей должны участвовать в алгоритмах оперативной блокировки, обрабатываемых на контроллерах присоединения.
2. В случае аварийного отключения выключателя (т.е. отключения выключателя не по команде оператора) должен формироваться сигнал аварийного отключения выключателя.

3. Напряжения на шинах, выводимые на мнемосхемах верхнего уровня, должны формировать с учетом альтернативных источников информации. Проверка должна производиться последовательным отключением контроллеров присоединения с контролем корректного вывода напряжения от другого источника.
4. Участки мнемосхемы должны прокрашиваться в зависимости от наличия напряжения (динамическая прокраска).

4.5 Требования к проверке обмена информацией со смежными системами и с верхними уровнями диспетчерского и технологического управления

4.5.1. Требования к программным и техническим средствам для проверки обмена информацией со смежными системами

Для проверки работы ПТК АСУТП в штормовом режиме, необходимо организовать обмен информацией со следующими смежными системами:

- Релейной защиты;
- Противоаварийной автоматики;
- Регистрации аварийных событий.

Требования к составу программных и технических средств, моделирующих работу этих систем в «штормовом» режиме, приведены в п.п. 4.3, 4.4. настоящего документа.

4.5.2. Требования к программному обеспечению для проверки передачи данных в телемеханику

Для проверки передачи оперативной информации по каналам телемеханики (в оперативно-информационный комплекс (ОИК) ОАО «СО ЕЭС» и Центр Управления Сетями (ЦУС) ОАО «ФСК ЕЭС»), должны использоваться программные средства, установленные в диспетчерских центрах - ОИК типа СК 2007 или аналогичный.

4.5.3. Требования к программным и техническим средствам для проверки передачи информации в ССПТИ

Для проверки передачи неоперативной информации в АСТУ ФСК ЕЭС должен использоваться сервер ССПТИ, с установленным программным обеспечением, отвечающим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС».

5 Методика проверки характеристик ПТК

5.1 Методика проверки реализации стандарта МЭК 61850

Перед началом испытаний в режиме повышенной информационной нагрузки проверяется полнота реализации стандарта МЭК 61850 в ПТК АСУ ТП, т.к. от настройки устройств нижнего уровня зависит производительность комплекса в целом.

5.1.1 Методика проверки реализации SCL

Перед началом испытаний комплекса должен быть предоставлен SCD-файл – описание модели подстанции в стандарте МЭК 61850. Для просмотра SCD файлов в ПТК должен быть предусмотрен специальный инструмент.

Контролируется:

1. Соответствие списка интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ) в SCD-файле списку МП устройств (работающих по стандарту МЭК 61850), установленных на стенде.
2. Наличие логических узлов для реализации функций измерений, коммутационных аппаратов, оперативных блокировок в соответствие с моделируемой подстанцией.
3. IP адресация устройств по секции коммуникации SCD файла. Выборочно по списку устройства должны отвечать на ICMP-запросы (ping-запросы).
4. Наличие управляющих блоков Report для передачи дискретных и аналоговых событий.
5. Наличие управляющих блоков GOOSE сообщений для реализации обмена между ИЭУ (проверяется наличие и количество блоков в зависимости от реализуемых в ПТК АСУ ТП алгоритмов).

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении данного пункта и список устройств, для которых проводилась выборочная проверка.

5.1.2 Методика проверки реализации протокола МЭК 61850-8-1 (MMS)

С помощью MMS-браузера выборочно (по данным из SCD) производится подключение к устройствам нижнего уровня. Производится имитация сигналов на входе данного устройства (изменение положение коммутационных аппаратов).

Контролируется:

1. Соответствие считанной из устройства конфигурации SCD файлу в части: логических узлов, настройки управляющих блоков Report и GOOSE.
2. Соответствие положения модели коммутационного аппарата данным, считанным с помощью MMS-браузера из соответствующего логического узла. Изменения положения КА, передаваемого по MMS, в соответствие с изменением физической модели.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении данного пункта и список устройств, для которых проводилась выборочная проверка.

5.1.3 Методика проверки реализации протокола GOOSE

С помощью ПО для просмотра и анализа трафика в сети Ethernet (Wireshark или аналогичного), выборочно (по данным из SCD), производится проверка передаваемых GOOSE сообщений. С помощью физической модели производится изменение передаваемых в виде GOOSE данных.



T0	Нормальный цикл передачи GOOSE сообщений
(T0)	Данный интервал может быть короче за счет возникшего события
T1	Наиболее короткий интервал времени передачи GOOSE (в случае возникновения событий)
T2, T3	Увеличение интервалов времени передачи GOOSE до нормального цикла T0
Tв	Время восстановления нормального цикла передачи GOOSE

Рис. 1. Временная диаграмма передачи GOOSE.

Требования к настройкам передачи GOOSE:

1. Время T0 - не более 5 с.
2. Время T1 - не более 50 мс.
3. Отношение времен $T2/T1 \approx T3/T2 \approx 2$.

Контролируется:

1. Периодичность передаваемых GOOSE сообщений.
2. Состав GOOSE сообщений (в соответствии с SCD).
3. Ускорение передачи при возникновении события и восстановление стандартного цикла передачи.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносятся отметка о выполнении данного пункта, список устройств, для которых проводилась выборочная проверка, а также фактические временные характеристики (T_0 , T_1 , T_2 и т.д.).

5.2 Методика проверки работы ПТК в режиме информационного всплеска

1. Короткое замыкание на воздушной линии 500 кВ №1.
 - В начальный момент времени (t_0) моделируется короткое замыкание на присоединении ВЛ 500 №1 (с помощью подачи токов и напряжений на вход терминала защит, установленного в данном присоединении, от имитатора физических сигналов).
2. Срабатывание защит на отключение.
 - В момент времени ($t_1 = t_0 + t_{защ}$, где $t_{защ}$ – время срабатывания защиты) срабатывает терминал защиты, установленный в присоединении ВЛ 500 №1 на отключение линии.
3. Отказ выключателя В 1СШ ВЛ1.
 - Терминал защиты действует на отключение выключателей своего присоединения (В 1СШ ВЛ1 и В 2СШ ВЛ1), при этом цепи управления выключателем В 1СШ ВЛ1 разомкнуты.
4. Срабатывание УРОВ 500 1 СШ с отключением АТ 1 500/220/10 со всех сторон.
 - В момент времени ($t_2 = t_1 + t_{уров}$, где $t_{уров}$ – выдержка времени УРОВ) терминал защиты замыкает выходное реле УРОВ;
 - По команде УРОВ происходит отключение выключателя В 1СШ ВЛ2 присоединения ВЛ-500 №2.
 - По команде УРОВ происходит отключение выключателя В АТ1 стороны 10 кВ.
5. Отказ выключателя В АТ 1 220 кВ.

- По команде УРОВ терминал защиты ввода 220 кВ АТ 1 действует на отключение выключателя (В АТ 1 220 кВ), при этом цепи управления выключателем разомкнуты.

6. Срабатывание УРОВ 220 1 СШ.

- В момент времени ($t_3 = t_2 + t_{\text{УРОВ}}$, где $t_{\text{УРОВ}}$ – выдержка времени УРОВ) терминал защиты ввода 220 кВ замыкает выходное реле УРОВ;
- По команде УРОВ происходит отключение выключателей 1 СШ 220 кВ.

7. Отказ ШСВ 220 кВ.

- По команде УРОВ терминал защиты ШСВ действует на отключение шиносоединительного выключателя (ШСВ 220 кВ), при этом цепи управления выключателем разомкнуты.

8. Срабатывание УРОВ 220 2 СШ.

- В момент времени ($t_4 = t_3 + t_{\text{УРОВ}}$, где $t_{\text{УРОВ}}$ – выдержка времени УРОВ) терминал защиты замыкает выходное реле УРОВ;

9. Отказ выключателя В АТ 4 220 кВ.

- По команде УРОВ терминал защиты ввода АТ4 220 кВ действует на отключение выключателя (В АТ4 220 кВ), при этом цепи управления выключателем разомкнуты.

10. Действие УРОВ 220 2 СШ с отключением АТ 4 220/110/10 со всех сторон.

- По команде УРОВ происходит отключение выключателей 2 СШ 220 кВ.
- По команде УРОВ происходит отключение выключателя В АТ4 стороны 10 кВ.

11. Отказ выключателя В АТ4 110 кВ.

- По команде УРОВ терминал защиты ввода 110 кВ АТ 4 действует на отключение выключателя (В АТ 4 110 кВ), при этом цепи управления выключателем разомкнуты.

12.Срабатывание УРОВ 110 кВ 2СШ.

