

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Элементы автоматических устройств цифровых подстанций**

**Учебное пособие**

**Казань 2023**

УДК 159.9

ББК 88

7

Рецензенты:

Мустафин Рамиль Гамилович, к.ф.м.н., доцент кафедры РЗА ФГБОУ «КГЭУ»

Шафигуллин Фарит Габдельхаевич, к.т.н., доцент кафедры "Тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов" ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»

|  |  |
| --- | --- |
|  | Элементы автоматических устройств цифровых подстанций: учебное пособие // Сост. А.М. Гатауллин, Д.Ф.Губаев – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2023. – 170 с. |
|  | Рассмотрены некоторые общие требования системного оператора к типовым электротехническим шкафам цифровых подстанций согласно стандарту *МЭК-61850*, примеры требований к шкафу защиты силовых трансформаторов. Рассмотрен алгоритм выбора шкафа защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов.  Рассмотрены модули, предназначенные для сопряжения электромагнитных измерительных трансформаторов с шиной процесса согласно протокола *МЭК-61850* (так называемые *Stand-Alone Merging Unit*) производства «Энергосервис».  Пособие может быть полезным при подготовке специалистов по настройке и наладке систем и элементов релейной защиты и автоматики в рамках дисциплины «Элементы автоматических устройств». Предназначено для студентов очной формы обучения по образовательной программе «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». |

© Казанский государственный энергетический университет, 2023

***Введение***

Целью учебного пособия является помощь студентам в освоении следующих компетенций: способность рассчитывать схемы и элементы основного оборудования и cпособность к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-11); готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающиеся будут знать программно-аппаратные комплексы РЗА (ПК-5, ПК-11), уметь самостоятельно разбираться в видах релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем и осуществлять их выбор для защиты объекта (ПК-5, ПК-11); владеть навыками применения полученной информации при выполнении расчетов параметров устройств РЗА (ПК-5, ПК-11) и навыками расчета схем и определения параметров функционирования электроэнергетических систем (ПК-5, ПК-11).

В разделе 1 рассмотрены общие требования к типовым электротехническим шкафам соответствующих 1, 2 и 3 архитектурам цифровых подстанций согласно стандарту *МЭК-61850*. Рассмотрен пример требований к типовому электротехническому шкафу защиты силовых трансформаторов с точки зрения обмена информацией между интеллектуальными электронными устройствами. Рассмотрен алгоритм выбора типового шкафа защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов для цифровых подстанций.

В разделе 2 рассмотрены измерительных трансформаторов с шиной процесса согласно протокола *МЭК-61850* (так называемые *Stand-Alone Merging Unit*) производства «Энергосервис».

В разделе 3 приведены некоторые требования системного оператора по проверке устройств цифровой подстанции на соотвествие протоколу *МЭК-61850.*

***Принятые условные сокращения***

ENMU – устройство сопряжения с шиной процесса

GOOSE - generic object oriented substation event (широковещательное

объектно-ориентированное сообщение о событии на подстанции);

MMS - manufacturing message specification (спецификация

производственного сообщения);

SV - sampled values (мгновенные значения);

АВР - автоматическое включение резерва;

АПВ - автоматическое повторное включение;

АППож - автоматика пуска пожаротушения;

АПТ - автоматика пожаротушения;

АРКТ - автоматика регулирования коэффициента трансформации;

АС - аварийная сигнализация;

АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическим

процессом;

АТ - автотрансформатор;

АУ - автоматическое ускорение;

АУВ - автоматика управления выключателем;

АЦП - аналогово-цифровой преобразователь;

БИ - блок испытательный;

БК - блокировка при качаниях;

БНН - блокировка при неисправности цепей напряжения;

БП - блок питания;

В - выключатель;

ВВ - высоковольтный ввод;

ВН - высшее напряжение;

ГЗ - газовая защита;

ДЗ - дистанционная защита;

ДЗ фз - дистанционная защита от повреждений на землю;

ДЗ фф - дистанционная защита от междуфазных повреждений;

ДЗО - дифференциальная защита ошиновки;

ДЗТ - дифференциальная защита (авто)трансформатора;

ДЗШ - дифференциальная защита шин;

ЗДЗ - защита от дуговых замыканий;

ЗНР - защита от неполнофазного режима;

ЗНФ - защита от непереключения фаз;

ЗП - защита от перегрузки;

ЗПО - защита от потери охлаждения;

ИТС - информационно-технологическая система;

ИЧМ - интерфейс человек-машина;

ИЭУ - интеллектуальное электронное устройство;

КА - коммутационный аппарат;

КИ - контроль изоляции;

КИВ - контроль изоляции вводов;

КНН - контроль наличия напряжения;

(К)ННЭ - (контроль) наличия(-е) напряжения на энергообъекте

(присоединении);

КННШ - контроль наличия напряжения на шинах;

КОН - контроль отсутствия напряжения;

(К)ОНЭ - (контроль) отсутствия(-е) напряжения на энергообъекте

(присоединении);

КП - контроллер присоединения;

КРУ - комплектное распределительное устройство;

КС - контроль синхронизма;

КСЗ - комплект ступенчатых защит;

КСН - контроль синхронизма и напряжения;

КЦТ - контроль цепей тока;

ЛРТ - линейный регулировочный трансформатор;

ЛЭП - линия электропередачи;

М/Д - местное/дистанционное;

МО - маслонаполненное оборудование;

МП - микропроцессорный;

МТЗ - максимальная токовая защита;

МТЗ/U - максимальная токовая защита с пуском по напряжению;

МЭК - Международная электротехническая комиссия;

НКУ - низковольтные комплектные устройства;

НН - низшее напряжение;

НП - нулевая последовательность;

НТД - нормативно-технический документ;

ОАПВ - однофазное автоматическое повторное включение;

ОВ - обходной выключатель;

ОЗУ - оперативное запоминающее устройство;

ОК - отсечной клапан;

ОО - общая обмотка;

ОП - обратная последовательность;

ОРУ - открытое распределительное устройство;

ОС - оперативное состояние;

ОСШ - обходная система шин;

ОТ - оперативный ток;

ОУ - оперативное ускорение;

ПА - противоаварийная автоматика;

ПЗУ - постоянное запоминающее устройство;

ПО - пусковой орган;

ПС - подстанция;

ПС1 - предупредительная сигнализация первого уровня;

ПС2 - предупредительная сигнализация второго уровня;

ПН - пожарный насос;

ПТ - пожаротушение;

Р - разъединитель;

РАС - регистрация аварийных событий;

РДУ - региональное диспетчерское управление;

РЗА - релейная защита и автоматика;

РЗН - резистор заземления нейтрали;

РПН - устройство регулирования напряжения под нагрузкой;

РПР - реле повторители положения разъединителей;

РТПО - токовое реле (орган) пуска охлаждения;

РУ - распределительное устройство;

РЩ - релейный щит;

СА - сетевая автоматика;

СВ - секционный выключатель;

СД - светодиод;

СЗ - ступенчатые защиты;

СН - среднее напряжение;

СТО - стандарт организации;

СШ - система шин;

Т - трансформатор;

Т(Н)ЗНП - токовая (направленная) защита нулевой последовательности;

ТЗ - технологические защиты;

ТК - токовый контроль;

ТН - трансформатор напряжения;

ТТ - трансформатор тока;

УРОВ - устройство резервирования отказа выключателя;

ФК - функциональная клавиша;

ЦН - цепи напряжения;

ЦП - цепи питания;

ЦС - центральная сигнализация;

ЦТ - цепи тока;

ЦУС - центр управления сетями;

ШАОТ - шкаф автоматического управления охлаждением

трансформатора;

ШСВ - шиносоединительный выключатель;

ШЭТ - шкаф электротехнический типовой;

Э - энергообъект (смежное присоединение);

ЭМ - электромагнит;

ЭМВ - электромагнит включения;

ЭМО - электромагнит отключения.

***Раздел 1. Сравнительный анализ требований системного оператора к элементам РЗА*** ***цифровых подстанций различной архитектуры по стандарту МЭК-61850***

Целью данного раздела является сравнительный анализ требований *СО* к элементам *РЗА* с архитектурой I и III типа. Изучение требований к элементам *РЗА* с архитектурой II типа предлагается выполнить самостоятельно.

Для подстанции с архитектурой I типа обмен информацией между *ИЭУ* устройствами осуществляется преимущественно дискретными и аналоговыми электрическими сигналами, передаваемыми по контрольному кабелю, информационный обмен с верхним уровнем подстанции осуществляется цифровыми сигналами с использованием стандартного протокола *MMS* [1].

Для подстанции с архитектурой II типа обмен дискретными сигналами между *ИЭУ* осуществляется при помощи объектно-ориентированных сообщений с использованием стандартного протокола *GOOSE* [2], передача аналоговых сигналов от измерительных устройств выполняется по контрольному кабелю, информационный обмен с верхним уровнем подстанции осуществляется цифровыми сигналами с использованием стандартного протокола *MMS*.

Для подстанции с архитектурой III типа обмен дискретными сигналами между интеллектуальными электронными устройствами осуществляется при помощи объектноориентированных сообщений с использованием стандартного протокола *GOOSE*, передача аналоговых сигналов от измерительных устройств выполняется в цифровом виде с использованием стандартного протокола SV [2], информационный обмен с верхним уровнем подстанции осуществляется цифровыми сигналами с использованием стандартного протокола *MMS*.

Рассмотрим минимально необходимый функциональный состав для каждого из шкафов *РЗА АТ(Т)* без рассмотрения внутренней логики функций защит, автоматики и управления в рамках стандарта *МЭК-61850* [3].

Всем *НКУ РЗА* и *АСУ ТП* типового применения, используемым на объектах ПАО «ФСК ЕЭС», должен присваиваться уникальный идентификационный шифр, который учитывает функциональное назначение устройства, применяемую архитектуру построения ПС и класс напряжения: *ШЭТ ХХХ.ХХ – Х - XXXX*.

Рассмотрим некоторые из них (выделяем жирным шрифтом).

1. ШЭТ **Х**ХХ.ХХ - Х - XXXX

Класс напряжения первичного оборудования

(элемента сети):

1 – 35 кВ;

2 – 110-220 кВ;

3 – 330-750 кВ;

4 – 35-750 кВ.

1. ШЭТ Х**Х**Х.ХХ-Х-XXXX

Первичное оборудование (элемент сети), для которого применяется данное НКУ(*Таблица 1*)

*Таблица 1. Типы оборудования (элемента сети) Аналогичны для НКУ РЗА с архитектурой I и III типа*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Тип оборудования (элемента сети) | Примечание |
| 1 | Трансформатор (автотрансформатор) |  |
| 2 | Линия |  |
| 3 | Средства компенсации реактивной мощности |  |
| 4 | Сборные шины, ошиновка |  |
| 5 | Шинные аппараты | выключатель, в том числе ШСВ, СВ, ОВ |
| 6 | Трансформатор напряжения |  |
| 7 | Резерв |  |
| 8 | Резерв |  |
| 9 | Резерв |  |
| 0 | Общеподстанционные устройства |  |

ШЭТ ХХХ.ХХ-Х-**XXXX**

Идентификатор *НКУ*, некоторые из которых приведены в *Таблице 2*.

*Таблица 2. Идентификаторы производителей шкафов/устройств. Аналогичны для НКУ РЗА с архитектурой I и III типа*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Производитель | Идентификатор производителя | | |
| РЗА | УПАСК | АСУ ТП |
| ЗАО «ЧЭАЗ» | ЧЭАЗ | ЧЭАЗ | ЧЭАЗ |
| ООО «ИНБРЭС» | НБРС | НБРС | НБРС |
| ООО НПП «Бреслер» | БРСН | БРСН | БРСН |
| ООО НПП «ЭКРА» | ЭКРА | ЭКРА | ЭКРА |
| ООО «Прософт-Системы» | ПСРЗ | ПСПК | ПСАС |
| ООО «Релематика» | РЛМК | РЛМК | РЛМК |
| ООО «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС» | УЭСР | УЭСП | УЭСА |
| ООО «ЭнергопромАвтоматизация» | ЭПСА | ЭПСА | ЭПСА |
| ООО «Юнител Инжиниринг» | ЮИРЗ | ЮИПК | ЮИАС |

Расшифровку остальной спецификации *НКУ* предлагается рассмотреть самостоятельно.

***Оперативное управление режимами работы*** ***ИЭУ РЗА***

Оперативное управление режимами работы функций, реализованных в *ИЭУ РЗА*, должно выполняться или дистанционно с верхнего уровня *АСУ ТП*, или непосредственно по месту при помощи функциональных клавиш на лицевой панели *ИЭУ*. Переключение между режимами управления выполняется при помощи функциональной клавиши «Управление ИЭУ». Дистанционное управление используется по умолчанию.

Текущий режим работы функции устройства, для которой предусмотрено оперативное управление, должен выводиться на светодиодную сигнализацию на лицевой панели *ИЭУ РЗА*, размещаемую в зоне соответствующих функциональных клавиш (непосредственно на клавише или рядом с ней). Управление светодиодами функциональных клавиш выполняется от выходных информационных сигналов состояния соответствующих функций, таким образом, отражая реальное состояние самой функции, а не факт нажатия функциональной клавиши.

Функции *РЗА*, для которых предусматривается только вывод внешнего действия с сохранением сигнализации о работе функции (перевод действия «на сигнал»), при выводе должны переводиться в режим соответствующий режиму «blocked», описанному в корпоративном профиле *МЭК 61850* *ПАО «ФСК ЕЭС»*. Соответствующее состояние функции определяется как «блокировано».

Для индикации неисправности аппаратной или программной части устройства на лицевой панели должна предусматриваться соответствующая светодиодная сигнализация.

Для сброса светодиодной индикации по месту должна предусматриваться соответствующая кнопка на лицевой панели *ИЭУ РЗА*. Для устройств *РЗА* должно быть предусмотрено не менее четырех групп уставок, для устройства *РЗА* обходного выключателя не менее восьми.

Изменение групп уставок *ИЭУ РЗА* должно выполняться дистанционно из *АСУ ТП* или по месту при помощи *ИЧМ ИЭУ*. Активация соответствующего меню на дисплее происходит с помощью функциональной клавиши «Группа уставок», при этом доступ к меню дополнительно ограничивается паролем.

*ИЭУ РЗА* должны генерировать буферизированный отчет (осциллограмму), в котором регистрируется аналоговая и дискретная информация (события), связанная с аварийным процессом, получаемая извне и формируемая самим устройством. Отчет (осциллограмма) должен сохраняться в энергонезависимой памяти устройства. Формат данных отчета

(осциллограммы) должен соответствовать формату *COMTRADE* [5]. В части требований к содержанию, наименованию, описанию файлов, а также структуре обозначения аналоговых и дискретных сигналов и параметрам отчетов (осциллограмм) необходимо руководствоваться действующими стандартами.

***Требования для типовых шкафов к измерениям в нормальном и аварийном режимах***

*Таблица 3. Измеряемые величины и критерии измерения в нормальном режиме работы энергосистемы. Аналогичны для НКУ РЗА с архитектурой I и III типа*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Измеряемая величина | Периодичность передачи в АСУ ТП | Измеряемое значение | Период измерения величины | Фильтрация значения |
| Фазные токи  (Ia, Ib, Ic) | Один раз в минуту | Среднее действующее значение за 50 периодов | За последнюю секунду расчетной минуты | Первая гармоника |
| Фазные напряжения (Ua, Ub, Uc) | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Междуфазные напряжения (Uab, Ubc, Uca) | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Активная мощность | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Реактивная мощность | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Ток нулевой последовательности в сетях с изолированной  нейтралью | - // - | - // - | - // - | Без фильтрации |
| Ток нулевой последовательности в сетях с изолированной  нейтралью | - // - | - // - | - // - | Третья гармоника |
| Частота | - // - | Среднее значение за 50 периодов | - // - | Без фильтрации |

*Таблица 4. Измеряемые величины режиме КЗ. Аналогичны для НКУ РЗА* с *архитектурой I и III типа*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Измеряемая величина | Периодичность передачи в АСУ ТП | Измеряемое значение | Период измерения величины | Фильтрация значения |
| Фазные токи  (Ia, Ib, Ic) | При срабатывании РЗА | Действующее значение за период | За один период предшествующий команде на отключение от защит | Первая гармоника |
| Фазные напряжения (Ua, Ub, Uc) | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Междуфазные напряжения (Uab, Ubc, Uca) | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Ток нулевой последовательности | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Ток обратной последовательности | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Напряжение нулевой последовательности | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Напряжение обратной последовательности | - // - | - // - | - // - | - // - |
| Частота | - // - | Среднее значение за 50 периодов | За последнюю секунду расчетной минуты предшествующей команде на отключение от защит | - // - |

***Информационный обмен с РАС***

Длительность записи аварийного события, для передачи в автономный *РАС*, составляет 10 с.

Параметры информационного взаимодействия типовых шкафов и автономного *РАС* для различных типов архитектур приведены в *Таблице 5*.