- В момент времени ($t_5 = t_4 + t_{\text{УРОВ}}$, где $t_{\text{УРОВ}}$ – выдержка времени УРОВ) терминал защиты ввода 110 кВ замыкает выходное реле УРОВ;
- По команде УРОВ происходит отключение выключателей 2 СШ 110 кВ.

13.Отказ ШСВ 110 кВ.

- По команде УРОВ терминал защиты ШСВ действует на отключение шиносоединительного выключателя (ШСВ 110 кВ), при этом цепи управления выключателем разомкнуты.

14.Срабатывание УРОВ 110 кВ 1 СШ.

- В момент времени ($t_6 = t_5 + t_{\text{УРОВ}}$, где $t_{\text{УРОВ}}$ – выдержка времени УРОВ) терминал защиты замыкает выходное реле УРОВ;
- По команде УРОВ происходит отключение выключателей 1 СШ 110 кВ.

15.В работе остается одна ВЛ 500 кВ, один АТ 2 500/220/10 кВ отключенный со стороны 220, и присоединения 10 кВ запитанные от этого АТ с возможным включением СВ 10 кВ от АВР при отключении АТ 1 со всех сторон (пункт 4) и запиткой присоединений первой секции 10 кВ от АТ 2 500/220/10.

Контролируется:

По журналу событий и журналу тревог контролируется наличие и метки времени следующих событий:

1. Пуск и срабатывание терминала МПРЗА.
2. УРОВ от всех терминалов МПРЗА, участвующих в аварии.
3. Сигналы ФОЛ для отключаемых линий от противоаварийной автоматики.
4. Сигналы ФОТ для отключаемых трансформаторов от противоаварийной автоматики
5. Отключение выключателей, участвующих в аварии (сравниваются метки времени от терминалов МПРЗА и контроллеров присоединения, строится последовательность событий по меткам времени – ход аварийного процесса и сопоставляется с программой испытаний).
6. Наличие сигналов аварийного отключения выключателя.
7. Корректную фильтрацию и разбиение по классам тревог сигналов.
8. Корректная динамическая прокраска мнемосхем.

По данным от ОИК контролируется задержка в передаче события (изменения положения коммутационного аппарата) от момента возникновения на входе контроллера присоединения до момента приема данных в ОИК (Приложение 3).

Поскольку реализация ССПИ не всегда предполагает интеграцию МП терминалов РЗА при применении данной методики для ССПИ сигналы МП РЗА могут быть заменены соответствующим количеством дискретных сигналов, подключенных сухими контактами в контроллеры нижнего уровня.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта в целом, а также отметки о выполнении отдельных пунктов:

1. приход всех сигналов срабатывания МПРЗА;

2. приход всех сигналов пусков МПРЗА;
3. корректная последовательность событий по протоколу;
4. приход сигналов аварийного отключения выключателей;
5. Корректная фильтрация и разбиение по классам тревог сигналов
6. корректная прокраска мнемосхем.

5.3 Методика проверки работы ПТК в длительном штормовом режиме

Испытания в длительном штормовом режиме проводятся для проверки временных характеристик системы, при количестве сигналов, указанном в п. 4.2.5 и 4.3.4 Дополнительно по методике длительных испытаний проводятся испытания в течение не менее 10 минут на устойчивость системы при многократном потоке событий.

5.3.1 Аналоговые события

Поток аналоговых событий создается при подаче токов и напряжений на физические входы микропроцессорных устройств (терминалов РЗА и контроллеров присоединения) «пилообразной формы».

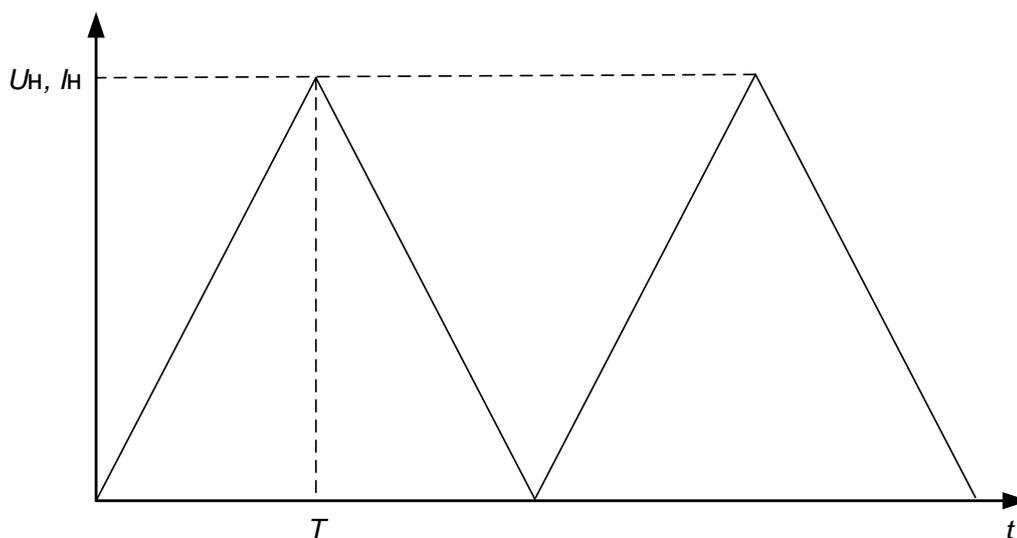


Рис. 2. График сигналов тока и напряжения.

Время нарастания сигнала T определяется требуемым потоком аналоговых событий. Если апертюры аналоговых событий выбираются, как 0,5 от класса точности ТТ и ТН и составляет 0,0025 номинальной величины тока или напряжения (при классе точности 0,5), то суммарное количество событий за время T составит $1/0,0025 = 400$ событий. Для создания потока в 1 событие в секунду по каждому каналу (току и напряжению одной из фаз) время T должно быть равно 400 с. К имитатору физических сигналов тока и напряжения должны быть подключены не менее 5 микропроцессорных устройств. Остальные устройства должны быть замещены эмуляторами, способными формировать поток событий с указанной периодичностью.

Контролируется:

На верхнем уровне АСУ ТП (ССПИ) с помощью механизма отчетов и графиков (при ступенчатом отображении): отсутствие пропусков аналоговых событий как по каналам токов и напряжению, так и по каналам расчетных величин (активной и реактивной мощности).

В ОИК: отсутствие пропусков событий (по тем же сигналам, что и в АСУ ТП) и задержка по передаче событий (Приложение 3).

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта в целом (отсутствие потерь в передаваемых аналоговых событиях), а также вносится наибольшая задержка в передаче событий, полученная в серии экспериментов.

5.3.2 Дискретные события

Поток дискретных событий формируется с использованием источника ежесекундных импульсов. Для упрощения обработки результатов

эксперимента в качестве источника целесообразно использовать антенну GPS. Для этого сигнал от антенны преобразуется в ежесекундный импульс +220В (PPS), который заводится на предусмотренные для этого входы микропроцессорных устройств. Фронт импульса с высокой точностью совпадает с нулевой миллисекундой каждой секунды (t_0), длительность импульса равна 10-15 мс (значение выбирается больше постоянной времени фильтрации дребезга в устройствах нижнего уровня).

Сигнал от источника ежесекундных импульсов должен быть заведен не менее чем на 300 дискретных входов контроллеров присоединения. Из них не менее 6% должны быть сигналы АС, т.е. не менее 18 сигналов. Для сигналов АС должны использоваться дискретные входы, предусмотренные для подключения сигналов срабатывания защит.

Контролируется:

На верхнем уровне АСУ ТП (ССПИ) с помощью механизма отчетов: отсутствие пропусков дискретных событий. Для этого строится отчет по выбранным сигналам за фиксированный промежуток времени (не менее 5 минут). Сравнивается количество событий в отчете с ожидаемым количеством: $N = 2 \cdot 60 \cdot T \cdot K$, где K – количество выбранных сигналов, T – интервал времени в минутах. Дополнительно проверяются метки времени событий (передний фронт событий должен возникать в 0 миллисекунд и фиксироваться в 0 ± 1 мс).

В ОИК: отсутствие пропусков событий (по тем же сигналам, что и в АСУ ТП) и задержка по передаче событий (Приложение 3).

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта в целом (отсутствие потерь в передаваемых дискретных событиях), а также вносится наибольшая задержка в передаче событий, полученная в серии экспериментов.

5.4 Методика проверки отсутствия потерь в передаче информации с помощью сухого контакта

Испытуемые ПТК, согласно требованиям, должны обеспечивать отсутствие потерь и стабильность передачи информации. Для этого устройства нижнего уровня соединяются с помощью медных связей в кольцо. Т.е. сигнал ТУ одного устройства заводится на вход ТС следующего в кольце устройства, таким образом, формируется «бесконечный цикл». По заднему фронту сигнала ТС следующее устройство в кольце формирует сигнал ТУ, который в свою очередь замкнут на сигнал ТС последующего устройства. Потеря сигнала при формировании или передаче приводит к останову «бесконечного цикла». Данный эксперимент проводится на значительном интервале времени (не менее 2 часов).