*Таблица 5. Информационное взаимодействие между типовыми шкафами и автономным РАС для различных типов архитектур*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры времени синхронизации и входные данные РАС | | Методы измерения и регистрации, состав входных данных, точность синхронизации времени | | |
| для I типа архитектуры | для II типа архитектуры | для III типа архитектуры |
| Аналоговые сигналы тока и напряжения | Метод | Прямое измерение | Прямое измерение | Подписка на SV потоки |
| Состав | Определяется требованиями стандартов | | |
| Дискретные  сигналы | Метод | Прием сигналов по медным жилам контрольного кабеля | Подписка на *GOOSE* сообщения | Подписка на *GOOSE* сообщения |
| Состав | Срабатывание, неисправность от типовых шкафов и все сигналы, не заведенные в типовые шкафы | Все *GOOSE* сообщения, которые есть в сети | Все *GOOSE* сообщения, которые есть в сети |
| Параметры времени синхронизации и входные данные РАС | | Методы измерения и регистрации, состав входных данных, точность синхронизации времени | | |
| для I типа архитектуры | для II типа архитектуры | для III типа архитектуры |
| Сигналы функций в составе ИЭУ | Метод | Буферизируемый отчёт (используя сервис Report) от ИЭУ РЗА, выступающего в роли Server, в РАС, который является Client | | |
| Состав | Сигналы функций, заведенные во внутренний РАС | | |
| Точность синхронизации времени | | 1 мс | 1 мс | 1 мкс |

## ***Виды документов и формы их представления для типовых шкафов***

Таблица 6. Виды документов и формы представления документов для типовых шкафов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Документ | ШЭТ РЗА |
| 1 | Паспорт | бумажный |
| 2 | Руководство по эксплуатации, содержащее:   * описание технических параметров (характеристик) ИЭУ в составе ШЭТ. Для устройств РЗА, в которых реализованы функции РЗ, должно указываться сведения о минимально необходимом сроке достоверного изменения значения тока, при котором обеспечивается правильная работа функций РЗ, реализованных в устройстве РЗА, в переходных режимах, сопровождающихся насыщением ТТ; * описание принципов работы, технических характеристик, алгоритмов встроенных функций и их полные функционально-логические схемы, с описанием их функционирования и взаимодействия внутри ИЭУ; * принципиальные (полные) схемы; * инструкции по наладке, техническому обслуживанию и эксплуатации с указанием требований по периодичности, виду обслуживания и необходимому объему профилактических работ по каждому виду обслуживания; * срок службы ИЭУ в составе ШЭТ; * инструкцию по обновлению программного обеспечения с необходимым объемом   проверочных работ при обновлении программного обеспечения;   * инструкцию по параметрированию (конфигурированию) ИЭУ в составе ШЭТ; * описание типовых сигналов диагностики и рекомендации по действиям при их возникновении в процессе эксплуатации | pdf |
| 3 | Методика расчета и выбора параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования устройств РЗА, в том числе включающая бланк уставок, содержащий перечень всех параметров настройки (уставок) и алгоритмов  функционирования, предусмотренных организацией – изготовителем устройства РЗА, условия выбора каждого параметра настройки (уставки) и алгоритма функционирования устройства РЗА, типовые примеры их выбора. Для устройств РЗА, в которых реализованы функции РЗ, методика должна также содержать требования к измерительным трансформаторам тока, при выполнении которых обеспечивается правильная работа функций РЗ, в том числе при возникновении апериодической составляющей тока | pdf |
| 4 | Протокол заводских приемо-сдаточных испытаний | pdf |
| 5 | Полный бланк уставок | doc |
| 6 | Типовой протокол наладки с указанием пунктов, которые выполняются при том или ином виде технического обслуживания | pdf, doc |
| 7 | Схема принципиальная | pdf, dwg |
| 8 | Схема монтажная | pdf, dwg |
| № | Документ | ШЭТ РЗА |
| 9 | Спецификация комплектности шкафа | бумажная |
| 10 | Электронный файл спецификации на каждое ИЭУ в составе шкафа | да |

***Типовые технические требования к шкафам РЗА трансформаторов и автотрансформаторов 110-750 кВ при построении ПС на базе архитектуры I и III типа***

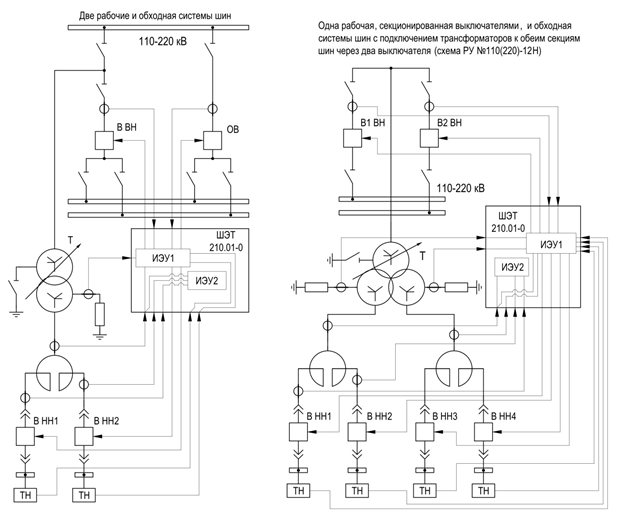
*Таблица 6. Типовые шкафы РЗА трансформаторов и автотрансформаторов 110-750 кВ для ПС архитектуры I типа*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Код ШЭТ | Функции РЗА | Примечание |
| 1 | Комплект защит трансформатора 110÷220 кВ и ошиновки 6÷35 кВ | 210.01-0 | ИЭУ1: ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН, КИ ГЗ,  КИ ТЗ, МТЗ/U ВН, ТЗНП ВН, МТЗ/U (НН, СН) 2 экз., ЗНР, ТЗНП РЗН 2 экз.,  КИ (НН, СН) 2 экз., БНН (НН, СН) 4 экз.,  ЗП ВН, ЗП (НН, СН) 2 экз., КОН Т,  ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН, РТПО, РАС  ИЭУ2: ДЗО (НН, СН), РАС |  |
| 2 | Комплект защит трансформатора 110-220 кВ | 210.02-0 | ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН, КИ ГЗ, КИ ТЗ, МТЗ/U ВН, ТЗНП ВН, МТЗ/U (НН, СН) 2 экз., ЗНР, ТЗНП РЗН 2 экз., КИ (НН, СН)  2 экз., БНН (НН, СН) 2 экз., ЗП ВН, ЗП  (НН, СН) 4 экз., КОН Т, ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН, РТПО, РАС |  |
| № | Наименование | Код ШЭТ | Функции РЗА | Примечание |
| 3 | Комплект резервных защит трансформатора 110-220 кВ | 210.03-0 | ГЗ Т, ГЗ РПН, КИ ГЗ, МТЗ/U ВН,  ТЗНП ВН, МТЗ/U СН, ЗНР, БНН (НН,  СН) 4 экз., РАС |  |
| 4 | Комплект основных защит автотрансформатора 220 кВ и ошиновки 6-35 кВ | 210.04-0 | ИЭУ1: ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ ЛРТ,  ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, КИ ГЗ, КИ ТЗ,  МТЗ/U НН, КИ НН, БНН (НН) 3 экз.,  ЗП ВН, ЗП ОО, ЗП НН, КОН АТ, ТК ЗДЗ,  ПО УРОВ НН, РТПО, РАС  ИЭУ2: ДЗО НН, РАС |  |
| 5 | Комплект основных защит автотрансформатора 220 кВ | 210.05-0 | ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ ЛРТ, ТЗ ЛРТ,  ГЗ РПН, КИ ГЗ, КИ ТЗ, МТЗ/U НН,  КИ НН, БНН (НН) 3 экз., ЗП ВН, ЗП ОО,  ЗП НН, КОН АТ, ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН,  РТПО, РАС |  |
| 6 | Комплект основных защит автотрансформатора 330-750 кВ и ошиновки 6-35 кВ | 310.01-0 | ИЭУ1: ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ РПН, ГЗ  ЛРТ, ТЗ ЛРТ, КИ ГЗ, КИ ТЗ, КИВ,  МТЗ/U НН, КИ НН, БНН (НН) 3 экз., ЗП  ВН, ЗП ОО, ЗП НН, КОН АТ, ТК ЗДЗ,  ПО УРОВ НН, РТПО, РАС  ИЭУ2:ДЗО, РАС |  |
| 7 | Комплект основных защит автотрансформатора 330-750 кВ | 310.02-0 | ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ РПН, ГЗ ЛРТ,  ТЗ ЛРТ, КИ ГЗ, КИ ТЗ, КИВ, МТЗ/U НН,  КИ НН, БНН (НН) 3 экз., ЗП ВН, ЗП ОО,  ЗП НН, КОН АТ, ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН,  РТПО, РАС |  |
| 8 | Комплект резервных защит автотрансформатора 330-750 кВ | 410.01-0 | СЗ (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН, БК), ЗНР, БНН НН, РАС |  |

В столбце «Функции РЗА» указан минимально необходимый набор функций РЗА каждого ИЭУ типового шкафа, который, как правило, реализуется в составе одного физического устройства.

*Таблица 7. Описание ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Шифр шкафа | ШЭТ 210.01-0 | |
| Архитектура построения ПС | I тип | |
| Наименование шкафа | Комплект защит трансформатора 110-220 кВ и ошиновки 6-35 кВ | |
| Защищаемый элемент | Трансформатор 110-220 кВ, ошиновка 6-35 кВ трансформатора | |
| Основные функции МП ИЭУ | ИЭУ1 | ИЭУ2 |
| ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН, КИ ГЗ,  КИ ТЗ, МТЗ/U ВН, ТЗНП ВН,  МТЗ/U (НН, CН) 2 экз., ЗНР, ТЗНП РЗН 2 экз., КИ (НН, СН) 2 экз., БНН (НН, CН) 4 экз., ЗП ВН, ЗП (СН, НН) 2 экз., КОН Т, ТК  ЗДЗ, ПО УРОВ НН, РТПО, РАС | ДЗО (НН, СН), РАС |
| Область применения в рамках типовых схем РУ | РУ 110-220 кВ | |
| Функции ИТС в составе шкафа | ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН Т, ДЗТ,  МТЗ ВН/U, ТЗНП ВН, МТЗ СН/U,  МТЗ НН/U, ЗНР, ТЗНП РЗН, ЗП  ВН, ЗП СН, ЗП НН, КИ НН,  ТК ЗДЗ, РАС | ДЗО НН, ДЗО СН, РАС |
| Вводы питания оперативного постоянного тока | * питание оперативных цепей и ИЭУ1; * питание оперативных цепей и ИЭУ2; * питание цепей ГЗ Т; * питание цепей ТЗ Т; * освещение шкафа | |
| Цифровые порты ИЭУ | * порт A шины станции (Duplex LC); * порт B шины станции (Duplex LC) | * порт A шины станции (Duplex LC); * порт B шины станции (Duplex LC) |
| Схемы подключения | Рисунок 1, 2 | |
| Требования к входным аналоговым измерениям | Таблица 8 | Таблица 9 |
| Входные дискретные сигналы | Таблица 10 | Таблица 11 |
| Выходные дискретные воздействия | Таблица 12 | Таблица 13 |
| Функциональные клавиши ИЭУ со светодиодной индикацией | Таблица 14 | Таблица 15 |
| Светодиодная сигнализация ИЭУ | Таблица 16 | Таблица 17 |
| Дискретные сигналы, формируемые ИЭУ | Предлагается рассмотреть самостоятельно | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Дискретные сигналы, формируемые внешними устройствами | Предлагается рассмотреть самостоятельно | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Аналоговые значения, формируемые ИЭУ | Предлагается рассмотреть самостоятельно | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Команды управления от АСУ ТП | Таблица 5.2.17 | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Отчеты в АСУ ТП | Предлагается рассмотреть самостоятельно | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Ряды зажимов | Предлагается рассмотреть самостоятельно | |
| Основные компоненты шкафа | Предлагается рассмотреть самостоятельно | |
| Основные параметры функций ИЭУ | Предлагается рассмотреть самостоятельно | |
| Эскиз общего вида | Предлагается рассмотреть самостоятельно | |
| Структурно-функциональная схема | Предлагается рассмотреть самостоятельно | |

Рис.1. Схемы подключения комплекта защиты в составе шкафа *ШЭТ 210.01-0* двухобмоточного трансформатора, работающего в сети с резистивно заземленной нейтралью, к РУ 110-220 кВ по типу «две рабочие и обходная система шин» и трансформатора 110-220 кВ с расщепленной обмоткой низшего напряжения, работающего в сети с резистивно заземленной нейтралью

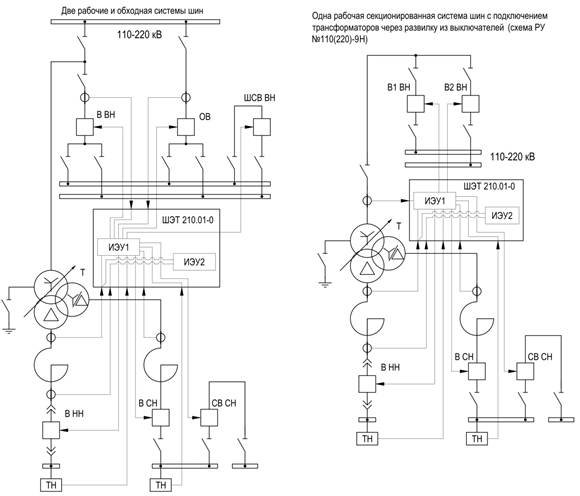


Рис. 2. Схемы подключения комплекта защиты в составе шкафа   
*ШЭТ 210.01-0* трехобмоточного трансформатора с двухсторонним питанием к РУ 110÷220 кВ по схеме «две рабочие и обходная система шин» и трехобмоточного трансформатора с двухсторонним питанием к РУ 110÷220 кВ через развилку двух выключателей

*Таблица 8. Входные аналоговые измерения ИЭУ1 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Аналоговые измерения | Испытательный блок в шкафу | Количество контактов испытательного блока с учетом регистрации его состояния | Примечание |
| 1 | Ia, Ib, Ic | SG1 | 6+1 | Фазные токи В (В1) ВН |
| 2 | Ia, Ib, Ic | SG2 | 6+1 | Фазные токи ОВ (В2) ВН |
| 3 | Ia, Ib, Ic | SG3 | 6+1 | Фазные токи (НН, СН) |
| 4 | Ia, Ib, Ic | SG4 | 6+1 | Фазные токи (НН, СН) |
| 5 | Iн | SG5 | 2+1 | Ток РЗН1 |
| 6 | Iн | SG6 | 2+1 | Ток РЗН2 |
| 7 | Uab, Ubc, Uнк | SG7 | 5+1 | Напряжения (НН, СН) |
| 8 | Uab, Ubc, Uнк | SG8 | 5+1 | Напряжения (НН, СН) |
| 9 | Uab, Ubc | SG9 | 3+1 | Напряжения (НН, СН) |
| 10 | Uab, Ubc | SG10 | 3+1 | Напряжения (НН, СН) |

*Таблица 9. Входные аналоговые измерения ИЭУ2 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Аналоговые измерения | Испытательный блок в шкафу | Количество контактов испытательного блока с учетом регистрации его состояния | Примечание |
| 1 | Ia, Ib, Ic | SG11 | 6+1 | Фазные токи (НН, СН) |
| № | Аналоговые измерения | Испытательный блок в шкафу | Количество контактов испытательного блока с учетом регистрации его состояния | Примечание |
| 2 | Ia, Ib, Ic | SG12 | 6+1 | Фазные токи (НН, СН) |
| 3 | Ia, Ib, Ic | SG13 | 6+1 | Фазные токи (НН, СН) |

*Таблица 10. Входные дискретные сигналы ИЭУ1 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | | Дискретный сигнал (сигналы от нескольких источников объединяются на клеммах шкафа) | | Место размещения источника сигнала | Объединение по оперативному току, № группы | | Примечание |
| 1 | | Отключение с запретом АПВ (3 источника) | | Внешний (РЩ) | 1 | |  |
| 2 | | Отключение без запрета АПВ (2 источника) | | Внешний (РЩ) |  |
| 3 | | Отключение от УРОВ ВН | | Внешний (РЩ) |  |
| 4 | | Отключение от УРОВ ОВ ВН | | Внешний (РЩ) |  |
| 5 | | Отключение ВН от ТЗНП смежного Т | | Внешний (РЩ) |  |
| 6 | | Положение В1 ВН | | Внешний (РЩ) |  |
| 7 | | Срабатывание ЗНФ В (В1) ВН | | Внешний (РЩ) |  |
| 8 | | Положение В2 ВН | | Внешний (РЩ) |  |
| 9 | | Срабатывание ЗНФ ОВ (В2) ВН | | Внешний (РЩ) |  |
| 10 | | Срабатывание сигнальной ступени ГЗ Т | | Внешний (ОРУ) | 2 | |  |
| 11 | | Срабатывание отключающей ступени ГЗ Т | | Внешний (ОРУ) |  |
| 12 | | Срабатывание ГЗ РПН | | Внешний (ОРУ) |  |
| 13 | | Неисправность цепей отключающей ступени ГЗ Т | | Внутренний |  |
| 14 | | Неисправность цепей ГЗ РПН | | Внутренний |  |
| 15 | | Контроль оперативного тока цепей ГЗ Т | | Внутренний |  |
| 16 | | Аварийная температура масла Т | | Внешний (ОРУ) | 3 | |  |
| 17 | | Повышение температуры масла Т | | Внешний (ОРУ) |  |
| 18 | | Аварийная температура обмотки Т | | Внешний (ОРУ) |  |
| 19 | | Повышение температуры обмотки Т | | Внешний (ОРУ) |  |
| 20 | | Срабатывание отсечного клапана | | Внешний (ОРУ) |  |
| 21 | | Срабатывание предохранительного клапана | | Внешний (ОРУ) |  |
| 22 | | Максимальный уровень масла Т | | Внешний (ОРУ) |  |
| 23 | | Минимальный уровень масла Т | | Внешний (ОРУ) |  |
| 24 | | Максимальный уровень масла РПН | | Внешний (ОРУ) |  |
| 25 | | Минимальный уровень масла РПН | | Внешний (ОРУ) |  |
| 26 | | Отказ системы охлаждения | | Внешний (ОРУ) |  |
| 27 | | Неисправность системы охлаждения | | Внешний (ОРУ) |  |
| 28 | | Внешнее отключение от ШАОТ | | Внешний (ОРУ) |  |
| 29 | | Неисправность цепи аварийного отключения Т по температуре масла | | Внутренний |  |
| 30 | | Неисправность цепи аварийного отключения Т по температуре обмотки | | Внутренний |  |
| 31 | | Контроль оперативного тока цепей ТЗ Т | | Внутренний |  |
| 32 | | Срабатывание ЗДЗ секции (НН, СН) | | Внешний (КРУ) | 4 | | Оперток ЗДЗ |
| 33 | | Контроль опертока ЗДЗ секции (НН, СН) | | Внутренний |
| 34 | | Срабатывание УРОВ ввода (НН, СН) | | Внешний (КРУ) | 5 | | Оперток вводного выключателя |
| 35 | | Положение выключателя (НН, СН) | | Внешний (КРУ) |
| 36 | | Контроль опертока ввода (НН, СН) | | Внутренний |
| 37 | | Срабатывание ЗДЗ секции (НН, СН) | | Внешний (КРУ) | 6 | | Оперток ЗДЗ |
| № | Дискретный сигнал (сигналы от нескольких источников объединяются на клеммах шкафа) | | Место размещения источника сигнала | | Объединение по оперативному току, № группы | Примечание | |
| 38 | Контроль опертока ЗДЗ секции (НН, СН) | | Внутренний | |  |  | |
| 39 | Срабатывание УРОВ ввода (НН, СН) | | Внешний (КРУ) | | 7 | Оперток вводного выключателя | |
| 40 | Положение выключателя (НН, СН) | | Внешний (КРУ) | |
| 41 | Контроль опертока ввода (НН, СН) | | Внутренний | |
| 42 | Срабатывание ЗДЗ секции (НН, СН) | | Внешний (КРУ) | | 8 | Оперток ЗДЗ | |
| 43 | Контроль опертока ЗДЗ секции (НН, СН) | | Внутренний | |
| 44 | Срабатывание УРОВ ввода (НН, СН) | | Внешний (КРУ, РЩ) | | 9 | Оперток вводного выключателя | |
| 45 | Положение выключателя (НН, СН) | | Внешний (КРУ, РЩ) | |
| 46 | Контроль опертока ввода (НН, СН) | | Внутренний | |
| 47 | Срабатывание ЗДЗ секции (НН, СН) | | Внешний (КРУ) | | 10 | Оперток ЗДЗ | |
| 48 | Контроль опертока ЗДЗ секции (НН, СН) | | Внутренний | |
| 49 | Срабатывание УРОВ ввода (НН, СН) | | Внешний (КРУ, РЩ) | | 11 | Оперток вводного выключателя | |
| 50 | Положение выключателя (НН, СН) | | Внешний (КРУ, РЩ) | |
| 51 | Контроль опертока ввода (НН, СН) | | Внутренний | |
| 52 | Дверь шкафа открыта | | Внутренний | | 1 | Наличие сигнала на входе соответствует рабочему положению аппарата | |
| 53 | Положение SG1 | | Внутренний | | 1 |
| 54 | Положение SG2 | | Внутренний | | 1 |
| 55 | Положение SG3 | | Внутренний | | 1 |
| 56 | Положение SG4 | | Внутренний | | 1 |
| 57 | Положение SG5 | | Внутренний | | 1 |
| 58 | Положение SG6 | | Внутренний | | 1 |
| 59 | Положение SG7 | | Внутренний | | 1 |
| 60 | Положение SG8 | | Внутренний | | 1 |
| 61 | Положение SG9 | | Внутренний | | 1 |
| 62 | Положение SG10 | | Внутренний | | 1 |
| 63 | Положение SA1 | | Внутренний | | 1 |
| 64 | Положение SA2 | | Внутренний | | 1 |
| 65 | Положение SA3 | | Внутренний | | 1 |
| 66 | Положение SA4 | | Внутренний | | 1 |
| 67 | Положение SA5 | | Внутренний | | 1 |
| 68 | Положение SA6 | | Внутренний | | 1 |
| 69 | Положение SA7 | | Внутренний | | 1 |
| 70 | Положение SA8 | | Внутренний | | 1 |
| 71 | Положение SA9 | | Внутренний | | 1 |
| 72 | Положение SA10 | | Внутренний | | 1 |
| 73 | Положение SA11 | | Внутренний | | 1 |
| 74 | Положение SA12 | | Внутренний | | 1 |
| 75 | Положение SA13 | | Внутренний | | 1 |
| 76 | Положение SA14 | | Внутренний | | 1 |
| 77 | Положение SA15 | | Внутренний | | 1 |
| 78 | Положение SA16 | | Внутренний | | 1 |

*Таблица 11. Входные дискретные сигналы ИЭУ2 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Дискретный сигнал (сигналы от нескольких источников объединяются на клеммах шкафа) | Место размещения источника сигнала | Объединение по оперативному току, № группы | Примечание |
| 1 | Положение SG11 | Внутренний | 1 |  |
| 2 | Положение SG12 | Внутренний | 1 |
| 3 | Положение SG13 | Внутренний | 1 |
| 4 | Положение SA17 | Внутренний | 1 |
| 5 | Положение SA18 | Внутренний | 1 |

*Таблица 12. Выходные дискретные воздействия ИЭУ1 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Дискретный сигнал (гальванически развязанный выходной контакт для каждого из приемных устройств) | Место размещения приемника сигнала | Вывод воздействия | Примечание |
| 1 | Отключение В (В1) ВН через ЭМО1 | Внешний | SA1 |  |
| 2 | Отключение В (В1) ВН через ЭМО2 | Внешний |  |
| 3 | Запрет АПВ В (В1) ВН | Внешний |  |
| 4 | Пуск УРОВ В (В1) ВН | Внешний | SA2 |  |
| 5 | Срабатывание ПО УРОВ НН | Внешний |  |
| 6 | Отключение ОВ (В2) ВН через ЭМО1 | Внешний | SA3 |  |
| 7 | Отключение ОВ (В2) ВН через ЭМО2 | Внешний |  |
| 8 | Запрет АПВ ОВ (В2) ВН | Внешний |  |
| 9 | Пуск УРОВ ОВ (В2) ВН | Внешний | SA4 |  |
| 10 | Срабатывание ПО УРОВ НН | Внешний |  |
| 11 | Отключение В ввода (НН, СН) | Внешний | SA5 |  |
| 12 | Запрет АПВ В ввода (НН, СН) | Внешний |  |
| 13 | Запрет АВР секции (НН, СН) | Внешний |  |
| 14 | Пуск УРОВ ввода (НН, СН) | Внешний | SA6 |  |
| 15 | Срабатывание ПО УРОВ НН | Внешний |  |
| 16 | Отключение В ввода (НН, СН) | Внешний | SA7 |  |
| 17 | Запрет АПВ В ввода (НН, СН) | Внешний |  |
| 18 | Запрет АВР секции (НН, СН) | Внешний |  |
| 19 | Пуск УРОВ ввода (НН, СН) | Внешний | SA8 |  |
| 20 | Срабатывание ПО УРОВ НН | Внешний |  |
| 21 | Отключение В ввода (НН, СН) | Внешний | SA9 |  |
| 22 | Запрет АПВ В ввода (НН, СН) | Внешний |  |
| 23 | Запрет АВР секции (НН, СН) | Внешний |  |
| 24 | Отключение В ввода (НН, СН) | Внешний | SA10 |  |
| 25 | Запрет АПВ В ввода (НН, СН) | Внешний |  |
| 26 | Запрет АВР секции (НН, СН) | Внешний |  |
| 27 | Отключение смежного трансформатора | Внешний | SA11 |  |
| 28 | Отключение СВ ВН | Внешний | SA12 |  |
| 29 | Отключение ШСВ ВН | Внешний | SA13 |  |
| 30 | Отключение СВ СН | Внешний | SA14 |  |
| 31 | Пуск пожаротушения | Внешний | SA15 |  |
| 32 | Трансформатор обесточен | Внешний |  |
| 33 | Закрытие отсечного клапана | Внешний | SA16 |  |
| 34 | Пуск охлаждения 1 ступень | Внешний |  |  |
| 35 | Пуск охлаждения 2 ступень | Внешний |  |  |
| 36 | Блокировка РПН по току | Внешний |  |  |
| 37 | Контроль тока ЗДЗ (НН, СН) | Внешний |  |  |
| 38 | Контроль тока ЗДЗ (НН, СН) | Внешний |  |  |
| 39 | Контроль тока ЗДЗ (НН, СН) | Внешний |  |  |
| 40 | Контроль тока ЗДЗ (НН, СН) | Внешний |  |  |
| 41 | Срабатывание | Внешний |  | Сигнализация для внешних подсистем |
| 42 | Неисправность | Внешний |  |
| 43 | Общешкафная лампа | Внутренний |  |  |

*Таблица 13. Выходные дискретные воздействия ИЭУ2 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Дискретный сигнал (гальванически развязанный выходной контакт для каждого из приемных устройств) | Место размещения приемника сигнала | Вывод воздействия | Примечание |
| 1 | Отключение от ДЗО (НН, СН) | Внутренний | SA17 | 1 комплект защит Т |
| 2 | Отключение от ДЗО (НН, СН) | Внешний | SA18 | 2 комплект защит Т |
| 3 | Срабатывание | Внешний |  | Сигнализация для внешних подсистем |
| 4 | Неисправность | Внешний |  |
| 5 | Общешкафная лампа | Внутренний |  |  |

*Таблица 14. Функциональные клавиши со светодиодной индикацией ИЭУ1 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Назначение ФК | Краткое наименование ФК | Состояние индикации «0» светодиода | Состояние индикации «1» светодиода | Режим сигнализации светодиода | Примечание |
| 1 | Режим управления ИЭУ (М/Д) | Управление ИЭУ | Дистанционное | Местное | Без фиксации |  |
| 2 | Активация меню изменения группы уставок на ИЧМ ИЭУ с начальным экраном ввода пароля | Группа уставок | - | - | - |  |
| 3 | Управление режимом работы отключающей ступени ГЗ | Режим работы ГЗ | Отключение | Сигнализация | Без фиксации |  |
| 4 | Управление режимом работы ГЗ РПН | Режим работы ГЗ РПН | Отключение | Сигнализация | Без фиксации |  |
| 5 | Управление режимом работы ДЗТ | ДЗТ | Введено | Блокировано | Без фиксации |  |
| 6 | Сброс блокировки ГЗ, ТЗ после блокирования при неисправности цепях ГЗ, ТЗ | Сброс блок. ГЗ, ТЗ | - | - | - |  |

*Таблица 15. Функциональные клавиши со светодиодной индикацией ИЭУ2 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Назначение ФК | Краткое наименование ФК | Состояние индикации «0» светодиода | Состояние индикации «1» светодиода | Режим сигнализации светодиода | Примечание |
| 1 | Режим управления ИЭУ (М/Д) | Управление ИЭУ | Дистанционное | Местное | Без фиксации |  |
| № | Назначение ФК | Краткое наименование ФК | Состояние индикации «0» светодиода | Состояние индикации «1» светодиода | Режим сигнализации светодиода | Примечание |
| 2 | Активация меню изменения группы уставок на ИЧМ ИЭУ с начальным экраном ввода пароля | Группа уставок | - | - | - |  |
| 3 | Управление режимом работы ДЗО | ДЗО | Введено | Блокировано | Без фиксации |  |
| 4 | Управление режимом блокировки при неисправности ЦТ | Режим блокировки ДЗО | Блокирование | Сигнализация | Без фиксации |  |

*Таблица 16. Светодиодная сигнализация ИЭУ1 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Функциональное назначение светодиода | Обозначение на лицевой панели ИЭУ | Режим сигнализации | Примечание |
| 1 | Внешнее отключение | Внеш. откл. | С фиксацией |  |
| 2 | Срабатывание защит от внутренних повреждений | Защиты от внутр.  повреждений | С фиксацией |  |
| 3 | Срабатывание технологических защит на отключение | ТЗ откл. | С фиксацией |  |
| 4 | Срабатывание резервных защит | Рез. защиты | С фиксацией |  |
| 5 | Срабатывание ЗНР | ЗНР | С фиксацией |  |
| 6 | Срабатывание отключающей ступени ГЗ | Сраб. откл. ст. ГЗ | С фиксацией |  |
| 7 | Срабатывание сигнальной ступени ГЗ | Сраб. сигн. ст. ГЗ | С фиксацией |  |
| 8 | Срабатывание технологических защит на сигнал | ТЗ сигнал | С фиксацией |  |
| 9 | Срабатывание защиты от перегрузки | ЗП | С фиксацией |  |
| 10 | Срабатывание КИ НН | КИ НН | С фиксацией |  |
| 11 | Пуск ЗПО | Пуск ЗПО | Без фиксации |  |
| 12 | Неисправность цепей ГЗ | Неиспр. ГЗ | С фиксацией |  |
| 13 | Неисправность цепей ГЗ РПН | Неиспр. ГЗ РПН | С фиксацией |  |
| 14 | Неисправность цепей ТЗ | Неиспр. ТЗ | С фиксацией |  |
| 15 | Неисправность опертока цепей ГЗ Т | Неиспр. ОТ ГЗ | Без фиксации |  |
| 16 | Неисправность опертока цепей ТЗ Т | Неиспр. ОТ ТЗ | Без фиксации |  |
| 17 | Неисправность опертока ЗДЗ | Неиспр. ОТ ЗДЗ | Без фиксации |  |
| 18 | Неисправность опертока ввода НН, СН | Неиспр. ОТ ввода НН, СН | Без фиксации |  |
| 19 | Неисправность цепей напряжения | Неиспр. ЦН | С фиксацией |  |
| 20 | Обобщенная сигнализация положения выходных переключателей | Выходные цепи разобраны | Без фиксации |  |
| 21 | Обобщенная сигнализация нерабочего положения испытательных блоков | БИ выведены | Без фиксации |  |

*Таблица 17. Светодиодная сигнализация ИЭУ2 ШЭТ 210.01-0*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Функциональное назначение светодиода | Обозначение на лицевой панели ИЭУ | Режим сигнализации | Примечание |
| 1 | Срабатывание ДЗО | ДЗО | С фиксацией |  |
| 2 | Неисправность цепей тока | Неиспр. ЦТ | С фиксацией |  |
| 3 | Обобщенная сигнализация положения выходных переключателей | Выходные цепи разобраны | Без фиксации |  |
| 4 | Обобщенная сигнализация нерабочего положения испытательных блоков | БИ выведены | Без фиксации |  |

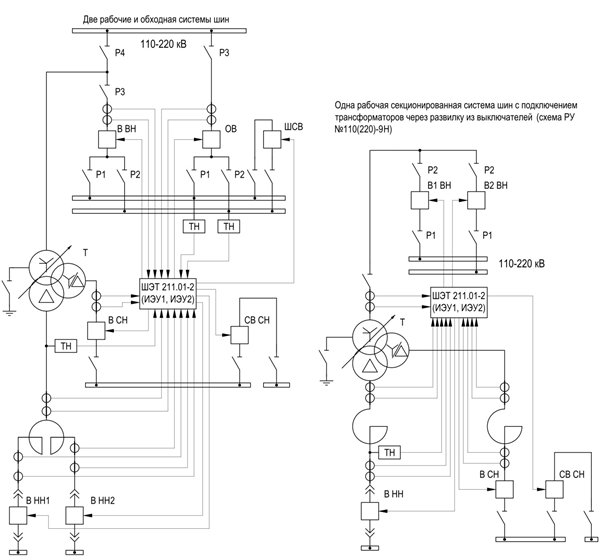
Остальные параметры таблицы 17 предлагается рассмотреть самостоятельно.

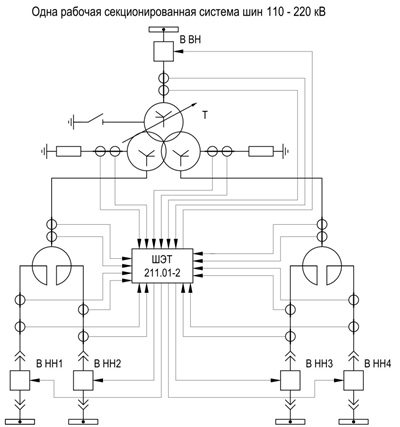
*Таблица 18. Типовые шкафы РЗА трансформаторов и автотрансформаторов 110-750 кВ для III архитектуры построения ПС*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Код ШЭТ | Функции РЗА | Примечание |
| 1 | Комплекс защит трансформатора  110-220 кВ и ошиновки 6-35 кВ, УРОВ, АУВ (два комплекта) | 211.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН,  ДЗО (НН, СН) 2 экз., МТЗ/U ВН, ТЗНП ВН,  МТЗ/U (НН, СН) 2 экз., КИ (НН, СН) 2 экз., ТЗНП РЗН 2 экз., ЗП ВН, ЗП (НН, СН) 2 экз., ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН, ЗНР, УРОВ,  АПВ, КСН, АУВ, РАС |  |
| 2 | Комплекс основных защит автотрансформатора 220 кВ и ошиновки 6-35 кВ, УРОВ, АУВ  (два комплекта) | 211.02-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ ЛРТ,  ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, ДЗО НН, МТЗ/U НН, КИ  НН, БНН НН, ЗП ВН, ЗП ОО, ЗП НН, ТК  ЗДЗ, ПО УРОВ НН, УРОВ ВН, АПВ ВН,  КСН ВН, ЗНФ ВН, АУВ ВН, УРОВ СН,  АПВ СН, КСН СН, ЗНФ СН, АУВ СН, РАС |  |
| 3 | Комплекс основных защит автотрансформатора 330-750 кВ и ошиновки 6-35 кВ, УРОВ,  АУВ (два комплекта) | 311.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ ЛРТ,  ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, КИВ ВН, КИВ СН, ДЗО  НН, МТЗ/U НН, КИ НН, БНН НН, ЗП ВН,  ЗП ОО, ЗП НН, ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН,  УРОВ СН, АПВ СН, КСН СН, ЗНФ СН,  АУВ СН, РАС |  |
| 4 | Комплекс резервных защит автотрансформатора 220-750 кВ | 410.01-2 | СЗ ВН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН,  БК), ЗНР ВН, СЗ СН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ,  АУ, БНН, БК), ЗНР СН, БНН НН, РАС |  |
| 5 | Автоматика пуска пожаротушения | 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС |  |

*Таблица 19. Описание ШЭТ 211.01-2*

|  |  |
| --- | --- |
| Шифр шкафа | ШЭТ 211.01-2 |
| Архитектура построения ПС | III тип |
| Наименование шкафа | Комплекс защит трансформатора 110-220 кВ и ошиновки 6-35 кВ, УРОВ, АУВ (два комплекта) |
| Защищаемый элемент | Трансформатор 110-220 кВ, ошиновки 6-35 кВ трансформатора |
| Управляемый элемент | Выключатель ВН Т |
| Основные функции МП ИЭУ1, ИЭУ2 | ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН, ДЗО (НН, СН) 2 шт., МТЗ/U ВН,  ТЗНП ВН, МТЗ/U (НН, СН) 2 шт., КИ (НН, СН) 2 шт., ТЗНП РЗН 2 шт., ЗП ВН, ЗП (НН, СН) 2 шт., ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН, ЗНР, РАС |
| АУВ, УРОВ, АПВ, КСН |
| Область применения в рамках типовых схем РУ [16] | РУ 110-220 кВ |
| Функции ИТС [17] в составе шкафа | ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН Т, МТЗ ВН/U, МТЗ СН/U, МТЗ НН/U,  ТЗНП ВН, ТЗНП РЗН, ЗП ВН, ЗП СН, ЗП НН, ДЗО НН, ДЗО СН, ТК ЗДЗ, ЗНР, УРОВ, АПВ, АУВ, РАС |
| Вводы питания оперативного постоянного тока | * питание ИЭУ1; * питание ИЭУ2; * освещение шкафа |
| Цифровые порты ИЭУ | * порт A шины станции (Duplex LC); * порт B шины станции (Duplex LC); * порт A шины процесса (Duplex LC); * порт B шины процесса (Duplex LC) |
| Поясняющие схемы подключения | Рисунок 3, 4 |
| Входные SV потоки | Таблица 20 |
| Внутренние дискретные цепи | Таблица 21 |
| Входные GOOSE сообщения | Таблица 22 |
| Выходные GOOSE сообщения | Таблица 23 |
| Функциональные клавиши ИЭУ со светодиодной индикацией | Таблица 24 |
| Светодиодная сигнализация ИЭУ | Таблица 25 |
| Дискретные сигналы, формируемые ИЭУ | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Аналоговые значения, формируемые ИЭУ | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Команды управления от АСУ ТП | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Отчеты в АСУ ТП | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Ряды зажимов | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Основные компоненты шкафа | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Основные параметры функций ИЭУ | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Эскиз общего вида | Предлагается рассмотреть самостоятельно |
| Структурно-функциональная схема | Предлагается рассмотреть самостоятельно |

Рис. 3. Схемы подключения комплекта защиты трехобмоточного трансформатора в сети с двухсторонним питанием в составе шкафа   
ШЭТ 211.01-2 к РУ 110-220 кВ по схеме «две рабочие и обходная система шин и трехобмоточного трансформатора с двухсторонним питанием к РУ 110-220 кВ через развилку двух выключателей

Рис. 4. Схема подключения комплекта защиты (в составе шкафа ШЭТ 211.01-2) трансформатора 110-220 кВ с расщепленной обмоткой низшего напряжения, работающего в сети с резистивно заземленной нейтралью к РУ через один выключатель к РУ 110-220 кВ

*Таблица 20. Входные SV потоки ИЭУ ШЭТ 211.01-2*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | SV поток | Обозначение по МЭК 61850 | Источник | Примечание |
| 1 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ЭТТ1 В (В1) ВН трансформатора | 1 канал |
| 2 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ЭТТ2 В (В1) ВН трансформатора | 2 канал |
| 3 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ЭТТ1 ОВ (В2) ВН | 1 канал |
| 4 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ЭТТ2 ОВ (В2) ВН | 2 канал |
| 5 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС1 стороны СН трехобмоточного трансформатора или стороны НН двухобмоточного трансформатора или стороны НН1 расщепленного трансформатора | 1 канал |
| 6 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС2 стороны СН трехобмоточного трансформатора или стороны НН двухобмоточного трансформатора или стороны НН1 расщепленного трансформатора | 2 канал |
| 7 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС1 стороны НН трехобмоточного трансформатора или стороны НН2 расщепленного трансформатора | 1 канал |
| 8 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС2 стороны НН  трехобмоточного трансформатора или стороны НН2 расщепленного трансформатора | 2 канал |
| № | SV поток | Обозначение по МЭК 61850 | Источник | Примечание |
| 9 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС1 (НН, СН) | 1 канал |
| 10 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС2 (НН, СН) | 2 канал |
| 11 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС1 (НН, СН) | 1 канал |
| 12 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС2 (НН, СН) | 2 канал |
| 13 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС1 (НН, СН) | 1 канал |
| 14 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС2 (НН, СН) | 2 канал |
| 15 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС1 (НН, СН) | 1 канал |
| 16 | Ia, Ib, Ic | TCTR1.AmpSv, TCTR2.AmpSv, TCTR3.AmpSv | ПАС2 (НН, СН) | 2 канал |
| 17 | Iн | TCTR1.AmpSv | ПАС1 РЗН | 1 канал |
| 18 | Iн | TCTR1.AmpSv | ПАС2 РЗН | 2 канал |
| 19 | Iн | TCTR1.AmpSv | ПАС1 РЗН | 1 канал |
| 20 | Iн | TCTR1.AmpSv | ПАС2 РЗН | 2 канал |
| 21 | Ua, Ub, Uc | TVTR1.VolSv, TVTR2.VolSv, TVTR3.VolSv | ПАС ТН (НН, СН) | 1 канал |
| 22 | Ua, Ub, Uc | TVTR1.VolSv, TVTR2.VolSv, TVTR3.VolSv | ПАС ТН (НН, СН) | 2 канал |
| 23 | Ua, Ub, Uc | TVTR1.VolSv, TVTR2.VolSv, TVTR3.VolSv | ЭТН1 ВН трехобмоточного трансформатора | 1. канал/ 2. канал |
| 24 | Ua, Ub, Uc | TVTR1.VolSv, TVTR2.VolSv, TVTR3.VolSv | ЭТН2 ВН трехобмоточного трансформатора | 1. канал/ 2. канал |