Контролируется:

Отсутствие потерь при передаче информации и выполнение «бесконечного цикла».

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта в целом (выполнение циклической передачи в течение 2 часов).

5.5 Методика проверки GOOSE

5.5.1 Оценка полного времени передачи GOOSE по сети

Данный эксперимент необходим для оценки устойчивости ПТК АСУ ТП к лавинообразному нарастанию потока GOOSE сообщений. Эксперимент проводится для сети, состоящей из N интеллектуальных электронных устройств (согласно п. 4.2.1) и K коммутаторов сети Ethernet (не менее 5).

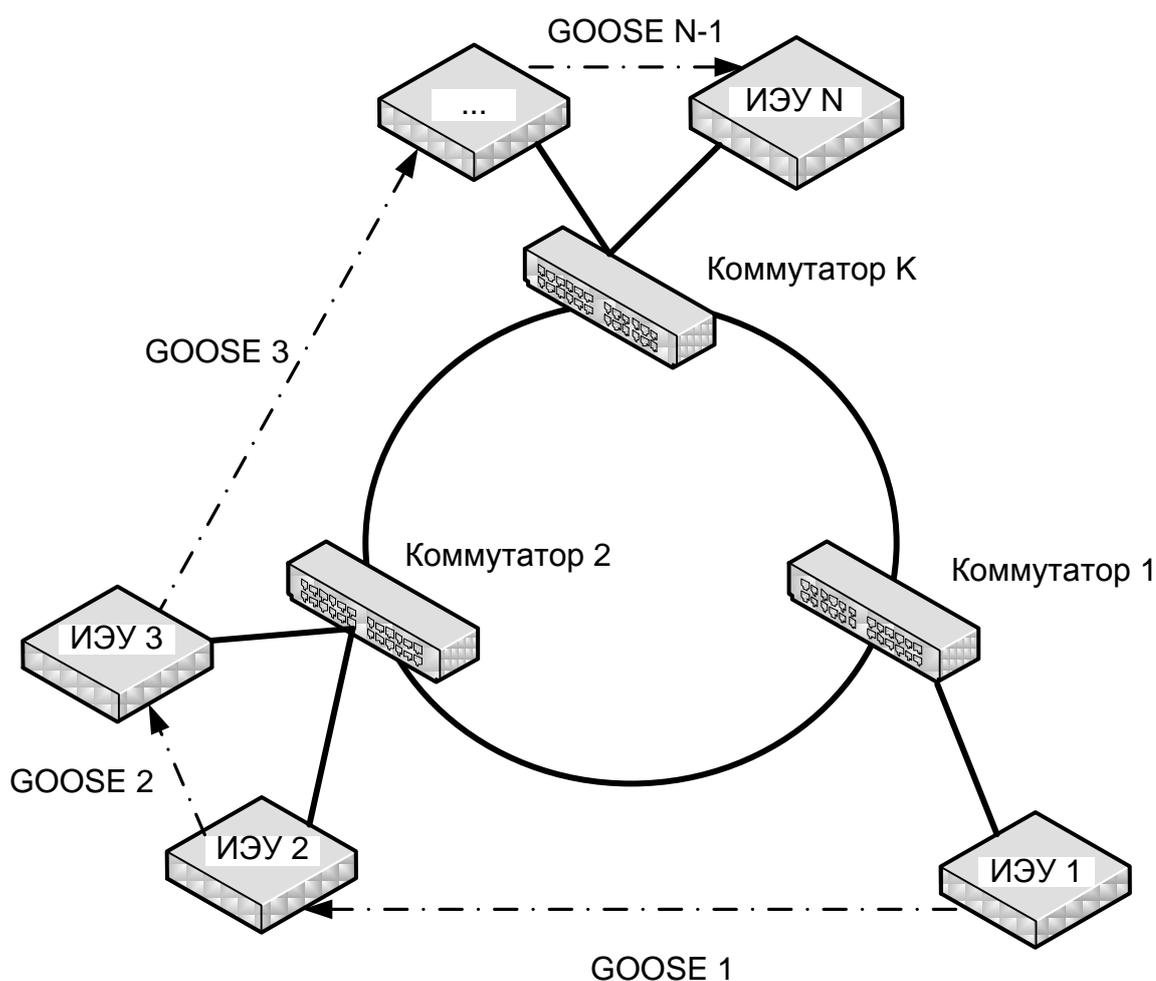


Рис. 3. Диаграмма передачи GOOSE.

По внешней команде (по дискретному входу, команда по протоколу МЭК 61850-8-1 (MMS)) ИЭУ 1 устанавливает в значение «1» бинарный сигнал, передаваемый как GOOSE 1 по сети Ethernet. По этому сигналу ИЭУ 2

устанавливает свой тестовый сигнал в значение «1» и также передает его по сети в виде GOOSE 2. Аналогично сигнал передается по всем устройствам в сети. Принятый по GOOSE сигнал ИЭУ должны ретранслировать по протоколу MMS на верхний уровень АСУ ТП с метками времени приема GOOSE сообщения (каждый ИЭУ фиксирует N-1 GOOSE сигналов от всех остальных ИЭУ).

За счет увеличения частоты передачи GOOSE по факту возникновения события должна лавинообразно нарастать нагрузка на сеть.

Через время большее, чем время восстановления нормального цикла передачи GOOSE T_B , происходит сброс тестового бинарного сигнала в 0 с последующей передачей этого сигнала между ИЭУ.

Экспериментальная установка должна позволять проводить такие эксперименты сериями для усреднения полученных результатов.

Для оценки результатов все интеллектуальные электронные устройства должны быть синхронизированы с точностью 1 мс.

Эксперимент должен производиться при полностью собранной сети, включающей в себя все коммутаторы и ИЭУ; топология сети должна соответствовать аттестуемой (не допускается исключать отдельные элементы).

Контролируется:

1. Корректность эксперимента: верная временная последовательность событий.
2. По меткам времени оценивается время, затрачиваемое на прием, обработку и передачу GOOSE сообщений между устройствами в сети в «штормовом» режиме.

3. Оценивается наибольшее время передачи GOOSE сообщения от одного ИЭУ в сети к другому.
4. Оценивается разброс результатов за счет повторения экспериментов.
5. Наибольшее полное время передачи и обработки GOOSE сообщения не должно превышать 10 мс на одно устройство.

Отчетный документ:

В отчетный документ заносится отметка о выполнении пункта в целом, а так же, наибольшее время передачи GOOSE от одного устройства к другому, полученное в серии экспериментов.

5.5.2 Отсутствие потерь в передаче GOOSE сообщений

GOOSE сообщения имеют встроенные средства для обеспечения целостности передаваемых данных (повторная передача). Целью данного опыта является проверка корректной работы устройств нижнего уровня при передаче GOOSE сообщений в режиме повышенной информационной нагрузки и отсутствие потерь в передаваемых данных.

Для выполнения данной проверки включается режим «бегущей волны» по схеме эксперимента 5.5.1, при замкнутом кольце (т.е. при передаче сообщения GOOSE N от ИЭУ N к ИЭУ 1). При этом перед формированием очередного события, передаваемого по GOOSE, в одном из устройств в цепочке делается выдержка времени, больше времени восстановления T_B нормального цикла передачи GOOSE сообщения, для исключения эффекта «наложения» сообщений друг на друга. В этом случае в кольце будут последовательно на всех устройствах выставляться тестовые сигналы в значение «1», а затем в значение «0» и т.д.

Устройства нижнего времени фиксируют время отправки GOOSE сообщения и время приема GOOSE сообщения от другого устройства.

Контролируется:

1. Разница между временем отправки GOOSE сообщения из одного устройства и временем приема GOOSE сообщения на другом устройстве не должна изменяться более чем в два раза, что гарантирует прием первого пакета GOOSE из последовательности посылок.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта в целом, а также вносится наибольшее время передачи GOOSE от одного устройства к другому, полученное в серии экспериментов.

5.6 Методика проверки передачи информации в ССПТИ

В длительном штормовом режиме и режиме информационного всплеска ПТК АСУ ТП должен передавать информацию в ССПТИ. Передача информации в ССПТИ должна осуществляться по протоколам МЭК 60870-5-104 или OPC, а также по протоколу FTP для файлов осциллограмм.

Контролируется:

Отсутствие потерь в передаваемых данных согласно п. 5.2., п.5.3.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта.

5.7 Методика проверки передачи информации в ОИК

Проверка передачи информации в ОИК осуществляется согласно п.5.3.

5.8 Методика проверки резервирования сети Ethernet

Произвести однократный обрыв сети Ethernet: для топологии кольца необходимо разорвать кольцо на одном из коммутаторов.

Контролируется:

Отсутствие потерь в передаваемых данных согласно п. 5.3.

Отчетный документ:

В отчетный документ вносится отметка о выполнении пункта.

5.9 Методика проверки резервирования питания контроллеров нижнего уровня

Отключить основное питание контроллера.

Контролируется:

1. Корректное переключение на резервный источник питания.
2. Отсутствие потерь в передаваемых событиях согласно п. 5.3.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта.

5.10 Методика проверки резервирования серверов верхнего уровня АСУ ТП

В длительном режиме повышенной информационной нагрузки смоделировать неисправность активного узла (сервера) АСУ ТП, путем отключения питания или отключения сетевого шнура Ethernet.

Контролируется:

Отсутствие потерь в передаваемых данных согласно п.5.3.2.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта.

5.11 Методика проверки резервирования контроллеров среднего уровня

В длительном режиме повышенной информационной нагрузки смоделировать неисправность активного узла стационарного контроллера (основного стационарного контроллера), путем отключения питания или отключения сетевого шнура Ethernet.

Контролируется:

Отсутствие потерь в передаваемых событиях согласно п. 5.3.2, включая отсутствие потерь в данных, передаваемых в телемеханику.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта.

5.12 Методика проверки отображения информации на АРМ

Все эксперименты по проверке производительности АРМ производятся в режиме длительной повышенной информационной нагрузки.

5.12.1 Методика проверки задержки вызова информации на экран

Подать команды на переключение мнемосхемы, вызова тренда и других экранных форм.

Контролируется:

Задержка от подачи оператором команды вызова информации до вывода на экран монитора не более 5с.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта и фактические время задержки вызова информации на экран.

5.12.2 Методика проверки периодичности обновления информации на экране монитора

Изменить положение выключателя с помощью физической модели.

Контролируется:

Периодичность обновления информации на экране монитора 1-3с:

1. Изменение положения выключателя на мнемосхеме.
2. Изменение аналоговых сигналов на мнемосхеме и в тренде (из тех сигналов, по которым формируется поток аналоговых событий).

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта и фактические времена обновления информации на экране.

5.12.3 Методика проверки задержки в отображении спонтанно появляющихся сигналов

С помощью имитатора физических сигналов подать токи и напряжения на МПРЗА для моделирования срабатывания. Эксперимент можно совместить с информационным всплеском.

Контролируется:

1. Задержка в отображении спонтанно появляющихся сигналов предупредительной и аварийной сигнализации на экранах АРМ не более 2 с.
2. Задержка появления звуковой и световой сигнализации по отношению к моменту возникновения информации не более 3 с.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении пункта и фактические времена задержки появления сигналов АС/ПС и звуковой сигнализации.

5.12.4 Методика проверки прохождения команды управления

Послать команду управления на коммутационный аппарат.

Контролируется:

Время прохождения команды от момента нажатия оператором кнопки диалога управления коммутационным аппаратом до появления сигнала на выходных цепях ПТК не более 5с.

Отчетный документ:

В отчетный документ вносится отметка о выполнении пункта и фактическое время выполнения команды.

5.12.5 Методика проверки скорости обращения к архиву

Выборочно по аналоговым сигналам (включая сигналы для проверки формирования аналоговых событий) вызвать тренд за промежуток времени не менее 1 часа с шагом не более 1 минуты.

Контролируется:

1. Время построения тренда не более 5 с.
2. Для сигналов, имеющих пилообразную форму, контролируется соответствие фактически подаваемых значений построенному тренду.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении.

5.12.6 Методика проверки работы тренда в реальном времени

Выборочно по аналоговым сигналам, используемым для проверки формирования аналоговых событий, вызвать тренд в реальном времени с шагом 1 с.

Контролируется:

1. Контролируется соответствие фактически подаваемых значений построенному тренду.
2. Визуально контролируется периодичность обновления информации на тренде.

Отчетный документ:

В отчетный документ выносится отметка о выполнении.

6 Программа штормовых испытаний ПТК АСУ ТП и ССПИ

№ п/п	Выполняемые проверки	В соответствии с пп. программы испытаний	АСУ ТП	ССПИ
1.	Проверка реализации стандарта МЭК 61850.	5.1	Да	Нет
2.	Проверка работы комплекса в режиме информационного всплеска.	5.2	Да	Да
3.	Проверка работы комплекса в длительном режиме повышенной информационной нагрузки.	5.3	Да	Да
4.	Проверка отсутствия потерь в передаче информации с помощью сухого контакта.	5.4	Да	Да
5.	Определение времени передачи GOOSE и отсутствия потерь GOOSE сообщений.	5.5	Да	Нет
6.	Проверка передачи информации в ССПТИ.	5.6	Да	Да
7.	Проверки передачи информации в ОИК	5.7	Да	Да
8.	Проверка резервирования сети Ethernet в «штормовом режиме».	5.8	Да	Нет
9.	Проверка резервирования питания контроллеров	5.9	Да	Да

	нижнего уровня.			
10.	Проверка резервирования серверов верхнего уровня в «штормовом режиме».	5.10	Да	Нет
11.	Проверка резервирования контроллеров среднего уровня в «штормовом режиме».	5.11	Да	Да
12.	Проверка функционирования АРМ в «штормовом режиме».	5.12	Да	Да (кроме 5.12.4)

Приложение 1. Схемы подстанций для штормовых испытаний АСУ ТП и ССПИ.