*Таблица 21 .Внутренние дискретные цепи ИЭУ ШЭТ 211.01-2*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Дискретный сигнал | Направление | Примечание |
| 1 | Дверь шкафа открыта | Вход |  |
| 2 | Общешкафная лампа | Выход |  |

*Таблица 22. Входные GOOSE сообщения ИЭУ ШЭТ 211.01-2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | | Наименование сигнала | | | Источник | | | | Класс сообщения | | Регистрируемые дискретные сигналы (для внутреннего и независимого РАС) | | Примечание |
| Физический | | Логический (по МЭК  61850) | | Наименование в осциллограмме | Пуск |
| 1 | | Положение В1 (A, B, C) | | | ПДС1, ПДС2 ячейки В1 | | XCBR.Pos | | I | | Вх\_В1\_Х.включен,  Вх\_В1\_Х.отключен[[1]](#footnote-1) | - |  |
| 2 | | Положение Р1 В1 (A, B, C) | | | ПДС1, ПДС2 ячейки В1 | | XSWI.Pos | | II | | Вх\_Р1-В1\_Х.включен,  Вх\_Р1-В1\_Х.отключен | - |  |
| 3 | | Положение Р2 В1 (A, B, C) | | | ПДС1, ПДС2 ячейки В1 | | XSWI.Pos | | II | | Вх\_Р2-В1\_Х.включен,  Вх\_Р2-В1\_Х.отключен | - |  |
| 4 | | ЗНФ В1 | | | ПДС1 ячейки В1 | | XCBR.Dsc | | I | | Вх\_В1\_ЗНФ. срабатывание | - |  |
| 5 | | Положение В2  (A, B, C) | | | ПДС1, ПДС2 ячейки В2 | | XCBR.Pos | | I | | Вх\_В2\_Х.включен,  Вх\_В2\_Х.отключен | - |  |
| 6 | | | Положение Р1 В2 (A, B, C) | ПДС1, ПДС2 ячейки В2 | | XSWI.Pos | | | | II | Вх\_Р1-В2\_Х.включен,  Вх\_Р1-В2\_Х.отключен | - |  |
| 7 | | | Положение Р2 В2 (A, B, C) | ПДС1, ПДС2 ячейки В2 | | XSWI.Pos | | | | II | Вх\_Р2-В2\_Х.включен,  Вх\_Р2-В2\_Х.отключен | - |  |
| 8 | | | ЗНФ В2 | ПДС1 ячейки В2 | | XCBR.Dsc | | | | I | Вх\_В2\_ЗНФ. срабатывание | - |  |
| 9 | | | Положение В (A, B, C) | ПДС1, ПДС2  ячейки В | | XCBR.Pos | | | | I | Вх\_В\_Х.включен,  Вх\_ В\_Х.отключен | - |  |
| 10 | | | Положение Р1 В (A, B, C) | ПДС1, ПДС2 ячейки В | | XSWI.Pos | | | | II | Вх\_Р1-В\_Х.включен,  Вх\_Р1-В\_Х.отключен | - |  |
| 11 | | | Положение Р2 В  (A, B, C) | ПДС1, ПДС2 ячейки В | | XSWI.Pos | | | | II | Вх\_Р2-В\_Х.включен,  Вх\_Р2-В\_Х.отключен | - |  |
| 12 | | | Положение Р3 В (A, B, C) | ПДС1, ПДС2  ячейки В | | XSWI.Pos | | | | II | Вх\_Р3-В\_Х.включен,  Вх\_Р3-В\_Х.отключен | - |  |
| 13 | | | Положение Р4 В (A, B, C) | ПДС1, ПДС2  ячейки В | | XSWI.Pos | | | | II | Вх\_Р4-В\_Х.включен,  Вх\_Р4-В\_Х.отключен | - |  |
| 14 | | | Контроль ЭМВ В  (A, B, C) | ПДС1, ПДС2  ячейки В | | SCBR.ColA lm1 | | | | II | Вх\_В\_Х\_контрЭМВ.ср  абатывание | - |  |
| 29 | | Срабатывание сигнальной ступени ГЗ Т | | ПДС1, ПДС2 Т | | | SIML.GasIn sAlm | | I | Вх\_ГЗсигн.срабатыван ие | - |  |
| 30 | | Срабатывание отключающей ступени ГЗ Т | | ПДС1, ПДС2 Т | | | SIML.GasIn  sTr | | I | Вх\_ГЗоткл.срабатыван ие | + |  |
| 31 | | Неисправность цепей откл. ступени газового реле Т | | ПДС1, ПДС2 Т | | | SIML.Healt  h | | I | Вх\_ГЗнеисп.срабатыва ние | - |  |
| 32 | | Срабатывание струйного реле РПН | | ПДС1, ПДС2 Т | | | SIML.GasFl wTr | | I | Вх\_ГЗРПН.срабатыван  ие | + |  |
| 33 | | Неисправность цепей струйного реле РПН | | ПДС1, ПДС2 Т | | | SIML.Healt  h | | I | Вх\_ГЗРПНнеисп.сраба тывание | - |  |
| 34 | | Аварийная температура масла Т | | ПДС1, ПДС2 Т | | | STMP.Trip | | I | Вх\_мсл\_ав.срабатыван ие | + |  |
| 35 | | Неисправность цепи аварийного откл. Т по температуре масла | | ПДС1, ПДС2 Т | | | STMP.Healt  h | | I | Вх\_мсл\_неисп.срабаты вание | + |  |
| 36 | | Повышение температуры масла Т | | ПДС1, ПДС2 Т | | | STMP.Alm | | I | Вх\_мсл\_сигн.срабатыв ание | - |  |
| 37 | | Аварийная температура обмотки Т | | ПДС1, ПДС2 Т | | | STMP.Trip | | I | Вх\_обм\_ав.срабатыван ие | + |  |
| 38 | | Неисправность цепи аварийного откл. Т по температуре обмотки | | ПДС1, ПДС2 Т | | | STMP.Healt  h | | I | Вх\_обм\_неисп.срабаты вание | + |  |
| 39 | | Повышение температуры обмотки Т | | ПДС1, ПДС2 Т | | | STMP.Alm | | I | Вх\_обм\_сигн.срабатыв ание | - |  |
| 40 | | Отказ системы охлаждения | | ПДС1, ПДС2 Т | | | CCGR.Pmp  Alm | | I | Вх\_СО\_авария.срабат ывание | - |  |
| 41 | | Положение ВВ (НН, СН) | | ИЭУ РЗА | | | XCBR.Pos | | I | Вх\_ВВ\_(НН,СН).откл ючен | + |  |
| 42 | | Положение ВВ (НН, СН) | | ИЭУ РЗА | | | XCBR.Pos | | I | Вх\_ВВ\_(НН,СН).откл ючен | + |  |
| 43 | | Положение ВВ (НН, СН) | | ИЭУ РЗА | | | XCBR.Pos | | I | Вх\_ВВ\_(НН,СН).откл ючен | + |  |
| 44 | | Положение ВВ (НН, СН) | | ИЭУ РЗА | | | XCBR.Pos | | I | Вх\_ВВ\_(НН,СН).откл ючен | + |  |
| 45 | | Срабатывание ЗДЗ секции (НН, СН) | | ИЭУ ЗДЗ | | | PTRC.Op | | I | Вх\_ЗДЗ(НН,СН).сраба тывание | + |  |
| 46 | | Срабатывание ЗДЗ секции (НН, СН) | | ИЭУ ЗДЗ | | | PTRC.Op | | I | Вх\_ЗДЗ(НН,СН).сраба тывание | + |  |
| 47 | | Срабатывание ЗДЗ секции (НН, СН) | | ИЭУ ЗДЗ | | | PTRC.Op | | I | Вх\_ЗДЗ(НН,СН).сраба тывание | + |  |
| 48 | | Срабатывание ЗДЗ секции (НН, СН) | | ИЭУ ЗДЗ | | | PTRC.Op | | I | Вх\_ЗДЗ(НН,СН).сраба тывание | + |  |
| 49 | | Срабатывание УРОВ ввода (НН, СН) | | ИЭУ РЗА | | | RBRF.OpE  x | | I | Вх\_УРОВ\_(НН,СН).ср абатывание | + |  |
| 50 | | Пуск по напряжению от ТН секций (НН, СН) | | ИЭУ ТН  (НН, СН) | | | PTRC.Op | | I | Вх\_Uпуск(НН,СН).сра батывание | - |  |
| 51 | | Пуск по напряжению от ТН секций (НН, СН) | | ИЭУ ТН  (НН, СН) | | | PTRC.Op | | I | Вх\_Uпуск(НН,СН).сра батывание | - |  |
| 52 | | Пуск по напряжению от ТН секций (НН, СН) | | ИЭУ ТН  (НН, СН) | | | PTRC.Op | | I | Вх\_Uпуск(НН,СН).сра батывание | - |  |
| 53 | | Пуск по напряжению от ТН секций (НН, СН) | | ИЭУ ТН  (НН, СН) | | | PTRC.Op | | I | Вх\_Uпуск(НН,СН).сра батывание | - |  |
| 54 | | Отключение от ТЗНП смежного Т | | ИЭУ РЗА | | | PTRC.Op | | I | Вх\_ОтклОтСмежТ.сра батывание | + |  |
| 55 | | Внешнее отключение | | ИЭУ РЗА  (ДЗШ, ДЗО) | | | PTRC.Op | | I | Вх\_ВнешОткл.срабаты вание | + |  |
| 56 | | Запрет АПВ | | ИЭУ РЗА | | | PTRC.Op | | I | Вх\_запрАПВ.срабатыв ание | - |  |
| 57 | | Пуск УРОВ | | ИЭУ РЗА | | | PTRC.Op | | I | Вх\_пускУРОВ.срабаты вание | + |  |

*Таблица 23 Выходные GOOSE сообщения ИЭУ ШЭТ 211.01-2*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование сигнала | Обозначение по МЭК 61850 | Приемник | Класс  сообщения | Примечание |
| 1 | Аварийно отключить В (В1) ВН | HVCB1PTRC1.Tr | ПДС1, ПДС2 В (В1) ВН | I |  |
| 2 | Запрет АПВ В1 ВН | HVCB1BARPTRC1.Op | ИЭУ РЗА (АПВ В1 ВН) | I |  |
| 3 | Пуск УРОВ В1 ВН | HVCB1BRFPTRC1.Op | ИЭУ РЗА (УРОВ В1 ВН) | I |  |
| 4 | Срабатывание ПО УРОВ НН | HVCB1BRFPTRC2.Op | ИЭУ РЗА (УРОВ В1 ВН) | I |  |
| 5 | Аварийно отключить ОВ (В2) ВН | HVCB2PTRC1.Tr | ПДС1, ПДС2 ОВ (В2) ВН | I |  |
| 6 | Запрет АПВ ОВ (В2) ВН | HVCB2RECPTRC1.Op | ИЭУ РЗА (АПВ ОВ(В2) ВН) | I |  |
| 7 | Пуск УРОВ ОВ (В2) ВН | HVCB2BRFPTRC1.Op | ИЭУ РЗА (УРОВ ОВ(В2) ВН) | I |  |
| 8 | Срабатывание ПО УРОВ НН | HVCB2BRFPTRC2.Op | ИЭУ РЗА (УРОВ ОВ(В2) ВН) | I |  |
| 9 | Отключить В НН1 с АПВ | LVCB1PTRC1.Op | ИЭУ РЗА ВВ НН1 | I |  |
| 10 | Отключить В НН1 без АПВ | LVCB1PTRC2.Op | ИЭУ РЗА ВВ НН1 | I |  |
| 11 | Запрет АВР НН1 | LV1BTSPTRC1.Op | АВР секции НН1 | I |  |
| 12 | Отключить В НН2 с АПВ | LVCB2PTRC1.Op | ИЭУ РЗА ВВ НН2 | I |  |
| 13 | Отключить В НН2 без АПВ | LVCB2PTRC2.Op | ИЭУ РЗА ВВ НН2 | I |  |
| 14 | Запрет АВР НН2 | LV2BTSPTRC1.Op | АВР секции НН2 | I |  |
| 15 | Отключить В НН3 с АПВ | LVCB3PTRC1.Op | ИЭУ РЗА ВВ НН3 | I |  |
| 16 | Отключить В НН3 без АПВ | LVCB3PTRC2.Op | ИЭУ РЗА ВВ НН3 | I |  |
| 17 | Запрет АВР НН3 | LV3BTSPTRC1.Op | АВР секции НН3 | I |  |
| 18 | Отключить В НН4 с АПВ | LVCB4PTRC1.Op | ИЭУ РЗА ВВ НН4 | I |  |
| 19 | Отключить В НН4 без АПВ | LVCB4PTRC2.Op | ИЭУ РЗА ВВ НН4 | I |  |
| 20 | Запрет АВР НН4 | LV4BTSPTRC1.Op | АВР секции НН4 | I |  |
| 21 | Аварийно отключить В СН1 | MVCB1PTRC1.Tr | ПДС1, ПДС2 В СН1 | I |  |
| № | Наименование сигнала | Обозначение по МЭК 61850 | Приемник | Класс  сообщения | Примечание |
| 22 | Запрет АПВ В СН1 | MVCB1BARPTRC1.Op | ИЭУ РЗА (АПВ В СН1) | I |  |
| 23 | Пуск УРОВ В СН1 | MVCB1BRFPTRC1.Op | ИЭУ РЗА (УРОВ СН1) | I |  |
| 24 | Срабатывание ПО УРОВ НН | MVCB1BRFPTRC2.Op | ИЭУ РЗА (УРОВ СН1) | I |  |
| 25 | Аварийно отключить В СН2 | MVCB2PTRC1.Tr | ПДС1, ПДС2 В СН2 | I |  |
| 26 | Запрет АПВ В СН2 | MVCB2BARPTRC1.Op | ИЭУ РЗА (АПВ В СН2) | I |  |
| 27 | Пуск УРОВ В СН2 | MVCB2BRFPTRC1.Op | ИЭУ РЗА (УРОВ СН2) | I |  |
| 28 | Срабатывание ПО УРОВ НН | MVCB2BRFPTRC2.Op | ИЭУ РЗА (УРОВ СН2) | I |  |
| 29 | Отключить смежный Т | PTR2PTRC1.Op | ИЭУ РЗА смеж. Т | I |  |
| 30 | Аварийно отключить СВ ВН | HVCB3PTRC1.Tr | ПДС1, ПДС2 СВ ВН | I |  |
| 31 | Аварийно отключить ШСВ ВН | HVCB4PTRC1.Tr | ПДС1, ПДС2 ШСВ ВН | I |  |
| 32 | Аварийно отключить СВ СН | MVCBPTRC1.Tr | ПДС1, ПДС2 СВ СН | I |  |
| 33 | Контроль тока ЗДЗ НН | ARCPTOC1.Op | ИЭУ ЗДЗ НН | I |  |
| 34 | Контроль тока ЗДЗ СН | ARCPTOC2.Op | ИЭУ ЗДЗ СН | I |  |
| 35 | Пуск пожаротушения | SFRPTRC1.Op | ИЭУ АПТ | I |  |
| 36 | Трансформатор обесточен | DNGPTRC1.Op | ИЭУ АПТ | I |  |
| 37 | Закрытие отсечного клапана | SHVPTRC1.Op | ПДС1, ПДС2 Т | I |  |
| 38 | Пуск охлаждения 1 ступени | SCSPTOC1.Op | ПДС1, ПДС2 Т | II |  |
| 39 | Пуск охлаждения 2 ступени | SCSPTOC2.Op | ПДС1, ПДС2 Т | II |  |
| 40 | Блокировка РПН | LTCPTOC1.Op | ПДС1, ПДС2 Т | II |  |
| 41 | Включить В ВН | CSWI1.OpCls | ПДС1, ПДС2 В ВН, РЗА СШ | I |  |
| 42 | Отключить В ВН | CSWI1.OpOpn | ПДС1, ПДС2 В ВН | I |  |
| 43 | Включить В ВН от АПВ | RREC1.OpCls | ПДС1, ПДС2 В ВН, РЗА СШ | I |  |
| 44 | Срабатывание УРОВ ВН | RBRF1.OpEx | ИЭУ РЗА | I |  |

*Таблица 24. Функциональные клавиши со светодиодной индикацией ИЭУ ШЭТ 211.01-2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Назначение ФК | | | Краткое наименование ФК | Состояние индикации «0» светодиода | Состояние индикации «1» светодиода | Режим сигнализации светодиода | Примечание |
| 1 | Режим управления ИЭУ (М/Д) | | | Управление ИЭУ | Дистанционное | Местное | Без фиксации |  |
| 2 | Управление режимом работы комплекта | | | Комплект | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 3 | Активация меню изменения группы уставок на ИЧМ ИЭУ с начальным экраном ввода пароля | | | Группа уставок | - | - | - |  |
| 4 | Управление режимом работы отключающей ступени ГЗ Т | | | Режим работы ГЗ | Отключение | Сигнализация | Без фиксации |  |
| 5 | Управление режимом работы ГЗ РПН | | | Режим работы ГЗ РПН | Отключение | Сигнализация | Без фиксации |  |
| № | | Назначение ФК | Краткое наименование ФК | | Состояние индикации «0» светодиода | Состояние индикации «1» светодиода | Режим сигнализации светодиода | Примечание |
| 6 | | Управление режимом работы ДЗТ | ДЗТ | | Введено | Блокировано | Без фиксации |  |
| 7 | | Сброс блокировки ГЗ, ТЗ после блокирования при неисправности цепях ГЗ, ТЗ | Сброс блок. ГЗ, ТЗ | | - | - | - |  |
| 8 | | Действие защит на В (В1) ВН | Действие на В (В1) ВН | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 9 | | Действие защит на ОВ (В2) ВН | Действие на ОВ (В2) ВН | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 10 | | Действие защит на (НН, СН) | Действие на (НН, СН) | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 11 | | Действие защит на (НН, СН) | Действие на (НН, СН) | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 12 | | Действие защит на (НН, СН) | Действие на (НН, СН) | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 13 | | Действие защит на (НН, СН) | Действие на (НН, СН) | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 14 | | Отключение ст. ВН смежного Т | Откл. ВН смеж. Т | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 15 | | Отключение СВ ВН | Откл. СВ ВН | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 16 | | Отключение ШСВ ВН | Откл. ШСВ ВН | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 17 | | Отключение СВ СН | Откл. СВ СН | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 18 | | Действие защит в АПТ | АПТ | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 19 | | Действие на отсечной клапан | ОК | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 20 | | Управление режимом работы ДЗО (НН, СН) | ДЗО (НН, СН) | | Введено | Блокировано | Без фиксации |  |
| 21 | | Управление режимом блокировки при неисправности ЦТ | Режим блокировки ДЗО (НН, СН) | | Блокирование | Сигнализация | Без фиксации |  |
| 22 | | Управление режимом работы ДЗО (НН, СН) | ДЗО (НН, СН) | | Введено | Блокировано | Без фиксации |  |
| 23 | | Управление режимом блокировки при неисправности ЦТ | Режим блокировки ДЗО (НН, СН) | | Блокирование | Сигнализация | Без фиксации |  |
| 24 | | Выбор SV потока напряжения ВН | Выбор SV напряжения ВН | | Рабочий | Резервный | Без фиксации |  |
| 25 | | Управление режимом работы АПВ ВН | АПВ ВН | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |
| 26 | | Режим АПВ ВН КОНЭ1+КННЭ2 | ВН  ОНЭ1+ННЭ2 | | Выведено | Введено | Без фиксации |  |
| 27 | | Режим АПВ ВН КОНЭ2+КННЭ1 | ВН  ОНЭ2+ННЭ1 | | Выведено | Введено | Без фиксации |  |
| 28 | | Режим АПВ ВН без контролей | ВН Без контролей | | Выведено | Введено | Без фиксации |  |
| 29 | | Управление режимом работы УРОВ ВН | УРОВ ВН | | Введено | Выведено | Без фиксации |  |

*Таблица 25. Светодиодная сигнализация ИЭУ ШЭТ 211.01-2*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Функциональное назначение светодиода | Обозначение на лицевой панели ИЭУ | Режим сигнализации | Примечание |
| 1 | Внешнее отключение | Внеш. откл. | С фиксацией |  |
| 2 | Срабатывание защит от внутренних повреждений | Защиты от внутр.  повреждений | С фиксацией |  |
| 3 | Срабатывание технологических защит на отключение | ТЗ откл. | С фиксацией |  |
| 4 | Срабатывание резервных защит | Рез. защиты | С фиксацией |  |
| 5 | Срабатывание ЗНР | ЗНР | С фиксацией |  |
| 6 | Срабатывание ДЗО | ДЗО | С фиксацией |  |
| 7 | Срабатывание отключающей ступени ГЗ | Сраб. откл. ст. ГЗ | С фиксацией |  |
| 8 | Срабатывание сигнальной ступени ГЗ | Сраб. сигн. ст. ГЗ | С фиксацией |  |
| 9 | Срабатывание технологических защит на сигнал | ТЗ сигнал | С фиксацией |  |
| 10 | Срабатывание защиты от перегрузки | ЗП | С фиксацией |  |
| 11 | Срабатывание КИ НН | КИ НН | С фиксацией |  |
| 12 | Пуск ЗПО | Пуск ЗПО | Без фиксации |  |
| 13 | Срабатывание УРОВ ВН | Срабатывание УРОВ ВН | С фиксацией |  |
| 14 | Срабатывание АПВ ВН | Срабатывание АПВ ВН | С фиксацией |  |
| 15 | Срабатывание ЗНФ ВН | Срабатывание ЗНФ ВН | С фиксацией |  |
| 16 | Неисправность цепей напряжения НН | Неиспр. ЦН НН | С фиксацией |  |
| 17 | Неисправность цепей напряжения ВН | Неиспр. ЦН ВН | С фиксацией |  |
| 18 | Неисправность цепей тока | Неиспр. ЦТ | С фиксацией |  |
| 19 | Неисправность цепей ГЗ Т | Неиспр. ГЗ Т | С фиксацией |  |
| 20 | Неисправность цепей ГЗ РПН | Неиспр. ГЗ РПН | С фиксацией |  |
| 21 | Неисправность цепей ТЗ Т | Неиспр. ТЗ Т | С фиксацией |  |
| 22 | Неисправность выключателя ВН | Неиспр. В | С фиксацией |  |
| 23 | Неисправность шины станции порт A | Неиспр. ШС-A | С фиксацией |  |
| 24 | Неисправность шины станции порт B | Неиспр. ШС-B | С фиксацией |  |
| 25 | Неисправность шины процесса порт A | Неиспр. ШП-A | С фиксацией |  |
| 26 | Неисправность шины процесса порт B | Неиспр. ШП-B | С фиксацией |  |
| 27 | Потеря GOOSE сообщений | Потеря GOOSE | С фиксацией |  |
| 28 | Потеря SV потока | Потеря SV | С фиксацией |  |
| 29 | Подключение SV потоков по измерительным цепям ОВ | Подключены SV ОВ | Без фиксации |  |

***Алгоритм выбора типовых шкафовРЗА (для III архитектуры)***

Таблица 26. Применимость шкафов ШЭТ РЗА автотрансформаторов и трансформаторов для III архитектуры

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Присоединение  (элемент схемы) | Вариант исполнения | Шкафы ШЭТ | | | Функции ИТС в составе ИЭУ | Примечание | | |
| Трансформатор 110-220 кВ | Подключение Т к РУ ВН через один  выключатель.  Схемы РУ №9,  12, 13, 13Н, 14; ошиновка НН | 211.01-2 | | | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН,  ДЗО (НН, СН) 2 экз., МТЗ/U ВН,  ТЗНП ВН, МТЗ/U (НН, СН) 2 экз., КИ  (НН, СН) 2 экз., ТЗНП РЗН 2 экз., ЗП ВН,  ЗП (НН, СН) 2 экз., ТК ЗДЗ, ПО УРОВ  НН, ЗНР, УРОВ, АПВ, КСН, АУВ, РАС | ДЗТ, ДЗО НН, выключатель В ВН, резервные защиты  (1, 2 комплекты) | | |
| 151.01-1 | | | МТЗ/U, ЛЗШ, ЗОП, УРОВ, АПВ, АУВ, РАС | Выключатель В  СН, МТЗ ввода СН (для трех- обмоточного Т) | | |
| 400.01-2 | | | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | S≥200 МВА | | |
| Трансформатор  110-220 кВ | Подключение  Т к РУ ВН через два  выключателя. Схемы РУ  №6Н, 7, 8, 9АН | 211.01-2 | | | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН,  ДЗО (НН, СН) 2 экз., МТЗ/U ВН,  ТЗНП ВН, МТЗ/U (НН, СН) 2 экз., КИ  (НН, СН) 2 экз., ТЗНП РЗН 2 экз., ЗП ВН,  ЗП (НН, СН) 2 экз., ТК ЗДЗ, ПО УРОВ  НН, ЗНР, УРОВ, АПВ, КСН, АУВ, РАС | ДЗТ, ДЗО НН, резервные защиты (1, 2 комплекты) | | |
| 441.01-2 | | | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | ДЗО ВН, выключатель В1  ВН, выключатель  В2 ВН  (1, 2 комплекты) | | |
| 151.01-1 | | | МТЗ/U, ЛЗШ, ЗОП, УРОВ, АПВ, АУВ, РАС | Выключатель В  СН, МТЗ ввода СН (для трех- обмоточного Т) | | |
| 400.01-2 | | | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | S≥200 МВА | | |
| Трансформатор  110-220 кВ | Подключение  Т к РУ ВН через два  выключателя.  Схема РУ  №12Н; ошиновка НН | 211.01-2 | | | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН,  ДЗО (НН, СН) 2 экз., МТЗ/U ВН,  ТЗНП ВН, МТЗ/U (НН, СН) 2 экз., КИ  (НН, СН) 2 экз., ТЗНП РЗН 2 экз., ЗП ВН,  ЗП (НН, СН) 2 экз., ТК ЗДЗ, ПО УРОВ  НН, ЗНР, УРОВ, АПВ, КСН, АУВ, РАС | ДЗТ, ДЗО НН, резервные защиты (1, 2 комплекты) | | |
| 441.01-2 | | | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | выключатель В1  ВН, выключатель  В2 ВН  (1, 2 комплекты) | | |
| 151.01-1 | | | МТЗ/U, ЛЗШ, ЗОП, УРОВ, АПВ, АУВ, РАС | Выключатель В  СН, МТЗ ввода СН (для трех- обмоточного Т) | | |
| Трансформатор  110-220 кВ | Подключение Т к РУ ВН через один  выключатель.  Схемы РУ №9,  12, 13, 13Н, 14; ошиновка НН1,  НН2 | | 211.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН,  ДЗО (НН, СН) 2 экз., МТЗ/U ВН,  ТЗНП ВН, МТЗ/U (НН, СН) 2 экз., КИ  (НН, СН) 2 экз., ТЗНП РЗН 2 экз., ЗП ВН,  ЗП (НН, СН) 2 экз., ТК ЗДЗ, ПО УРОВ  НН, ЗНР, УРОВ, АПВ, КСН, АУВ, РАС | | | ДЗТ, ДЗО НН, выключатель В ВН, резервные защиты (1, 2 комплекты) |
| 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | | | S≥200 МВА |
| Трансформатор  110-220 кВ | Подключение  Т к РУ ВН через два  выключателя.  Схема РУ  №9Н; ошиновка НН | | 211.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ Т, ТЗ Т, ГЗ РПН,  ДЗО (НН, СН) 2 экз., МТЗ/U ВН,  ТЗНП ВН, МТЗ/U (НН, СН) 2 экз., КИ  (НН, СН) 2 экз., ТЗНП РЗН 2 экз., ЗП ВН,  ЗП (НН, СН) 2 экз., ТК ЗДЗ, ПО УРОВ  НН, ЗНР, УРОВ, АПВ, КСН, АУВ, РАС | | | ДЗТ, ДЗО НН, резервные защиты (1, 2 комплекты) |
| 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | | | ДЗО ВН, выключатель В1  ВН, выключатель  В2 ВН;  КСЗ, ЗНР  (1, 2 комплекты) |
| 451.01-2 | СЗ (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН, БК),  ЗНР, АОДС, УРОВ, АПВ, КСН, ЗНФ, АУВ, РАС | | | Резервные защиты СВ |
| 151.01-1 | МТЗ/U, ЛЗШ, ЗОП, УРОВ, АПВ, АУВ, РАС | | | Выключатель В  СН, МТЗ ввода СН (для трех- обмоточного Т) |
| 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | | | S≥200 МВА |
| Автотрансфор  матор 220 кВ | Подключение АТ к РУ ВН,  СН через один выключатель Схемы РУ №9,  12, 13, 13Н, 14; ошиновка НН | | 211.02-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ  ЛРТ, ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, ДЗО НН, МТЗ/U  НН, КИ НН, БНН НН, ЗП ВН, ЗП ОО, ЗП  НН, ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН, УРОВ ВН,  АПВ ВН, КСН ВН, ЗНФ ВН, АУВ ВН,  УРОВ СН, АПВ СН, КСН СН, ЗНФ СН,  АУВ СН, РАС | | | ДЗТ, ДЗО НН, выключатель В  ВН, выключатель  В СН  (1, 2 комплекты) |
| 410.01-2 | СЗ ВН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН,  БК), ЗНР ВН, СЗ СН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ,  ОУ, АУ, БНН, БК), ЗНР СН, БНН НН, РАС | | | Резервные защиты ВН, СН |
| 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | | | S≥200 МВА |
| Автотрансфор  матор 220 кВ | Подключение  АТ к РУ ВН,  СН через два выключателя.  Схемы РУ  №6Н, 7, 8,  9АН, 17 | | 211.02-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ  ЛРТ, ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, ДЗО НН, МТЗ/U  НН, КИ НН, БНН НН, ЗП ВН, ЗП ОО, ЗП НН, ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН, УРОВ ВН,  АПВ ВН, КСН ВН, ЗНФ ВН, АУВ ВН,  УРОВ СН, АПВ СН, КСН СН, ЗНФ СН,  АУВ СН, РАС | | | ДЗТ, ДЗО НН  (1, 2 комплекты) |
| 410.01-2 | СЗ ВН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН,  БК), ЗНР ВН, СЗ СН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ,  ОУ, АУ, БНН, БК), ЗНР СН, БНН НН, РАС | | | Резервные защиты ВН, СН |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | ДЗО ВН, выключатель В1  ВН, выключатель  В2 ВН; ДЗО СН, выключатель В1  СН, выключатель  В2 СН | |
| 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | S≥200 МВА | |
| Автотрансфор  матор 220 кВ | Подключение  АТ к РУ ВН,  СН через два выключателя.  Схема РУ ВН  №9Н;  Схемы РУ СН №6Н, 7, 8,  9АН, 17 | 211.02-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ  ЛРТ, ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, ДЗО НН, МТЗ/U  НН, КИ НН, БНН НН, ЗП ВН, ЗП ОО, ЗП  НН, ТК ЗДЗ, ПО УРОВ НН, УРОВ ВН,  АПВ ВН, КСН ВН, ЗНФ ВН, АУВ ВН,  УРОВ СН, АПВ СН, КСН СН, ЗНФ СН,  АУВ СН, РАС | ДЗТ, ДЗО НН (1, 2 комплекты) | |
| 410.01-2 | СЗ ВН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН,  БК), ЗНР ВН, СЗ СН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ,  ОУ, АУ, БНН, БК), ЗНР СН, БНН НН, РАС | Резервные защиты ВН, СН | |
| 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | ДЗО ВН, выключатель В1  ВН, выключатель  В2 ВН; ДЗО СН, выключатель В1  СН, выключатель  В2 СН | |
| 451.01-2 | СЗ (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН, БК),  ЗНР, АОДС, УРОВ, АПВ, КСН, ЗНФ, АУВ, РАС | Резервные защиты СВ ВН | |
| 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | S≥200 МВА | |
| Автотрансфор матор 330-750 кВ | Подключение  АТ к РУ ВН  (500, 750 кВ), через два  выключателя.  Схемы РУ ВН  №6Н, 7, 17; подключение АТ к РУ CН  (220 кВ), через два  выключателя.  Схемы РУ СН №6Н, 7, 8,  9АН, 17; ошиновка НН | 311.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ ЛРТ, ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, КИВ ВН, КИВ СН,  ДЗО НН, МТЗ/U НН, КИ НН, БНН НН,  ЗП ВН, ЗП ОО, ЗП НН, ТК ЗДЗ, ПО  УРОВ НН, УРОВ СН, АПВ СН, КСН СН,  ЗНФ СН, АУВ СН, РАС | ДЗТ, ДЗО НН (1, 2 комплекты)  КИВ ВН, КИВ СН | |
| 410.01-2 | СЗ ВН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН,  БК), ЗНР ВН, СЗ СН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ,  ОУ, АУ, БНН, БК), ЗНР СН, БНН НН, РАС | Резервные защиты ВН, СН | |
| 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | ДЗО ВН, выключатель В1  ВН, выключатель В2 ВН (1, 2 комплекты) | |
| 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | ДЗО СН, выключатель В1  СН, выключатель В2 СН (1, 2 комплекты) | |
| 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | S≥200 МВА или U≥500 кВ | |
| Автотрансфор матор 330-750 кВ | Подключение  АТ к РУ ВН  (500, 750 кВ), через два  выключателя.  Схемы РУ ВН  №6Н, 7, 17; подключение АТ к РУ CН  (220 кВ), через два  выключателя.  Схема РУ СН  №9Н; ошиновка НН | 311.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ ЛРТ, ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, КИВ ВН, КИВ СН,  ДЗО НН, МТЗ/U НН, КИ НН, БНН НН,  ЗП ВН, ЗП ОО, ЗП НН, ТК ЗДЗ, ПО  УРОВ НН, УРОВ СН, АПВ СН, КСН СН,  ЗНФ СН, АУВ СН, РАС | | ДЗТ, ДЗО НН (1, 2 комплекты)  КИВ ВН, КИВ СН |
| 410.01-2 | СЗ ВН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН,  БК), ЗНР ВН, СЗ СН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ,  ОУ, АУ, БНН, БК), ЗНР СН, БНН НН, РАС | | Резервные защиты ВН, СН |
| 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | | ДЗО ВН, выключатель В1  ВН, выключатель В2 ВН (1, 2 комплекты) |
| 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | | ДЗО СН, выключатель В1  СН, выключатель В2 СН (1, 2 комплекты) |
| 451.01-2 | СЗ (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН, БК),  ЗНР, АОДС, УРОВ, АПВ, КСН, ЗНФ, АУВ, РАС | | Резервные защиты СВ ВН |
| 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | | S≥200 МВА или U≥500 кВ |
| Автотрансфор матор 330-750 кВ | Подключение  АТ к РУ ВН  (500, 750 кВ), через два  выключателя.  Схемы РУ ВН  №6Н, 7, 17; подключение АТ к РУ CН  (220 кВ), через два  выключателя.  Схема РУ СН  №12Н; ошиновка НН | 311.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ ЛРТ, ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, КИВ ВН, КИВ СН,  ДЗО НН, МТЗ/U НН, КИ НН, БНН НН,  ЗП ВН, ЗП ОО, ЗП НН, ТК ЗДЗ, ПО  УРОВ НН, УРОВ СН, АПВ СН, КСН СН,  ЗНФ СН, АУВ СН, РАС | | ДЗТ, ДЗО НН (1, 2 комплекты)  КИВ ВН, КИВ СН |
| 410.01-2 | СЗ ВН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН,  БК), ЗНР ВН, СЗ СН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ,  ОУ, АУ, БНН, БК), ЗНР СН, БНН НН, РАС | | Резервные защиты ВН, СН |
| 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | | ДЗО ВН, выключатель В1  ВН, выключатель В2 ВН (1, 2 комплекты) |
| 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | | Выключатель В1  СН, выключатель В2 СН (1, 2 комплекты) |
| 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | | S≥200 МВА или U≥500 кВ |
| Автотрансфор матор 330-750 кВ | Подключение АТ к РУ ВН (500, 750 кВ) к шинам. Схемы РУ ВН №15,  16; | 311.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗТ, ГЗ АТ, ТЗ АТ, ГЗ ЛРТ, ТЗ ЛРТ, ГЗ РПН, КИВ ВН, КИВ СН,  ДЗО НН, МТЗ/U НН, КИ НН, БНН НН,  ЗП ВН, ЗП ОО, ЗП НН, ТК ЗДЗ, ПО  УРОВ НН, УРОВ СН, АПВ СН, КСН СН,  ЗНФ СН, АУВ СН, РАС | | ДЗТ, ДЗО НН (1, 2 комплекты)  КИВ ВН, КИВ СН |
|  | подключение АТ к РУ CН  (220 кВ), через два  выключателя.  Схемы РУ СН №6Н, 7, 8,  9АН, 17; ошиновка НН | 410.01-2 | СЗ ВН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ, ОУ, АУ, БНН,  БК), ЗНР ВН, СЗ СН (ДЗ, ТНЗНП, МТЗ,  ОУ, АУ, БНН, БК), ЗНР СН, БНН НН, РАС | | Резервные защиты ВН, СН |
| 340.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗШ, КЦТ, БНН, УРОВ, РАС | | ДЗШ ВН (1, 2 комплекты) |
| 441.01-2 | ИЭУ1 (ИЭУ2): ДЗО, УРОВ В1, АПВ В1,  КСН В1, ЗНФ В1, АУВ В1, УРОВ В2,  АПВ В2, КСН В2, ЗНФ В2, АУВ В2, РАС | | Выключатель В1  СН, выключатель В2 СН (1, 2 комплекты) |
| 400.01-2 | АППож 6 экз., КОН МО 6 экз., РАС | | S≥200 МВА или U≥500 кВ |

***Контрольные вопросы к разделу 1***

1. Объясните отличия I и II архитектур ПС с точки зрения организации обмена информацией?
2. Объясните отличия I и III архитектур ПС с точки зрения организации обмена информацией?
3. Объясните отличия II и II архитектур ПС с точки зрения организации обмена информацией?
4. Объясните,имеется ли какая-либо разница между схемами подключений силовых трансформаторов к распределительным устройствам в I и II архитектурах цифровых *ПС*?
5. Объясните назначение *НКУ ИЭУ*.
6. перечислите общие требования к защитам силовых трансформаторов 220 кВ при проектировании цифровых ПС I и III архитектур.