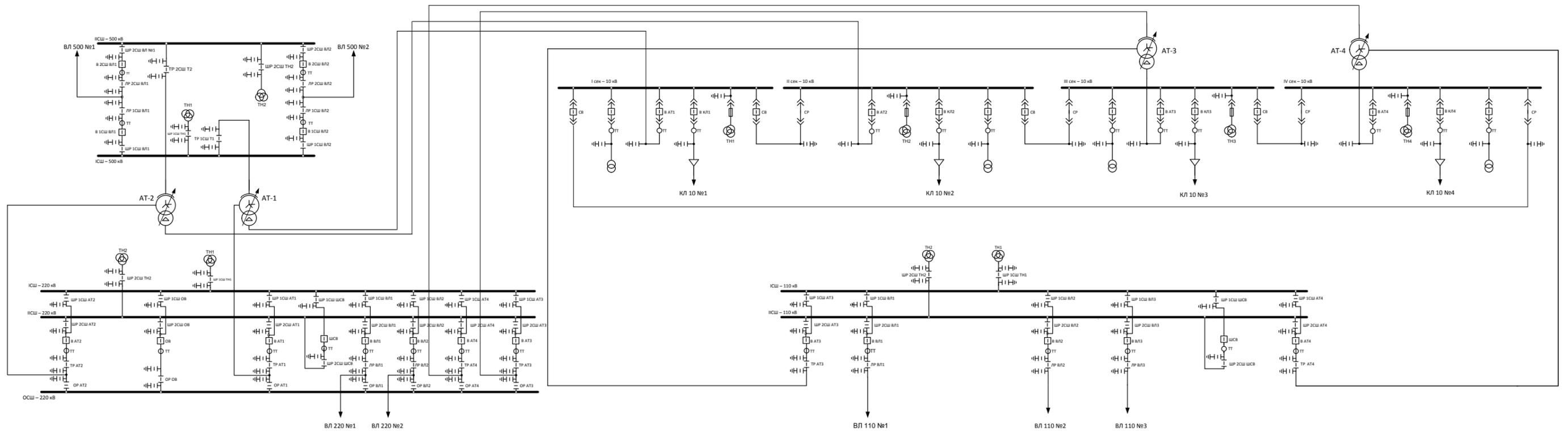


Рис.1. Однолинейная схема подстанции для испытания ПТК АСУ ТП

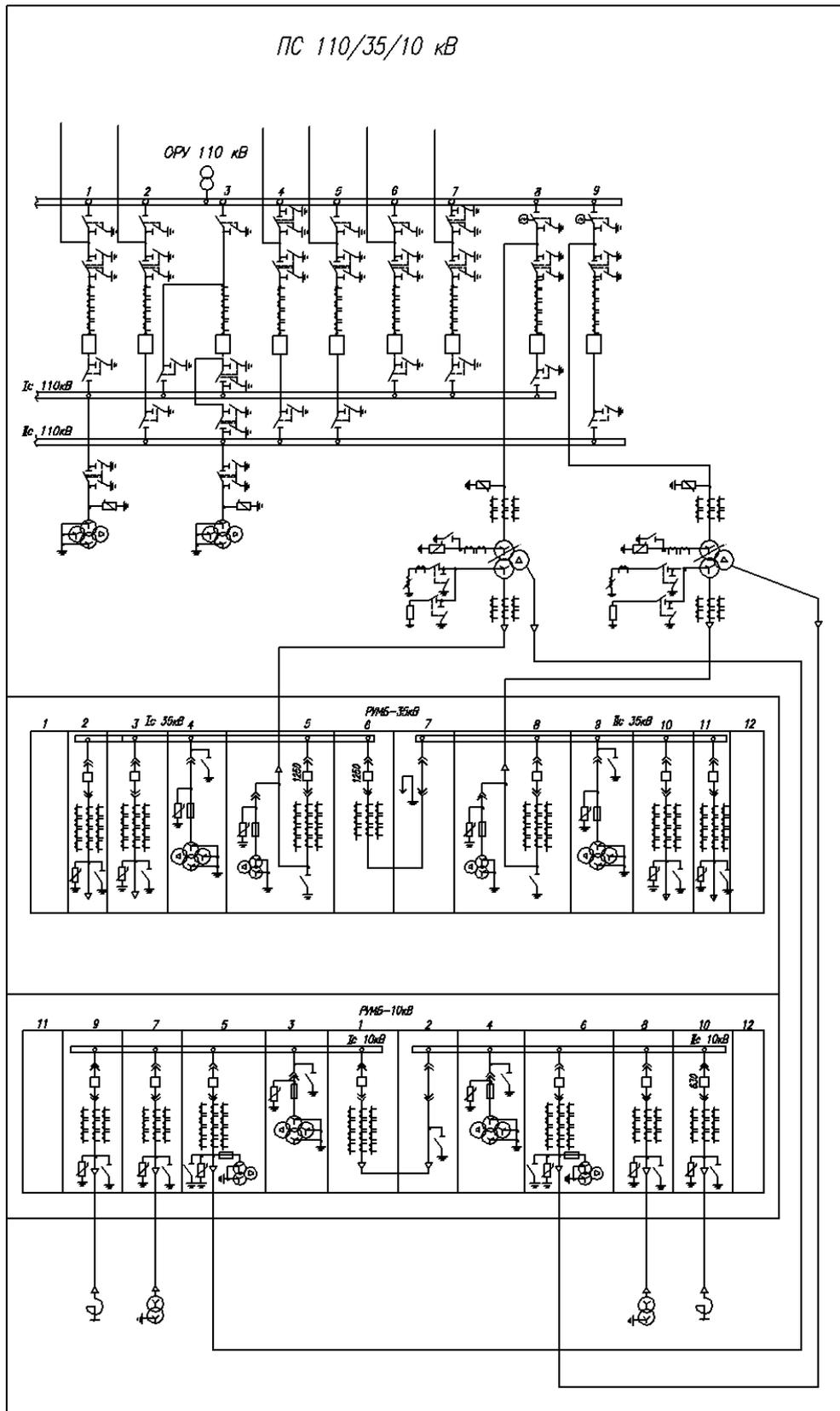


Рис.2. Однолинейная схема подстанции для испытания МПК ССПИ

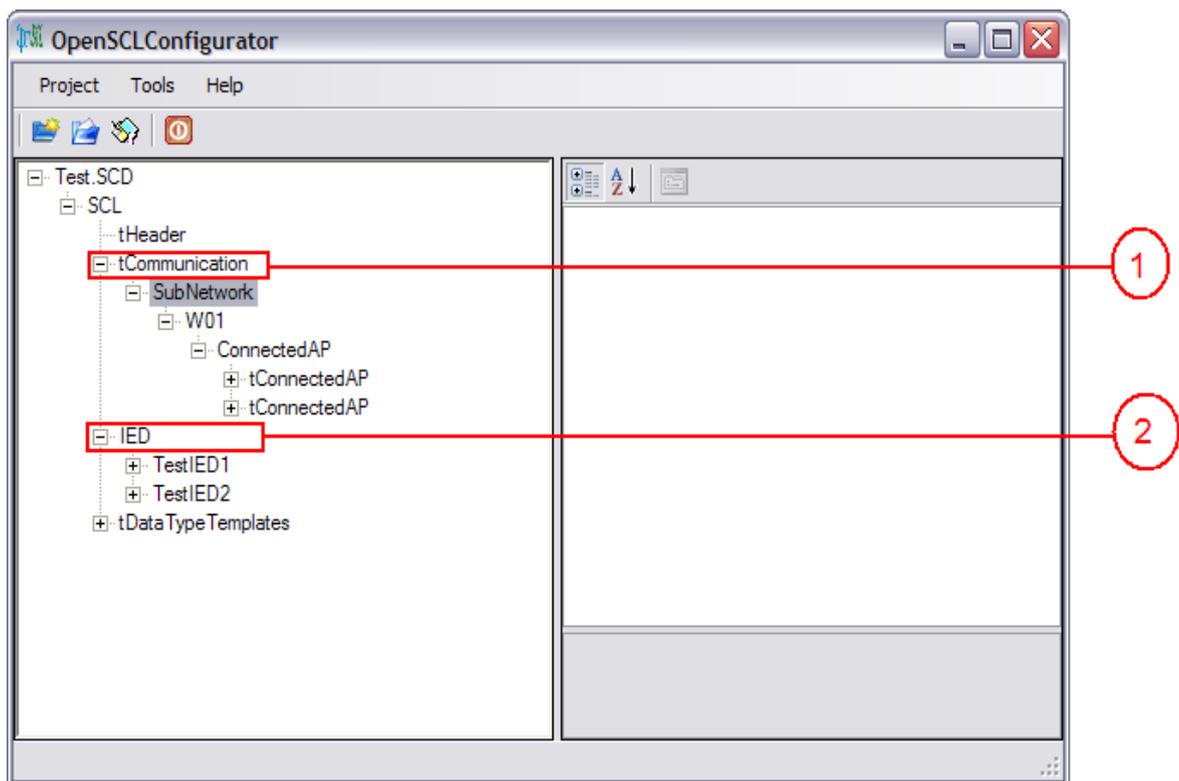
Приложение 2. Проверка полноты реализации стандарта МЭК 61850

Анализ SCD файла

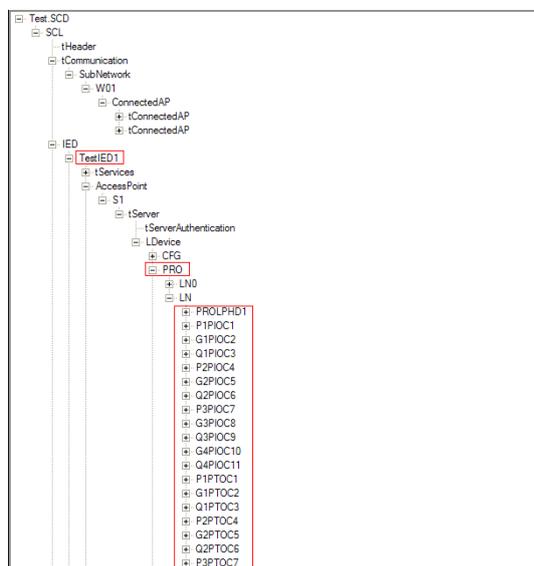
Просмотр SCD файла осуществлялся с помощью бесплатной утилиты с открытым исходным кодом, разработанной Федеральной Комиссией по Энергетике Мексики и доступной на сайте <http://opensclconfig.sourceforge.net/>.

При открытии SCD файла подстанции необходимо обратить внимание на две секции:

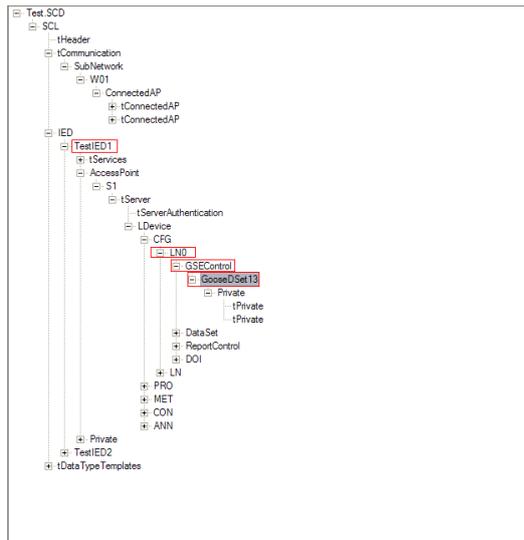
1. Секция коммуникации (Communication), где прописывается адресация IP для протокола MMS и MAC для протокола GOOSE для всех интеллектуальных электронных устройств из секции IED.
2. Секция интеллектуальных электронных устройств (IED) – список устройств.



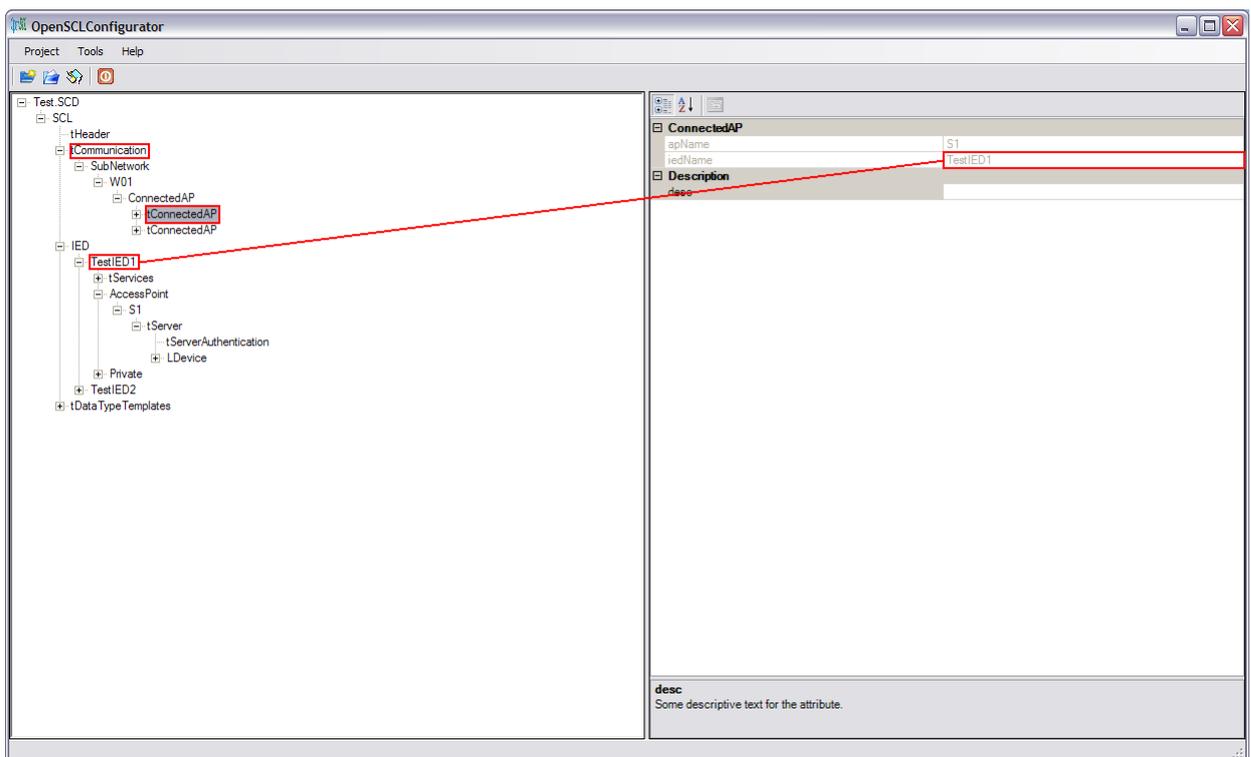
Для просмотра списка логических устройств и логических узлов для устройства TestIED1 необходимо раскрыть дерево, как показано на рисунке.



Для определения списка управляющих блоков GOOSE сообщений необходимо раскрыть логический узел LN0 в одном из логических устройств и просмотреть секцию GSEControl:

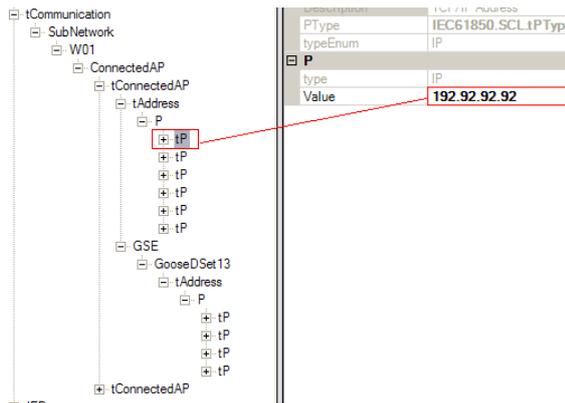


Для определения адресации устройства (IP и MAC) сообщения необходимо в секции Communication найти соответствующую точку подключения для ИЭУ:

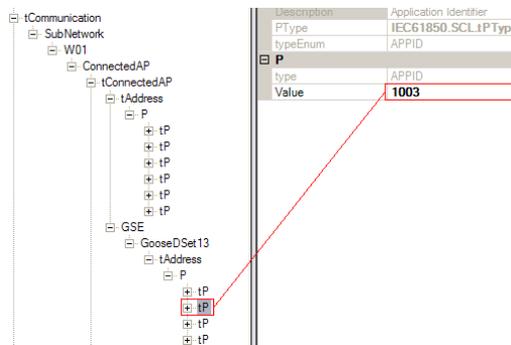
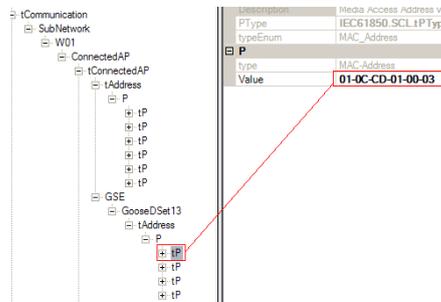


Далее необходимо раскрыть найденную точку подключения:

1. Для протокола MMS найти IP адрес (в данном случае 192.92.92.92):



2. Для сообщения GOOSE необходимо найти MAC адрес и идентификатор приложения (в данном случае MAC 01:0C:CD:01:00:03, адрес приложения 1003):



Для того чтобы проверить соответствие между SCD файлом и реальной конфигурацией системы необходимо выборочно проверить конфигурацию устройств.

1. Проверить ответы на запросы ping:

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Версия 5.1.2600]
(C) Корпорация Майкрософт, 1985-2001.

C:\Documents and Settings\oleg>ping 192.92.92.92

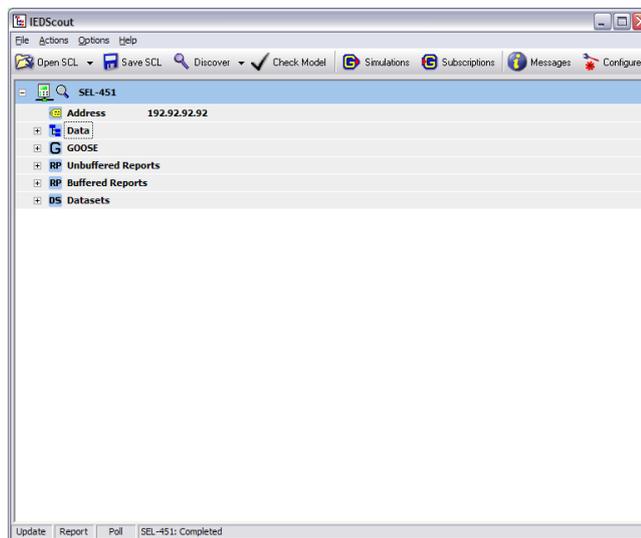
Обмен пакетами с 192.92.92.92 по 32 байт:

Ответ от 192.92.92.92: число байт=32 время=1мс TTL=255
Ответ от 192.92.92.92: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 192.92.92.92: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 192.92.92.92: число байт=32 время<1мс TTL=255

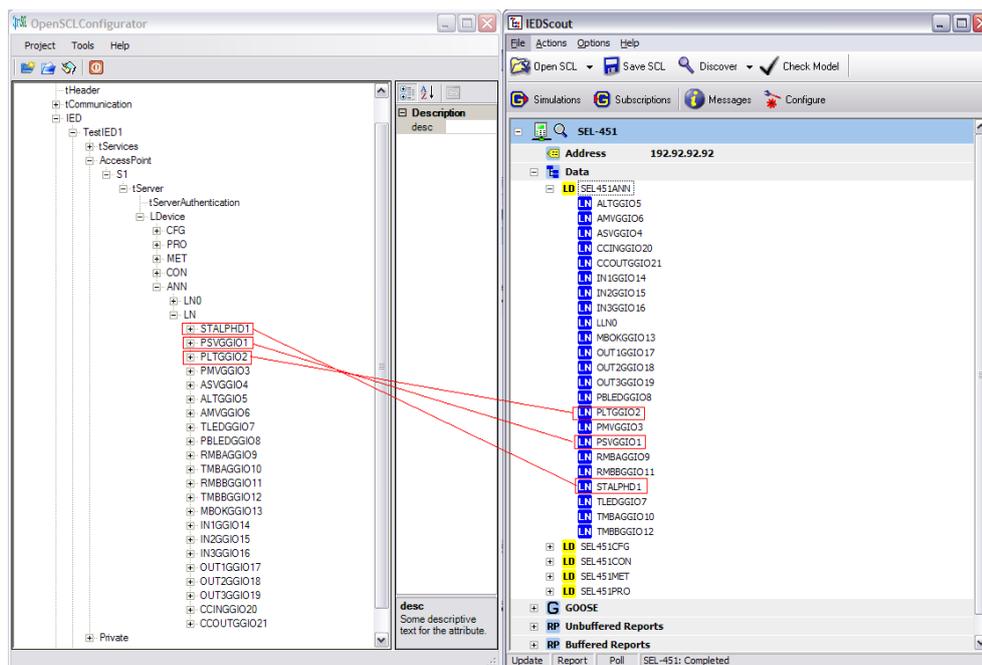
Статистика Ping для 192.92.92.92:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0 (0% потерь),
    Приблизительное время приема-передачи в мс:
        Минимальное = 0мсек, Максимальное = 1 мсек, Среднее = 0 мсек