***Раздел 2. Устройства сопряжения с шиной процесса***

Рассмотрим *ENMU* проихводства «Энергосервис». Конструктивно *ENMU* выполнены в металлическом корпусе, предназначенном для настенного монтажа (рис. 5, 6, 7). На левую панель *ENMU* выведены клеммы для подключения цепей тока (обмоток *ТТ* для измерения и защиты) и измерительных цепей напряжения (обмоток *ТН*). На правой расположены разъем для карты памяти, порт *USB*, интерфейсы *Ethernet* (разъемы «*LAN*»), *RS-485*, *CAN*, выходы *АПС* (клеммы «FAULT»), клеммы питания («POWER»), винт для заземления. На верхней и нижней панели располагаются дискретные входы/выходы.

## ***Назначение ENMU***

*ENMU* согласно стандарту *IEC 61869-13* является устройством сопряжения *SAMU* (*Stand-Alone Merging Unit).* Устройство сопряжения с шиной процесса *ENMU* осуществляет аналогово-цифровое преобразование входных сигналов от электромагнитных измерительных трансформаторов тока и напряжения, и передачу выборок значений (*SV*) по сети *Ethernet* в соответствии с *IEC* 61869-9.

*ENMU* подключается к «шине процесса» (Process Bus) с помощью цифровых интерфейсов и публикует потоки *SV*. На прием *SV* подписываются устройства, подключенные к «шине процесса» (например, цифровые терминалы релейной защиты, цифровые счетчики электроэнергии, системы контроля качества электроэнергии, устройства синхронных векторных измерений). *ENMU* обеспечивает передачу до четырех потоков SV. Состав сигналов в каждом потоке настраивается пользователем.

*ENMU* одновременно с публикацией *SV* обеспечивает передачу данных согласно *IEEE C37.118.2*, то есть является одновременно и устройством синхронизированных векторных измерений.

Опционально устройство *ENMU* через плату дополнительных интерфейсов позволяет осуществлять ввод/вывод дискретных сигналов, опрос внешних устройств, передачу дискретных и аналоговых данных по протоколам *МЭК 61850-1 (MMS, GOOSE),* *МЭК 60870-5-101/104, Modbus RTU/TCP*.



Рис. 5. Общий вид ENMU-Х/100-16/8-FX2E1-FX2E1A2C1

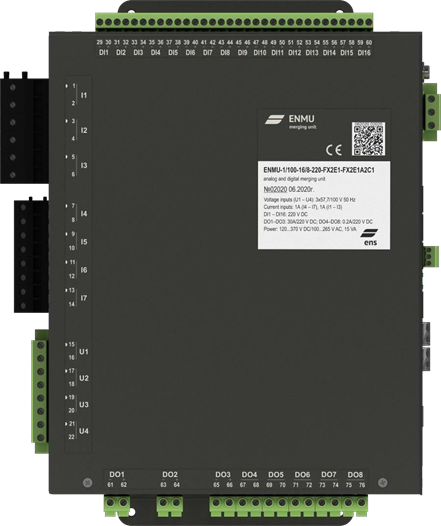


Рис. 6. Вид спереди ENMU-Х/100-16/8-FX2E1-FX2E1A2C1

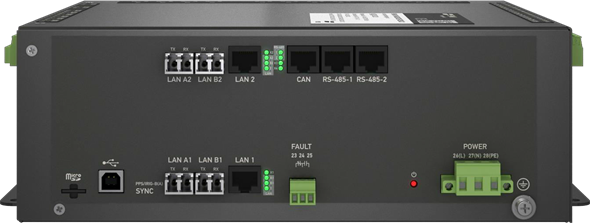


Рисунок 7. Вид со стороны интерфейсов ENMU-Х/100-16/8-FX2E1-FX2E1A2C1

## 

***Выдача потока МЭК 61850-9-2***

*ENMU* обеспечивает формирование потоков согласно *IEC 61850-9-2 SV80* (80 выборок за период промышленной частоты, что соответствует частоте дискретизации 4000 Гц), а также *SV256* (частота дискретизации 12800 Гц). Опционально доступна версия с поддержкой потоков *SV96* и *SV288*.

*ENMU* обеспечивает вывод до четырех потоков *SV*, состав сигналов в которых настраивается пользователем. Доступны напряжение, ток с *ИТТ*, ток с *ЗТТ*. Для каждого типа параметра настраивается разрешение (по умолчанию 0,001 для токаи 0,01 для напряжения) и коэффициенты трансформации. В потоке в качестве тока нулевой последовательности может передаваться измеренное или расчетное значение.

*ENMU* в зависимости от модификации обеспечивает передачу *SV* по цифровым интерфейсам *Ethernet* *100Base-FX* (разъемы типа *LC*, многомодовое волокно 62,5/125 и 50/125 мкм, длина волны – 1300 нм) или *100Base-TX* – интерфейсы *LAN А1, LAN B1*. *ENMU* обеспечивает поддержку протокола резервирования PRP в соответствии *IEC 62439-3*.

***Передача данных по МЭК 61850-8-1, МЭК-60870-104***

*ENMU* через дополнительные интерфейсы *LAN A2, LAN B2* обеспечивает публикацию *GOOSE* сообщений о состояниях встроенных дискретных входов и выходов, результаты логических выражений, диагностические сигналы, измерения, подписку на *GOOSE* сообщения, содержащие следующие типы данных: *Boolean, Quality, Timestamp, SPS, DPC, INT32, Float.*

В режиме «MMS сервер» *ENMU* поддерживает настраиваемые логические устройства (LD), настраиваемые логические узлы, настраиваемые наборы данных (Dataset), функции управления, небуферизируемые отчеты.

*ENMU* обеспечивает передачу синхронизированных векторных измерений до 100 значений в секунду, приведенных в *Таблице 28.*

***Таблица 27. Синхронизированные векторные измерения***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Обозначение** | **Phasor** | **RMS** |
| Действующее значение фазного напряжения | UA, UB, UC | + | + |
| Действующее значение фазного тока (измерительная обмотка) | IA, IB, IC | + | + |
| Действующее значение фазного тока (защитная обмотка) | IAp, IBp, ICp | + | + |
| Активная мощность фазы нагрузки | PA, PB, PC | - | + |
| Реактивная мощность фазы нагрузки | QA, QB, QC | - | + |
| Основная частота | F | - | + |
| Скорость изменения основной частоты | dF | - | + |
| Напряжение нулевой последовательности | U0 | + | + |
| Ток нулевой последовательности (измерительная обмотка) | I0 | + | + |
| Ток нулевой последовательности (защитная обмотка) | I0p | + | + |
| Активная мощность нулевой последовательности | P0 | - | + |
| Реактивная мощность нулевой последовательности | Q0 | - | + |

***Ввод/вывод дискретных сигналов***

*ENMU* в зависимости от модификации может иметь 16 встроенных дискретных входов и 10 или 8 дискретных выходов. В модификации *ENMU* с дополнительными интерфейсами количество дискретных сигналов может быть увеличить с помощью внешних устройств расширения. Управление дискретными выходами и передача состояний входов осуществляется по протоколам *МЭК 60870-104* (одно или двухпозиционное управление), *МЭК 61850-8-1 (MMS), Modbus TCP* через дополнительную группу интерфейсов (*LAN A2, LAN B2*).

***Цифровые интерфейсы***

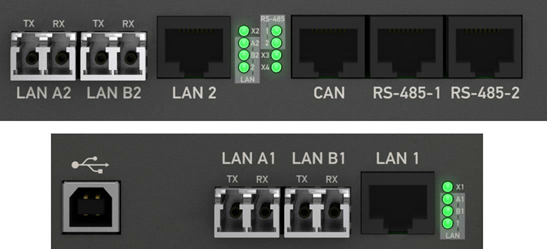
*ENMU* оборудован рядом интерфейсов, перечень и характеристики которых приведены ниже.

***Настройка устройства***

Необходимо установить и периодически обновлять программное обеспечение.

Конструктивно *ENMU* может состоять из двух блоков (плат):

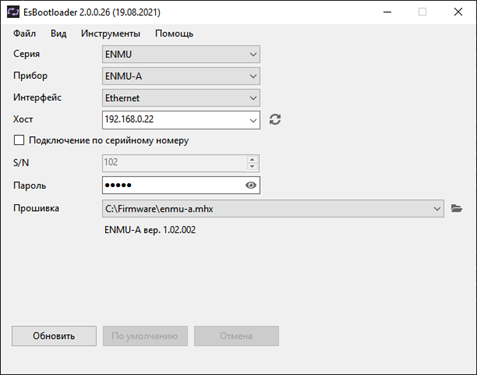
* Блок ENMU-A – для ввода преобразуемых в SV потоки аналоговых сигналов и для связи с шиной процесса. Схема интерфейсов блока приведена на рис. 9.
* Блок *ENMU-D* – (опциональный) для ввода и вывода дискретных сигналов, а также для связи с шиной станции. Схема интерфейсов блока приведена на рис. 10.

Рис. 8. Цифровые интерфейсы *ENMU*: основной набор (внизу) и дополнительный (сверху)

Для обновления микропрограммы запустите ПО «ESBootloader», далее следуйте нижеприведенным указаниям:

Выберите серию устройств *ENMU*;

* В зависимости от типа обновляемого блока (платы) выберите *ENMU-A* (рис. 9), или ENMU-D (рис. 10);
* Выберите интерфейс текущего подключения *Ethernet*;
* Укажите настройки подключения (*IP адрес*);
* Заполните поле «Пароль» (по умолчанию *admin*);
* Укажите файл с микропрограммой, при этом рядом отобразится номер версии прошивки.
* Нажмите кнопку «Обновить», после чего программа в автоматическом режиме
* начнет цикл подключения к устройству, стирания текущей прошивки, записи новой, перезагрузки устройства.

Рисунок 9. Обновление прошивки платы с аналоговыми входами на *ENMU*

Конфигурирование устройств *ENMU* осуществляется при помощи программного обеспечения «ES Конфигуратор» (блок *ENMU-A*) и «Конфигуратор ЭНКС» (блок *ENMU-D*).

*ПО* «ES Конфигуратор» предназначено для настройки параметров передачи данных в шину процесса (*SV* потоки), аналоговых входов и просмотра измеряемых параметров. Настройка осуществляется через интерфейсы *LAN A1/B1/1*. Экранная форма основного окна программы представлена на рисунке 11.

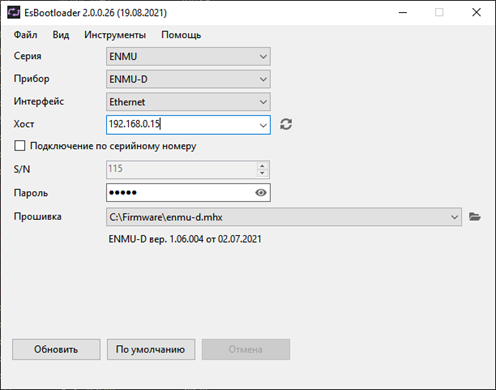


Рисунок 10. Обновление прошивки платы с дискретными входами и выходами на *ENMU*

*ПО* «Конфигуратор ЭНКС» предназначен для настройки передачи данных в шину подстанции (*MMS*, *GOOSE*), дискретных входов/выходов и просмотра измеряемых параметров. Настройка осуществляется через интерфейсы *LAN A2/B2/2*. Экранная форма основного окна программы представлена на рисунке 12.

Параметры авторизации для конфигурирования:

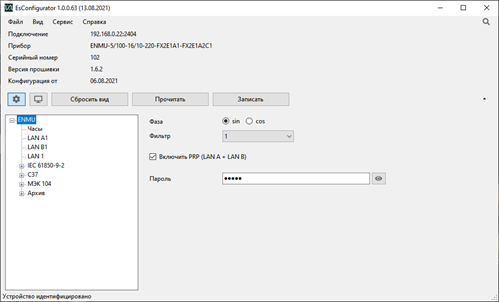
Логин: admin

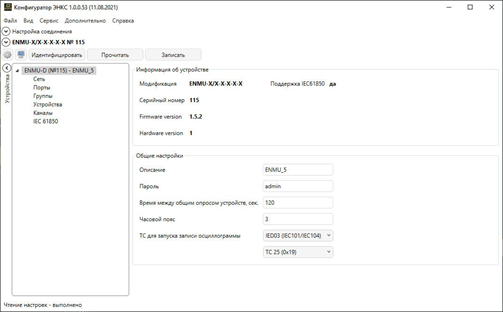
Пароль: admin

Порт для конфигурирования: 2404

IP адреса интерфейсов:

* Lan A1: 192.168.0.20
* Lan B1: 192.168.0.21
* Lan 1: 192.168.0.22
* Lan A2: 192.168.0.10
* Lan B2: 192.168.0.11
* Lan 2: 192.168.0.12

Рисунок 11. «ES Конфигуратор», настройка *ENMU-A*

Рисунок 12. «Конфигуратор ЭНКС», настройка *ENMU-D*

***Таблица 28. Параметры потоков SV***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Параметр** | **SV80-1** | **SV80-2** |
| **Измерения** | Напряжение, ток с ИТТ | Напряжение, ток с ЗТТ |
| **SV ID** | ENS80pointMU01 | ENS80pointMU01 |
| **Интерфейс** | LAN A | LAN B |
| **VLAN** | Откл. | Откл. |
| **MAC-address** | 01-0C-CD-04-01-FF | 01-0C-CD-04-02-FF |
| **Параметр** | **SV256-1** | **SV256-2** |
| **Измерения** | Напряжение, ток с ИТТ | Напряжение, ток с ЗТТ |
| **SV ID** | ENS256MUnn01 | ENS256MUnn02 |
| **Интерфейс** | LAN B | LAN B |
| **VLAN** | Откл. | Откл. |
| **MAC-address** | 01-0C-CD-04-03-FF | 01-0C-CD-04-04-FF |

Схема подключения токовых цепей показана на рис. 12.

Схема подключения цепей напряжения показана на рис. 13.

***Техническое обслуживание***

Эксплуатационный надзор за работой объединяющего устройства должен производиться лицами, за которыми закреплено данное оборудование.

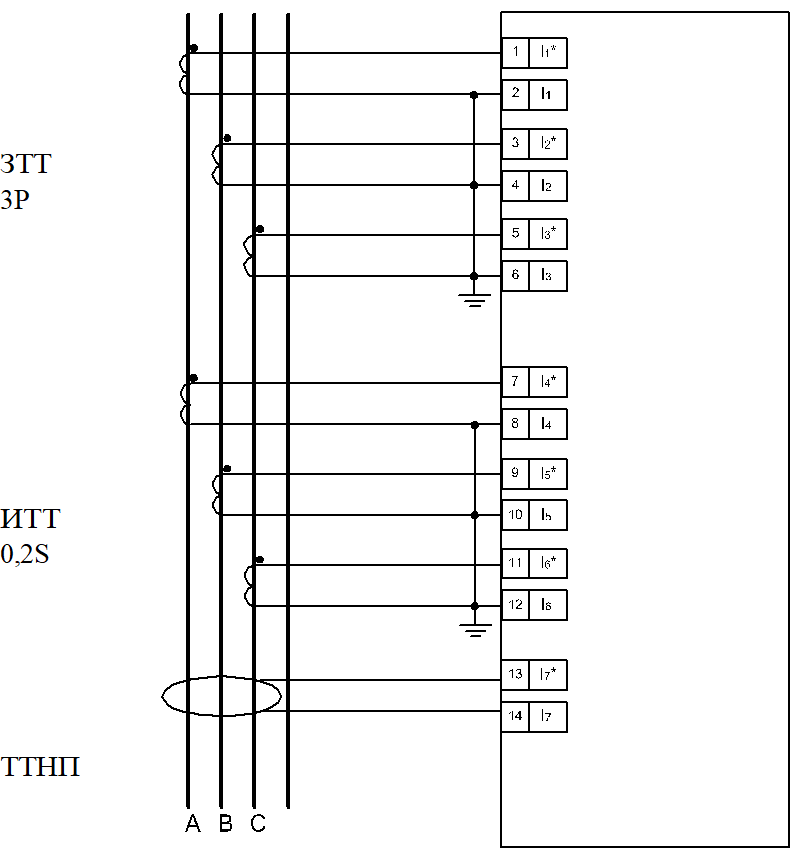
Устройства *ENMU* не должны вскрываться во время эксплуатации. Нарушение целостности гарантийной наклейки снимает с производителя гарантийные обязательства.

Все возникающие во время эксплуатации неисправности устраняет предприятие- изготовитель.

***Меры безопасности***

Работы по техническому обслуживанию должны выполняться квалифицированным персоналом.

Персонал, осуществляющий обслуживание устройств ENMU, должен руководствоваться настоящим РЭ, а также *ПОТ РМ-016-2001, РД153-34.0-03.150-00* «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

Рис. 12. Схема подключения токовых цепей. ИТТ – измерительные трансформаторы тока; ТТНП – трансформатор тока нулевой последовательности; ЗТТ – трансформаторы тока для релейной защиты.

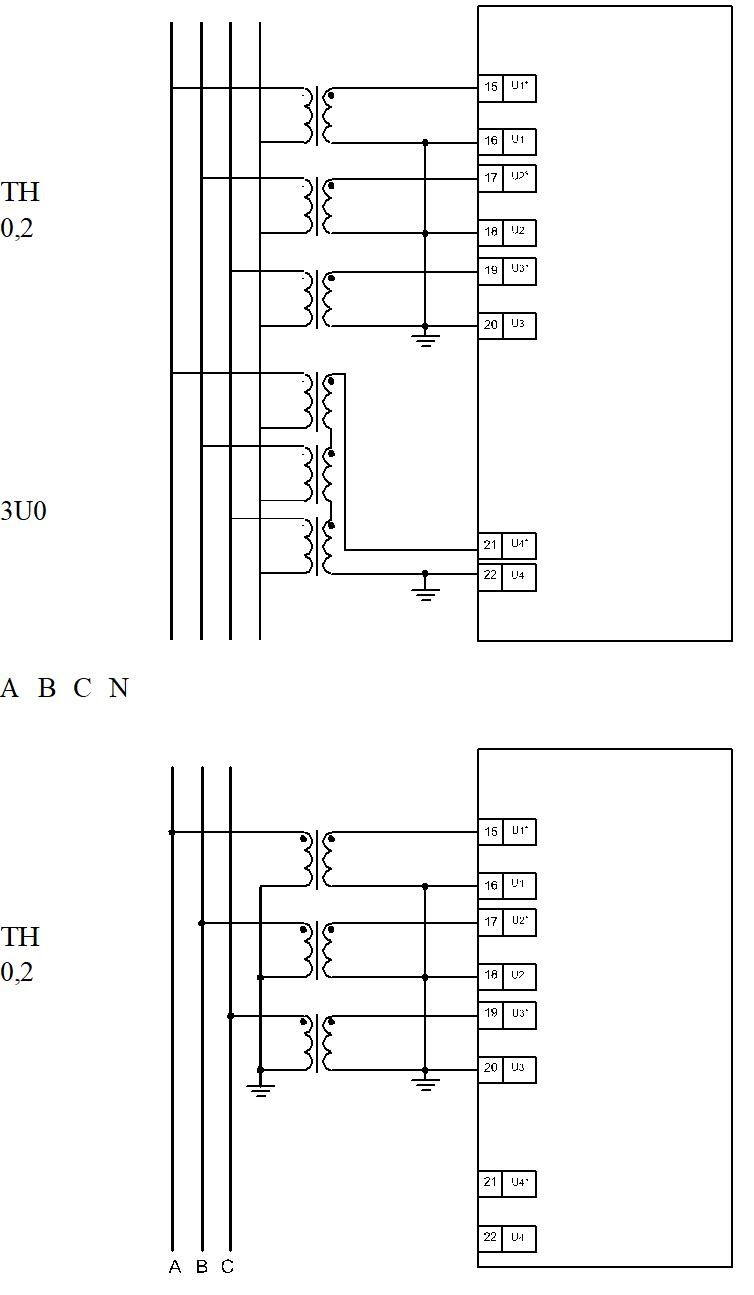


Рис. 13. Схемы подключения цепей напряжения. ТН – трансформатор напряжения; 3U0 – трансформатор напряжения нулевой последовательности.

***Порядок технического обслуживания***

Рекомендуется ежегодно проводить профилактический осмотр на месте эксплуатации.

Для этого необходимо снять входные сигналы (закороченные токовые клеммы и разомкнутые цепи напряжения) и отключить питание с *ENMU*, при необходимости удалить с корпуса пыль, проверить состояние креплений корпуса и момент затяжки подключенных цепей, подать напряжение питания и входные сигналы на *ENMU*.

При неиспользовании аналоговых входов телеизмерений *ENMU*, устройство следует обслуживать в соответствии с требованиями *СТО 34.01-4.1-005-2017* (ПАО "Россети") «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации электросетевого комплекса», либо аналогичных правил.

***Контрольные вопросы к разделу 2***

1. Объясните основное назначение *ENMU*?
2. Объясните,к какому классу устройств относятся *ENMU*?
3. Объясните,что означает «публикация *SV* потоков»?

***Раздел 3. Проверка устройств на соответствие по МЭК-61850***

Тест на соответствие - это типовой тест каналов связи и, поскольку система основывается на коммуникации, – это комплексный тест всех *ИЭУ*. В качестве глобального стандарта связи серия *МЭК 61850* включает стандартизированные проверки на соответствие, чтобы гарантировать, что все поставщики оборудования выполняют применимые требования.

Типовые тесты и проверки на соответствие полностью не гарантируют выполнение всех функциональных требований и требований производительности. Однако, при надлежащем выполнении такие тесты значительно уменьшают риск возникновения проблем при внедрении системы *РЗА*.

# ***Тестирование***

Тестирование на соответствие должно быть проведено для каждого тестируемого устройства на основании технической информации от производителей.

# ***Отчетная документация по проверке на соответствие***

Отчет о проверке на соответствие должен включать следующую информацию:

* + - Список ссылок на все документы, которые описывают или устанавливают все квалификационные тесты, которые были выполнены. Эти документы могут включать стандартные процедуры работы и тестирования от поставщика, а также частные, национальные и международные стандарты. Международные стандарты должны указываться по номеру документа, дате, пункту и подпунктам. Ссылки на другие документы должны включать полный адрес источника и идентификацию документа. Для удобства можно включить полное и контекстуально точное краткое изложение или выдержку из документа.
    - Список всего специализированного тестового оборудования или компьютерных программ, используемых для проведения испытаний на соответствие.
    - Название и адрес поставщика.
    - Название и адрес инициатора проверки на соответствие.
    - Название тестируемого устройства.
    - Все варианты (аппаратное обеспечение, встроенное программное обеспечение и т.д.) тестируемого устройства.
    - Название и адрес тестирующей организации.
    - Дата издания отчета о проверке.
    - Имя и подпись инженера, проводившего тестирование.
    - Уникальный ссылочный номер.

Порядок тестирования.

* + - Результаты тестированияс комментариями.

Для каждого этапа теста следующие предметы должны быть задокументированы:

* описание тестового пункта, включая цель теста, процедуру выполнения теста и ожидаемый результат;
* ссылка на часть из серии стандартов *МЭК 61850*, пункт и подпункт;
* уникальный идентификатор для каждого тестового пункта;
* результаты этапов теста: пройден, неудачен, незавершен, неприменим или не проведен;
* сравнение результата проверки с ожидаемым результатом.

Замены или внесения изменений в устройство, осуществленные в какой- либо момент проверки, особенно те, которые сделаны для исправления недостатка теста, должны быть полностью описаны. Последствия и требования повторного тестирования серверного устройства, при необходимости, указываются в соответствующих планах испытаний и отчетах об испытаниях.

Документация о проверке на соответствие должна быть предоставлена Заказчику.

**Методология тестирования**

Для тестирования связи требуется, по меньшей мере, два устройства для связи друг с другом. Исчерпывающее тестирование совместимости всех возможных изделий не осуществимо. Поэтому концепция тестирования должна включать испытательные устройства, тестовые конфигурации и сценарии тестирования. Динамическое поведение должно быть проверено правильно, используя хорошо определенные тестовые примеры.

Для проверки возможностей связи генерируются сообщения. При необходимости должны использоваться проводные сигналы (контакты, напряжения, токи и т.д.) а также сигналы, поступающие по последовательному каналу связи, если это применимо.

Особое внимание должно уделяться коммуникационному оборудованию, таким как разветвители типа "звезда", сетевые коммутаторы и т.д., которые должны поддерживать все требуемые особенности стандарта без ограничений. Влияние особенностей связи (клиент-сервер, *GOOSE*, *SV* и т.д.), используемого тестируемым устройством, должно быть правильно учтено в процедурах тестирования. Проверка функциональных приложений (использование *GOOSE*-сообщений) не является частью теста на соответствие, даже если технически испытательные инструменты позволяют выполнить такой анализ.

Тестовые процедуры должны быть оформлены в форме отчета об испытаниях.

***Тесты для проверки серверного устройства***

***Таблица 29. Основные пункты для проверки документации сервера***

|  |  |
| --- | --- |
| Этапы теста | Описание этапа теста |
| sDoc1 | Проверить, совпадают ли старшие/младшие версии программного обеспечения в документации PICS и в ТУС (МЭК 61850-4). PICS должно содержать заявление о соответствии ACSI согласно МЭК 61850-7-2 |
| sDoc2 | Проверить, совпадают ли старшие/младшие версии программного обеспечения в документации PIXIT и версия программного обеспечения в ТУС (*МЭК 61850-4*). PIXIT должен показывать необходимую информацию как требуется в тестовых случаях |
| sDoc3 | Проверить, совпадают ли старшие/младшие версии программного обеспечения в документации MICS и версия программного обеспечения в ТУС (МЭК 61850-4). MICS должно отображать все нестандартные логические узлы, объекты данных, атрибуты данных и перечислимые типы |
| sDoc4 | Проверить, совпадают ли старшие/младшие версии программного обеспечения в документации TICS и версия программного обеспечения в ТУС (*МЭК 61850-4*). TICS должно отображать выполнение технических вопросов |

***Таблица 30.. Проверка конфигурации сервера***

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр теста | Описание параметра теста |
| sCnf1 | Проверить, соответствует ли конфигурационный *ICD*-файл SCL схеме (МЭК 61850-6) |
| sCnf2 | Проверить, соответствует ли файл конфигурации ICD фактическим именам данных, типам данных, наборам данных, предопределенным значениям данных, отображаемым ТУС в сети.  Если появляется больше данных или сервисов, то приложите их список и установите для результата теста значение «Пройдено». Если появляется меньше данных или сервисов, то результат теста «Неудачно» |
| sCnf3 | Измените не менее 5 настраиваемых параметров конечного пользователя, которые отображаются ТУС в сети, используя файл конфигурации SCD, сконфигурируйте ТУС с помощью этого файла конфигурации SCD (используя прилагаемое инструментальное средство конфигурирования) и сравните обновленную конфигурацию с помощью онлайновых сервисов с обновленным SCD-файлом. Восстановите исходный SCD-файл и переконфигурируйте ТУС в исходное состояние |
| sCnf4 | Проверьте, соответствуют ли возможности сервера в разделе ICD «сервисы» возможностям ИЭУ |
| sCnf5 | Если модель управления фиксирована (не конфигурируема), проверьте, правильно ли ICD инициализирует значения ctlModel для всех контролируемых объектов |
| sCnf6 | Проверить изменения SCL второй редакции:   * version = «2007» с revision= «A» или выше * nameLength = 64 |
| sCnf7 | Проверить именованную структуру «ldName», если она поддерживается. Все текущие ссылки на объекты (включая наборы данных и ссылки на блок управления) должны начинаться со значения «LDevice ldName» вместо «IED name» + «LDevice inst» |

***Таблица 31. Проверка модели данных сервера***

|  |  |
| --- | --- |
| Этап теста | Описание этапа теста |
| sMdl1 | Проверить наличие обязательных объектов для каждого логического узла. Испытание пройдено, если присутствуют все объекты/атрибуты |
| sMdl2 | Проверить каждый логический узел на наличие разрешенных стандартом условных объектов. Испытание пройдено, если присутствуют все разрешенные объекты/атрибуты |
| sMdl3 | Проверить на наличие условных объектов, неразрешенных стандартом. Испытание пройдено, если отсутствуют такие объекты/атрибуты |
| sMdl4 | Проверить отображение модели данных согласно применимой SCSM, включая длину имени и расширение объекта. Испытание пройдено, если отображение соответствует применимому SCSM |
| sMdl5 | Проверить отображение модели данных согласно применимой SCSM, включая организацию функциональных компонентов. Испытание пройдено, если отображение соответствует применимому SCSM |
| sMdl6 | Проверить отображение модели данных согласно применимой SCSM, включая именование блоков управления и логов. Испытание пройдено, если отображение соответствует применимому SCSM |
| sMdl7 | Проверить тип данных всех объектов для каждого логического узла. Испытание пройдено, если тип данных всех объектов/атрибутов соответствует МЭК 61850-7-3, МЭК 61850-7-4 и применимому SCSM |
| sMdl8 | Проверить, что предварительно конфигурируемые значения атрибутов данных перечислимого типа данного устройства и SCL-файла лежат в нормированном диапазоне. Испытание пройдено, если все значения находятся в пределах диапазона |
| sMdl9 | Проверить, выполнены ли специфицированные производителем расширения модели данных согласно правилам расширения МЭК 61850- 7-1, пункт 14 (только если расширения выполнены). Испытание пройдено, если все расширения применяются согласно правилам |
| sMdl10 | Проверить, что порядок атрибутов данных с функциональными ограничителями типов объектов данных соответствует МЭК 61850-7-3. Испытание пройдено, если все атрибуты расположены в соответствующем порядке |
| sMdl11 | Проверить максимальную длину имени логического устройства, логического узла, набора данных и блоков управления согласно МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2 и SCSM |
| sMdl12 | Проверить, что соблюдаются правила для множественного экземпляра объекта данных (МЭК 61850-7-1, подпункт 14.6, МЭК 61850-7-4) |
| sMdl13 | Проверьте пространство имен логического устройства или пространство имен логического узла LLN0, относящееся ко второй редакции |
| sMdl14 | Проверить правильность использования пространств имен для не подстанционных электроэнергетических приложений, например, Hydro и DER |

Тестовые случаи определены для каждой модели и сервиса *ACSI* по следующим категориям:

* позитивные = проверка нормальных условий, обычно приводящих к ответу +
* негативные = проверка ненормальных условий, обычно приводящих к ответу.

Тестовый случай обязателен, когда соответствующие ACSI модель и ACSI сервис поддерживаются ТУС. Это указано в PICS в соответстви с МЭК 61850-7- 2, Приложение А. Интерпретация результата тестирования (пройдено/неудачно) зависит от декларированных возможностей ИЭУ, например, в ICD-файле наряду с результатом проверки.

***Таблица 32. Позитивные результаты проверки ассоциации***

|  |  |
| --- | --- |
| Критерии | Описание |
| sAss1 | Ассоциация и TPAA ассоциация, установленная клиентом (МЭК 61850-7- 2, подпункт 8.3.2) |
| sAss2 | Ассоциация и TPAA ассоциация, прерванная клиентом (МЭК 61850-7-2, подпункт 8.3.2) |
| sAss3 | Ассоциация с максимальным количеством клиентов одновременно  (PIXIT) |

***Таблица 33. Негативные результаты проверки ассоциации***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sAssN1 | Проверить, что с некорректными параметрами аутентификации и включенной аутентификацией на сервере ассоциация неудачна, а с выключенной аутентификацией сервер устанавливает ассоциацию (МЭК 61850-7-2, подпункт 8.3) |
| sAssN2 | Проверить, что с некорректными параметрами ассоциации на сервере или клиенте ассоциация неудачна (МЭК 61850-7-2, подпункт 8.3, PIXIT) |
| sAssN3 | Установить максимум + 1 ассоциацию, убедиться, что в последней ассоциации отказано |
| sAssN4 | Отсоединить коммуникационный интерфейс, ТУС должно определить потерю ассоциации за определенный период |
| sAssN5 | Прервать и восстановить питание, ТУС должно принять запрос ассоциации, как только будет готово |
| sAssN6 | Проверка повторного использования потерянных ресурсов ассоциации |

***Таблица 34. Позитивные тестовые случаи для проверки сервера***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sSrv1 | Запросить GetServerDirectory(LOGICAL-DEVICE) и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 7.2.2) |
| sSrv2 | Для каждого ответа GetServerDirectory(LOGICAL-DEVICE) выдать запрос GetLogicalDeviceDirectory и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 9.2.1) |
| sSrv3 | Для каждого ответа GetLogicalDeviceDirectory(LOGICAL-DEVICE) выдать запрос GetLogicalNodeDirectory(DATA) и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 10.2.2) |
| sSrv4 | Для каждого ответа GetLogicalNodeDirectory(DATA) выдать   * запрос GetDataDirectory и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт   11.4.4)   * запрос GetDataDefinition и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт   11.4.5)   * запрос GetDataValues и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт   11.4.2) |
| sSrv5 | Выдать один запрос GetDataValues с максимальным количеством значений данных и проверить ответ |
| sSrv6 | Для каждого доступного для записи объекта данных выдать запрос  GetDataValues и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.2) |
| sSrv7 | Выдать один запрос GetDataValues с максимальным количеством значений данных и проверить ответ |
| sSrv8 | Запросить GetAllDataValues для каждого функционального ограничения и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 10.2.3) |
| sSrv9 | Оценить семантику выбранных (В/А) аналоговых измерений:   * проверить аналоговую величину (контроль достоверности, а не точности) * проверить биты качества, принудительно создать ситуацию, в которой установятся конкретные биты качества * проверить значение метки времени (UTC) и ее качество (контроль достоверности, а не точности) * проверить масштабирование, диапазон и единицы измерения, изменить настройку и проверить итоговое значение * проверить зону нечувствительности, изменить зону нечувствительности и проверить результат * проверить предельные значения |
| sSrv10 | Оценить семантику выбранных битов состояния:   * проверить значение статуса * проверить биты качества, принудительно создать ситуацию, в которой установятся конкретные биты качества * проверить значение метки времени (UTC) и ее качество (контроль достоверности, а не точности) |
| sSrv11 | Убедиться, что если оператором установлено истинностное значение blkEna, то сервером устанавливаются бит качества oldData и бит operatorBlocked, и обрабатываемые данные больше не обновляются (МЭК 61850-7-3, подпункт 6.2.6) |
| sSrv12 | Проверить значения Mod/Beh: off, test, blocked   * когда Mod/Beh выключен, обрабатываемые данные не обновляются, |
|  | Mod и Beh обновляются, установлено значение качества  «неработоспособно»   * когда Mod/Beh установлен в значение тест или блокировка теста, устанавливается тест качества обрабатываемых данных * когда Mod/Beh установлен в значение блокировано, устанавливается operatorBlocked качества обрабатываемых данных (МЭК 61850-7-4, Приложение A) |
| sSrv13 | Проверить иерархию логического устройства:   * LLN0.GrRef должен ссылаться на действительное логическое устройство * эта ссылка не должна приводить к зацикливанию иерархии * значение Beh на высшем уровне правильно влияет на нижние уровни (то есть, как LD Beh влияет на поведение LN, зависящее от LN Mod) |

***Таблица 35. Негативные тестовые случаи для проверки сервера***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sSrvN1 | Запросить следующие сервисы данных с ошибочными параметрами (неизвестный объект, неподходящие варианты имени, неправильное логическое устройство или неправильный логический узел) и проверить, что ответ-, т.е. ошибка сервиса   * GetServerDirectory(LOGICAL-DEVICE) (МЭК 61850-7-2, подпункт   7.2.2)   * GetLogicalDeviceDirectory (МЭК 61850-7-2, подпункт 9.2.1) * GetLogicalNodeDirectory(DATA) (МЭК 61850-7-2, подпункт 10.2.2) * GetAllDataValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 10.2.3) * GetDataValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.2) * SetDataValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.3) * GetDataDirectory (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.4) * GetDataDefinition (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.5) |
| sSrvN2 | Запросить SetDataValues данных ПЕРЕЧИСЛИМОГО типа со значением, выходящим за диапазон, и проверить, что ответ-, т.е. ошибка сервиса (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.3) |
| sSrvN3 | Запросить SetDataValues с неподходящим типом данных (например, int- float) и проверить, что ответ-, т.е. ошибка сервиса (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.3) |
| sSrvN4 | Запросить SetDataValues для значений данных доступных только для чтения и проверить, что ответ-, т.е. ошибка сервиса (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.3) |

***Таблица 36. Позитивные тестовые случаи для проверки набора данных***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sDs1 | Запросить GetLogicalNodeDirectory(Набор данных) и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 10.2.2)  На каждый ответ выдать   * запрос GetDataSetValues и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.2) * запрос GetDataSetDirectory и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.6) |
| sDs2 | Запросить постоянный набор данных CreateDataSet с одним элементом и с максимальным числом элементов, проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.4) и убедиться, что постоянный набор данных виден для другого клиента |
| sDs3 | Запросить непостоянный набор данных CreateDataSet с одним элементом и с максимальным числом элементов, проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.4) и убедиться, что непостоянный набор данных невидим другим клиентом |
| sDs4 | Создать и удалить постоянный набор данных, создать этот набор данных опять с тем же именем с одним дополнительным значением данных; перезапросить элемент и проверить элементы набора данных |
| sDs5 | Создать и удалить непостоянный набор данных, создать этот набор данных опять с тем же именем с одним дополнительным значением данных; перезапросить элемент и проверить элемент набора данных |
| sDs6 | Создать непостоянный набор данных, разъединить/прервать ассоциацию, установить ассоциацию снова и проверить, что набор данных был удален (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.1) |
| sDs7 | Создать постоянный набор данных, разъединить/прервать ассоциацию, установить ассоциацию снова и проверить, что набор данных еще присутствует (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.1) |
| sDs8 | Создать и удалить постоянный набор данных несколько раз и убедиться, что каждый набор данных может быть создан нормально |
| sDs9 | Создать и удалить непостоянный набор данных несколько раз и убедиться, что каждый набор данных может быть создан нормально |
| sDs10 | Проверить SetDataSetValues / GetDataSetValues с GetDataValues и  SetDataValues |
| sDs11 | Проверить, что максимальное число постоянных наборов данных с максимальным числом элементов может быть создано в соответствие с тем, как указано в SCL-файле |
| sDs12 | Проверить, что максимальное число непостоянных наборов данных с максимальным числом элементов может быть создано в соответствие с тем, как указано в SCL-файле |
| sDs13 | Проверить, что постоянный набор данных с максимальной длиной имени набора данных элементов набора данных может быть создан (МЭК 61850- 7-2, подпункт 22.2) |
| sDs14 | Проверить, что непостоянный набор данных с максимальной длиной имени набора данных элементов набора данных может быть создан (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |

***Негативные тестовые случаи***

Должны применяться тестовые случаи, перечисленные в Таблице 38

***Таблица 37. Негативные тестовые случаи для проверки набора данных***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sDsN1 | Запросить следующие сервисы наборов данных с ошибочными параметрами (неизвестный объект, неподходящие варианты имени, неправильное логическое устройство или неправильный логический узел) |
|  | и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса   * GetDataSetValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.2) * SetDataSetValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.3) * CreateDataSet (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.4) * DeleteDataSet (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.5) * GetDataSetDirectory (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.6) |
| sDsN2 | Создать постоянный набор данных с одним и тем же именем дважды, проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sDsN3 | Создать непостоянный набор данных с одним и тем же именем дважды, проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sDsN4 | Продолжить создавать постоянные наборы данных до тех пор, пока не будет получен корректный отрицательный ответ |
| sDsN5 | Продолжить создавать непостоянные наборы данных до тех пор, пока не будет получен корректный отрицательный ответ |
| sDsN6 | Создать постоянный набор данных с неизвестным элементом, проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sDsN7 | Создать непостоянный набор данных с неизвестным элементом, проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sDsN8 | Удалить (предопределенный) не удаляемый набор данных и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sDsN9 | Удалить постоянный набор данных дважды и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sDsN10 | Удалить непостоянный набор данных дважды и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sDsN11 | Удалить постоянный набор данных, на который ссылается класс управления (отчетом) и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sDsN12 | Удалить непостоянный набор данных, на который ссылается класс управления (отчетом) и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sDsN13 | Запросить SetDataSetValues с набором данных с одним или более элементом, доступным только для чтения, и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |

Трассировочные сервисы могут проверяться путем верификации трассировочной информации при выполнении соответствующих тестовых случаев, определенных в других пунктах. Например, во время выполнения тестовых случаев для проверки модели управления также должно быть проверено отслеживаемое значение *AddCause*.