C:\Documents and Settings\oleg>
```

2. Подключиться к устройству с помощью MMS браузера (например, с помощью бесплатной версии IEDSCout компании Omicron или аналогичного):



3. Проверить соответствие логических узлов:

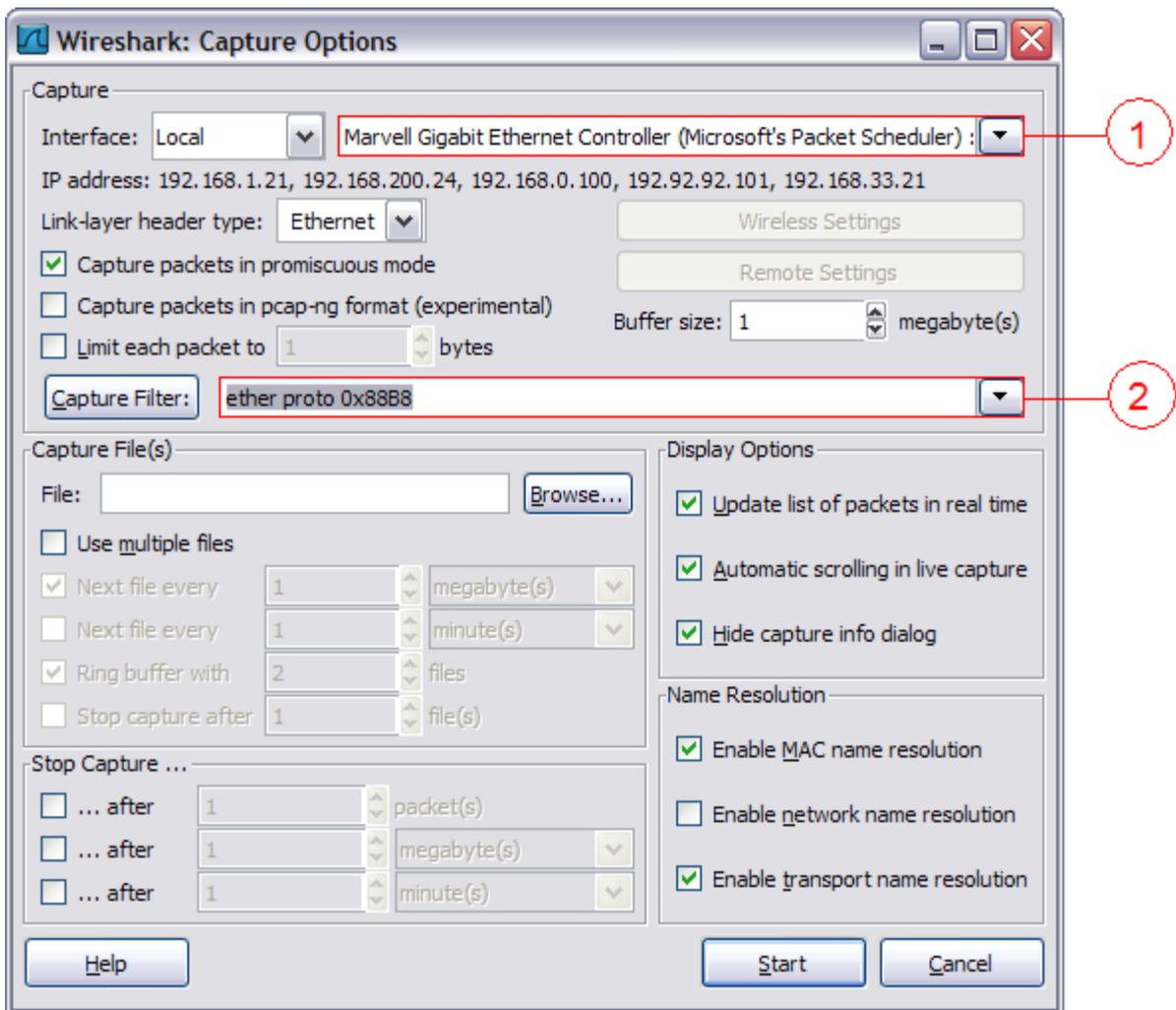


Для проверки передачи GOOSE сообщений необходимо воспользоваться ПО Wireshark.

Анализ GOOSE пакета в ПО Wireshark

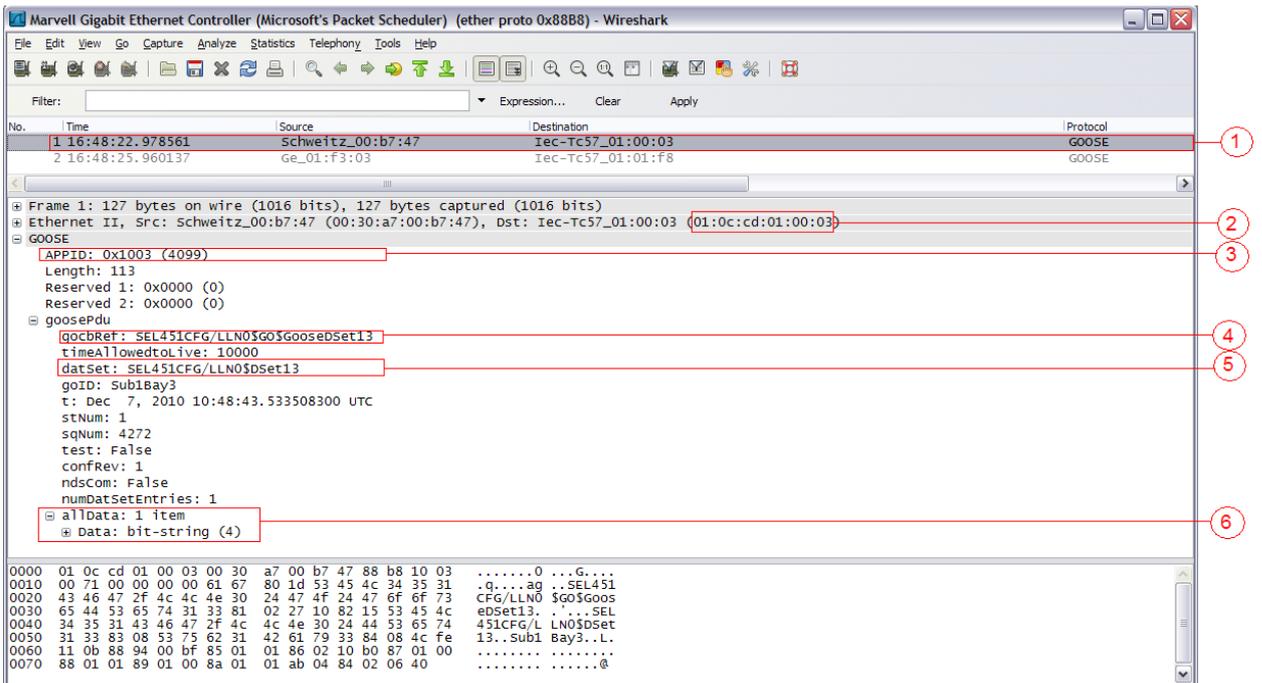
Настройка перехвата GOOSE сообщений:

1. Выбрать сетевой интерфейс, подключенный к технологической сети моделируемой подстанции.
2. Задать фильтр GOOSE сообщений: «ether proto 0x88B8».



Анализ состава пакета GOOSE:

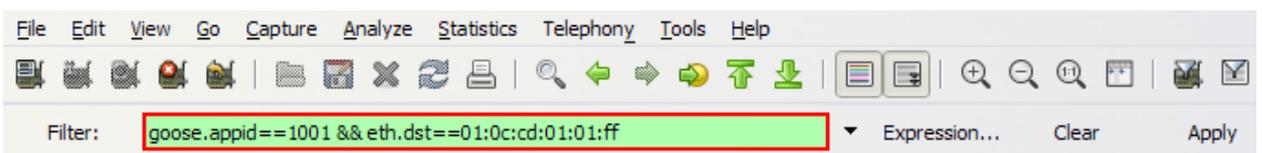
1. Выбрать анализируемый пакет из списка пакетов.
2. Сверить MAC-адрес назначения с MAC-адресом из SCD файла.
3. Сверить адрес приложения с адресом приложения из SCD файла.
4. Сверить идентификатор GOOSE с идентификатором из SCD файла.
5. Сверить имя набора данных для GOOSE с именем набора данных из SCD файла.
6. Сверить количество элементов GOOSE с количеством элементов GOOSE в наборе данных из пункта 5.



Фильтрация пакетов GOOSE

Для быстрого поиска анализируемого пакета необходимо воспользоваться функцией фильтрации Wireshark. Для этого необходимо указать адрес назначения пакета Ethernet и адрес приложения (данный набор уникально идентифицирует поток GOOSE сообщений в сети):

```
goose.appid==1001 && eth.dst==01:0c:cd:01:XX:XX
```



Приложение 3. Отчет по событиям из ОИК СК-2007

Для проверки задержки по событиям в СК-2007 строится отчет по аналоговым или дискретным событиям.

Для события 9217 время прихода в СК-2007: 07.12.10 10:44:30:927, время из пакета: 07.12.10 10:44:29:013. Соответственно задержка 1 секунда, 914 мс.

(U)Телеизмерения : за время 07.12.2010 10:46:46

Номер	Наименование	Тип	Время	Объектовое время	Значение	Признак
9217	ТЭЦ-14 6кВ Г1-1 КРУЭ Ул	U	07.12.10 10:44:30:927	07.12.10 10:44:29:013	10.6	0x100
9218	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-1 КРУЭ Исп	I	02.12.10 13:38:55:603	02.12.10 13:38:53:256	0.00	0x100
9219	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-1 КРУЭ Р факт	Pg	02.12.10 13:38:55:603	02.12.10 13:38:53:256	-0.00	0x100
9220	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-1 КРУЭ Q факт	Qg	02.12.10 13:38:55:603	02.12.10 13:38:53:256	0.00	0x100
9221	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-1 КРУЭ S факт	S	02.12.10 13:38:55:603	02.12.10 13:38:53:256	0.00	0x100
9222	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-1 КРУЭ F факт	f	07.12.10 10:44:30:927	07.12.10 10:44:29:029	49.996	0x100
9223	ТЭЦ-14 6кВ Г1-2 КРУЭ Ул	U	08.11.10 10:26:29:103	08.11.10 10:26:27:568	0.0	0x100
9224	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-2 КРУЭ Исп	I	08.11.10 10:26:29:103	08.11.10 10:26:27:568	0.00	0x100
9225	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-2 КРУЭ Р факт	Pg	08.11.10 10:26:29:103	08.11.10 10:26:27:568	-0.00	0x100
9226	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-2 КРУЭ Q факт	Qg	08.11.10 10:26:29:103	08.11.10 10:26:27:568	0.00	0x100
9227	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-2 КРУЭ S факт	S	08.11.10 10:26:29:103	08.11.10 10:26:27:568	0.00	0x100
9228	ТЭЦ-14 6кВ Г-1-2 КРУЭ F факт	f	08.11.10 10:26:29:103	08.11.10 10:26:27:568	0.000	0x100
9229	ТЭЦ-14 6кВ Г1-3 КРУЭ Ул	U	08.11.10 10:26:29:103	08.11.10 10:26:27:568	0.0	0x100

Приложение 4. Формы отчетных документов

УТВЕРЖДАЮ

Председатель аттестационной комиссии

_____ ФИО, Подпись

« _____ » _____ 20__ г.

Протокол

**функциональных испытаний ПТК АСУ ТП/МПК ССПИ в режиме
повышенной информационной нагрузки**

на полигоне Изготовителя

г. Москва

« _____ » _____ 20__ года

Присутствовали:

1. Условия проведения испытаний ПТК:

- испытания проведены в соответствии с разработанной программой и методикой испытаний и с учетом требований технических условий на испытываемое оборудование;

- испытания проведены на стенде, имитирующем главную схему ПС с соблюдением идентификации элементов схемы (перечни сигналов, условные обозначения и т.п.);
 - выполнены соответствующие подключения сервисно - испытательных средств к испытательному стенду ПТК.
2. Результаты испытаний зафиксированы в приложениях к настоящему Протоколу.

Подписи:

УТВЕРЖДАЮ

Председатель аттестационной комиссии

_____ ФИО, подпись

« _____ » _____ (20__ г.)

Протокол

**заседания аттестационной комиссии по результатам функциональных
испытаний ПТК АСУ ТП/МПК ССПИ в режиме повышенной
информационной нагрузки на полигоне Изготовителя**

г. Москва

« » _____ 20__ года

Присутствовали:

Выводы по результатам проведенных испытаний:

1. Признать результаты испытаний по аттестации ПТК АСУ ТП/МПК ССПИ, представленные в Протоколе функциональных испытаний верными.
2. В срок до «» _____ 20__ г. устранить следующие замечания:
 -
 -
 -
3. Провести дополнительные испытания с участием представителей комиссии.

Подписи:

*- пп. 2,3 заполняются при наличии замечаний.

** - при отсутствии замечаний п1. дополняется фразой «...и полностью соответствующими программе и методике испытаний ПТК АСУ ТП/МПК ССПИ.»

Протокол испытаний (Чек-Лист).

Пункт ПМИ	Выполняемые проверки	Отметка о соответствии	Подробная информация
5.1	Проверка реализации стандарта МЭК 61850.	Соответствует	
5.1.1	Проверка MMS	Соответствует	Устройство №1 (192.168.200.1), Устройство №2 (192.168.200.2), и т.д.
5.1.2	Проверка GOOSE	Соответствует	Устройство №1 MAC: 01:0c:cd:01:01:01 APPID: 1001 $T_0 = 20$ мс $T_1/T_0 = 2$, Устройство №2 MAC: 01:0c:cd:01:01:01 APPID: 1002, $T_0 = 20$ мс $T_1/T_0 = 2$, и т.д.
5.2	Проверка работы комплекса в режиме информационного всплеска.	Соответствует	

	Приход всех сигналов срабатывания МПРЗА	Соответствует	Терминал №1, №2, №3 и т.д.
	Приход всех сигналов пуск МПРЗА	Соответствует	Терминал №1, №2, №3 и т.д.
	Корректная последовательность событий по протоколу	Соответствует	
	Приход сигналов аварийного отключения выключателей	Соответствует	В-500-1, В-500-2 и т.д.
	Корректная прокраска мнемосхем	Соответствует	
5.3	Проверка работы комплекса в длительном режиме повышенной информационной нагрузки.	Соответствует	
5.3.1	Аналоговые события	Соответствует	Задержка 2 с.
5.3.1	Дискретные события	Соответствует	Задержка 2 с.
5.4	Проверка отсутствия потерь в передаче информации с помощью сухого контакта.	Соответствует	Длительность проверки 2 ч.
5.5	Определение времени передачи GOOSE и отсутствия потерь GOOSE	Соответствует	

	сообщений.		
5.5.1	Оценка полного времени передачи GOOSE	Соответствует	Время передачи GOOSE 30мс.
5.5.2	Отсутствие потерь в передаче GOOSE	Соответствует	Время передачи GOOSE 30мс.
5.6	Проверка передачи информации в ССПТИ.	Соответствует	
5.7	Проверки передачи информации в ОИК	Соответствует	
5.8	Проверка резервирования сети Ethernet в «штормовом режиме».	Соответствует	
5.9	Проверка резервирования питания контроллеров присоединения и УСО.	Соответствует	
5.10	Проверка резервирования серверов верхнего уровня в «штормовом режиме».	Соответствует	
5.11	Проверка резервирования станционных контроллеров в «штормовом режиме».	Соответствует	

5.12	Проверка функционирования АРМ в «штормовом режиме».	Соответствует	
5.15.1	Проверка задержки вызова информации на экран	Соответствует	1 с.
5.15.2	Проверка периодичности обновления информации на экране монитора	Соответствует	1 с.
5.12.3	Проверки задержки в отображении спонтанно появляющихся сигналов	Соответствует	АС/ПС: 1 с, Звуковая сигнализация: 2 с, Световая сигнализация: 2 с.
5.12.4	Проверка прохождения команды управления	Соответствует	1 с.
5.12.5	Проверки скорости обращения к архиву	Соответствует	2 с.
5.12.6	Проверки работы тренда в реальном времени	Соответствует	