***Таблица 38. Тестовые случаи для проверки трассировки сервиса***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sTrk1 | Проверить трассировку сервиса блока управления: передача буферизованного отчета, LTRK.BrcbTrk |
| sTrk2 | Проверить трассировку сервиса блока управления: передача небуферизованного отчета, LTRK.UrcbTrk |
| sTrk3 | Проверить трассировку сервиса блока управления: блок управления логом, LTRK.LocbTrk |
| sTrk4 | Проверить трассировку сервиса блока управления: блок управления  GOOSE-сообщениями, LTRK.GocbTrk |
| sTrk5 | Проверить трассировку сервиса блока управления: блок управления многоадресными выборочными значениями, LTRK.MsvcbTrk |
| sTrk6 | Проверить трассировку сервиса блока управления: блок управления одноадресными выборочными значениями, LTRK.UsvcbTrk |
| sTrk7 | Проверить трассировку сервиса блока управления: блок управления группой уставок, LTRK.SgcbTrk |
| sTrk8 | Проверить трассировку сервиса блока управления: одноточечное управление, LTRK.SpcTrk |
| sTrk9 | Проверить трассировку сервиса блока управления: двухточечное управление, LTRK.DpcTrk |
| sTrk10 | Проверить трассировку сервиса блока управления: управление целочисленным типом данных, LTRK.IncTrk |
| sTrk11 | Проверить трассировку сервиса блока управления: управление перечислимым типом данных, LTRK.EncTrk |
| sTrk12 | Проверить трассировку сервиса блока управления: управление значением аналоговой величины при помощи команд с плавающей точкой, LTRK.ApcFTrk |
| sTrk13 | Проверить трассировку сервиса блока управления: управление значением аналоговой величины при помощи целочисленных команд, LTRK.ApcIntTrk |
| sTrk14 | Проверить трассировку сервиса блока управления: пошаговое двоичное управление, LTRK.BscTrk |
| sTrk15 | Проверить трассировку сервиса блока управления: пошаговое целочисленное управление, LTRK.IscTrk |
| sTrk16 | Проверить трассировку сервиса блока управления: двоичное управление значением аналоговой величины, LTRK.BacTrk |
| sTrk17 | Проверить трассировку других поддерживаемых общих сервисов,  LTRK.GenTrk |

***Таблица 39. Позитивные тестовые случаи для проверки подстановки***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sSub1 | Запретить subEna и установить subVal, subMag, subCMag, subQ, subID и проверить, что замещаемые значения не передаются, если subEna запрещено, и передаются, если subEna разрешено (МЭК 61850-7-3, Таблица 64). |
| sSub2 | Проверить, что в случае неуспешной ассоциации замещаемые значения должны остаться неизменными |
| sSub3 | Проверить, что установка subVal, subMag, subCMag, subQ и subID разрешена, замещаемые значения передаются, Quality.Source установлен в Substituted, если subEna разрешено |

***Таблица 40. Позитивные тестовые случаи для проверки групп уставок***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sSg1 | Запросить GetLogicalNodeDirectory(SGCB) и убедиться в положительном ответе. Для каждого SGCB запросить GetSGCBValues и убедиться в положительном ответе. |
| sSg2 | Проверить следующий путь для конечного автомата групп уставок (МЭК 61850-7-2, пункт 16, Рисунок 22):   * SelectEditSG * использовать SetEditSGValue [FC=SE] для изменения значений * использовать GetEditSGValue [FC=SE] для проверки новых значений * ConfirmEditSGValues |
| sSg3 | Проверить SelectActiveSG (МЭК 61850-7-2, пункт 16, Рисунок 22):   * SelectActiveSG первой группы уставок * GetSGCBValues для проверки действующей группы уставок и последнего времени активации * использовать GetDataValues/GetEditSGValue [FC=SG] для проверки значений в первой группе уставок * повторить для всех групп уставок |
| sSg4 | Проверить, что после потери ассоциации сервер отменяет редактирование (EditSG = 0), и клиент снова может использовать SelectEditSG для копирования значений в буфер редактирования (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.3) |
| sSg5 | Проверить, что когда присутствует SGCB ResvTms   * первый клиент может редактировать группу уставок, если ResvTms = 0 * второй клиент не может редактировать группу уставок, если ResvTms   > 0   * сервер возвращает в исходное состояние ResvTms, если не получает ConfirmEditSG в зарезервированное время |
| sSg6 | Проверить, что когда отсутствует SGCB ResvTms   * первый клиент может редактировать группу уставок * второй клиент не может редактировать группу уставок в течение определенного времени (PIXIT) |
| sSg7 | Проверить, что редактирование и активация действующей группы уставок разрешено |
| sSg8 | Проверить, что клиент может прервать редактирование группы уставок и что исходные значения группы уставок остануться неизменными |
| sSg9 | Запросить SelectEditSG первой группы уставок, изменить одно значение и SelectEditSG второй группы уставок без (ConfirmEditSGValues).  Проверить наличие положительного ответа. |
| sSg10 | Проверить, что когда группа уставок редактируется, значения этой группы могут читаться |

***Таблица 41. Негативные тестовые случаи для проверки групп уставок***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sSgN1 | Запросить следующие сервисы выбора групп уставок с ошибочными параметрами (значения вне диапазона или несуществующая/нулевая |
|  | группа уставок) и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса   * SelectActiveSG (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.2) * GetDataValues/GetEditSGValue [FC=SG] (МЭК 61850-7-2, подпункт   16.3.6)   * GetSGCBValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.7) |
| sSgN2 | Запросить следующие сервисы определения групп уставок с ошибочными параметрами (значения вне диапазона или несуществующая/нулевая группа уставок) и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса   * SelectEditSG (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.3) * SetEditSGValue (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.4) * ConfirmEditSGValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.5) * GetEditSGValue [FC=SE] (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.6) |
| sSgN3 | Запросить SetEditSGValue для значения группы уставок с FC=SG и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sSgN4 | Запросить SetEditSGValue (FC=SE) без SelectEditSG (EditSG = 0) и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |
| sSgN5 | Проверить, что во время редактирования клиентом уставок, другой клиент не может редактировать уставки |

***Таблица 42. Позитивные тестовые случаи для проверки небуферизированных*** отчетов

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sRp1 | Запросить GetLogicalNodeDirectory(URCB) и проверить ответ Запросить GetURCBValues от всех ответивших URCB |
| sRp2 | Проверить передачу отчетов об опциональных полях URCB Сконфигурировать/разрешить URCB со всеми комбинациями опциональных полей: порядковый номер, метку времени отчета, причину включения в отчет, имя набора данных и/или ссылка на данные (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.2.1), форсировать/ пустить отчет и проверять отчеты, содержащие разрешенные опциональные поля |
| sRp3 | Проверить условия пуска URCB   * сконфигурировать и разрешить URCB с опциональными полями: порядковый номер, метка времени отчета, причина включения в отчет, имя набора данных и ссылка на данные. Проверить отчеты, переданные в соответствии со следующими (поддерживаемыми) условиями пуска:   + периодически   + обновление данных (dupd)   + обновление данных и периодически   + изменение данных (dchg)   + изменение данных и качества   + изменение данных, качества и периодически * проверить допустимость ReasonCode (МЭК 61850-7-2, подпункт |
|  | 17.2.3.2.2.9)   * проверить, что когда встречается больше условий пуска, генерируется только один (предпочтительно) отчет (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.2) * проверить, что отчеты посылаются только тогда, когда RptEna = «истинно» (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.5), передача отчетов запрещена, никаких отчетов передаваться не должно |
| sRp4 | Общий опрос (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.13)  Установка атрибута GI в URCB должна запускать процесс общего опроса. Будет отправлен один отчет с текущими значениями данных. После инициирования общего опроса значение атрибута GI сбрасывается в  «ложно» |
| sRp5 | Сегментация отчетов  Проверить, что если длинный отчет не помещается в одно сообщение, то отчет разбивается на под-отчеты. Сделать доступным опциональное поле с порядковым номером и меткой времени и проверить правильность (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.2.5):   * SqNum (не изменяется) * SubSqNum (0 для первого отчета, инкрементируется, возобновление после переполнения) * MoreSeqmentsFollow * TimeOfEntry (не изменяется, поскольку SqNum не изменяется) (МЭК   61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.2.9)  Проверить, что обновление значения данных во время отправки сегментированного отчета, вызванной периодическим пуском или пуском общего опроса, может быть прервано отчетом с изменением одного из значений данных под новым порядковым номером. (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.5)  Новый запрос общего опроса должен остановить продолжающуюся отправку оставшихся сегментов предыдущего отчета по общему опросу. Новый отчет по общему опросу должен начаться с новым порядковым номером и SubSqNum должен быть равен 0 (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.4) |
| sRp6 | Ревизия конфигурации (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.7)   * проверить, что ConfRev представляет собой счетчик числа изменений конфигурации набора данных, на который ссылается DatSet. Учитываются следующие изменения:   + удаление элемента набора данных   + переупорядочивание элементов в наборе данных * проверить, что после перезапуска сервера, значение ConfRev восстанавливается до исходного значения базовой локальной конфигурации ИЛИ значение сохраняется из конфигурации, предшествующей перезапуску (PIXIT) * проверить, что сервер инкрементирует ConfRev в случае изменения наборов данных во время выполнения сервисов ACSI * ConfRev никогда не должен быть равен 0, если DatSet не нулевой. |
| sRp7 | Проверить, что после перезапуска сервера, значение ConfRev восстанавливается до исходного значения базовой локальной конфигурации ИЛИ значение сохраняется из конфигурации, предшествующей перезапуску (PIXIT) |
| sRp8 | Время буферизования (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.9)   * проверить, что в том случае, когда второе внутреннее объявление одного и того же элемента набора данных произошло до истечения срока действия BufTm, сервер:   + должен для информации о состоянии вести себя так, как если бы BufTm истек и немедленно отправить отчет, перезапустить таймер со значением BufTm и обработать второе объявление или   + может в случае аналоговой информации вести себя так, как если бы BufTm истек и немедленно отправить отчет для передачи, перезапустить таймер со значением BufTm и обработать второе уведомление или   + может в случае аналоговой информации заменить текущее значение в незавершенном отчете новым * сконфигурировать время буферизирования равным 1000 мс и вызвать изменение значений данных нескольких элементов набора данных за время буферизирования. Сервер должен посылать не более одного отчета за время буферизирования со всеми изменениями значений данных после предыдущего отчета * проверить, что значение 0 времени буферизирования показывает, что свойство времени буферизирования не используется * проверить, что величина BufTm может иметь значение по крайней мере 360000 (1 час в миллисекундах) |
| sRp9 | Проверить, что ТУС может посылать отчеты с объектами данных |
| sRp10 | Проверить, что ТУС может посылать отчеты с атрибутами данных |
| sRp11 | Проверить, что ТУС посылает отчет о любых буферизированных событиях до периодического полного отчета |
| sRp12 | Проверить, что ТУС посылает отчет о любых буферизированных событиях до отчета по общему опросу |
| sRp13 | Проверить, что сервер устанавливает значение URCB Owner, отличное от NULL, когда URCB конфигурируется клиентом, и переустанавливает в NULL, когда клиент высвобождает URCB. Для предварительно назначенного URCB сервер переустанавливает параметр Owner в значение предварительно назначенного адреса клиента |
| sRp14 | Проверить, что ТУС может обрабатывать URCB с максимальной длиной имен параметров RptID и DatSet (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |

***Негативные тестовые случаи***

Должны применяться тестовые случаи, перечисленные в Таблице 43.

***Таблица 43. Негативные тестовые случаи для проверки небуферизованных отчетов***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sRpN1 | Запросить GetURCBValues с ошибочными параметрами и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.5.3) |
| sRpN2 | Сконфигурировать передачу отчета с опцией пуска GI (без dchg, qchg, dupd, периодически). Если был разрешен только общий опрос, отчеты передаются. Если генерируются события, никаких отчетов посылаться не должно (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.5.4) |
| sRpN3 | В результате задания периода передачи отчетов равным 0 с параметром TrgOps = integrity периодические отчеты отправляться не будут (МЭК |
|  | 61850-7-2, подпункт 17.2.2.12) |
| sRpN4 | Неправильная конфигурация URCB: конфигурирование, когда разрешена передача отчетов, конфигурирование ConfRev и SqNum и конфигурирование с неизвестным набором данных |
| sRpN5 | Эксклюзивное использование URCB и потеря ассоциации. Сконфигурировать URCB , установить атрибут Resv и включить его. Проверить, что другой клиент не может установить какой-либо атрибут данного URCB (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.4.5) |
| sRpN6 | Конфигурирование не поддерживаемых опций URCB (PIXIT) Конфигурирование не поддерживаемых условий пуска, опциональных полей и сопутствующих параметров |
| sRpN7 | Проверить, что другой клиент не может конфигурировать предварительно назначенный URCB |
| sRpN8 | Проверить, что если TrgOps - GI не установлено, требование установить GI в значение «истинно» будет неуспешно |

***Таблица 44. Позитивные тестовые случаи для проверки буферизированных отчетов***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sBr1 | Запросить GetLogicalNodeDirectory(BRCB) и проверить ответ Запросить GetBRCBValues от всех ответивших BRCB |
| sBr2 | Проверить передачу отчетов об опциональных полях BRCB Сконфигурировать/разрешить BRCB со всеми комбинациями опциональных полей: порядковый номер, метка времени отчета, причина включения в отчет, имя набора данных, ссылка на данные, переполнение буфера и/или entryID (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.2.1), форсировать/пустить отчет и проверять отчеты, содержащие разрешенные опциональные поля |
| sBr3 | Проверить условия пуска BRCB   * сконфигурировать и разрешить BRCB с опциональными полями: порядковый номер, метка времени отчета, причина включения в отчет, имя набора данных, ссылка на данные, переполнение буфера и/или entryID и проверить отчеты, переданные в соответствии со следующими (поддерживаемыми) условиями пуска:   + периодически   + обновление данных (dupd)   + обновление данных и периодически   + изменение данных (dchg)   + изменение данных и качества   + изменение данных, качества и периодически * проверить допустимость ReasonCode (МЭК 61850-7-2, подпункт   17.2.3.2.2.9)   * проверить, что когда встречается больше условий пуска, генерируется только один (предпочтительно) отчет (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.2) * проверить, что отчеты посылаются только тогда, когда RptEna = «истинно» (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.5), передача отчетов запрещена, никаких отчетов передаваться не должно |
| sBr4 | Общий опрос (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.13)  Установка атрибута GI в BRCB должна запускать процесс общего опроса. Будет отправлен один отчет с текущими значениями данных. После инициирования общего опроса значение атрибута GI сбрасывается в  «ложно» |
| sBr5 | Сегментация отчетов  Проверить, что если длинный отчет не помещается в одно сообщение, то отчет разбивается на под-отчеты. Сделать доступным опциональное поле с порядковым номером и меткой времени и проверить правильность (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.2.5):   * SqNum (не изменяется) * SubSqNum (0 для первого отчета, инкрементируется, возобновление после переполнения) * MoreSeqmentsFollow * TimeOfEntry (не изменяется, поскольку SqNum не изменяется) (МЭК   61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.2.9)  Проверить, что обновление значения данных во время отправки сегментированного отчета, вызванной периодическим пуском или пуском общего опроса, может быть прервано отчетом с изменением одного из значений данных под новым порядковым номером. (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.5)  Новый запрос общего опроса должен остановить продолжающуюся отправку оставшихся сегментов предыдущего отчета по общему опросу. Новый отчет по общему опросу должен начаться с новым порядковым номером и SubSqNum должен быть равен 0 (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.4)  Проверить, что если OptFlds= порядковый\_номер НЕ установлен, то ни SubSqNum, ни SqNum не присутствуют в подотчетах (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.2.4 и 17.2.3.2.2.5) |
| sBr6 | Ревизия конфигурации (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.7)   * проверить, что ConfRev представляет собой счетчик числа изменений конфигурации набора данных, на который ссылается DatSet. Учитываются следующие изменения:   + удаление элемента набора данных   + переупорядочивание элементов в наборе данных * проверить, что после перезапуска сервера, значение ConfRev восстанавливается до исходного значения базовой локальной конфигурации ИЛИ значение сохраняется из конфигурации, предшествующей перезапуску (PIXIT) * проверить, что сервер инкрементирует ConfRev в случае изменения наборов данных во время выполнения сервисов ACSI * ConfRev никогда не должен быть равен 0, если DatSet не нулевой. |
| sBr7 | Проверить, что после перезапуска сервера, значение ConfRev восстанавливается до исходного значения базовой локальной конфигурации ИЛИ значение сохраняется из конфигурации, предшествующей перезапуску (PIXIT) |
| sBr8 | Время буферизирования (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.9)   * проверить, что в том случае, если второе внутреннее объявление одного и того же элемента набора данных произошло до истечения срока действия BufTm, сервер: |
|  | * должен для информации о состоянии вести себя так, как если бы BufTm истек и немедленно отправить отчет, перезапустить таймер со значением BufTm и обработать второе объявление или * может в случае аналоговой информации вести себя так, как если бы BufTm истек и немедленно отправить отчет для передачи, перезапустить таймер со значением BufTm и обработать второе уведомление или * может в случае аналоговой информации заменить текущее значение в незавершенном отчете новым * сконфигурировать время буферизирования равным 1000 мс и вызвать изменение значений данных нескольких элементов набора данных за время буферизирования. Сервер должен посылать не более одного отчета за время буферизирования со всеми изменениями значений данных после предыдущего отчета * проверить, что значение 0 времени буферизирования показывает, что свойство времени буферизирования не используется * проверить, что величина BufTm может иметь значение по крайней мере 360000 (1 час в миллисекундах) |
| sBr9 | Проверить, что ТУС может посылать отчеты с объектами данных |
| sBr10 | Проверить, что ТУС может посылать отчеты с атрибутами данных |
| sBr11 | Проверить, что ТУС посылает отчет о любых буферизированных событиях до периодического полного отчета (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.3) |
| sBr12 | Проверить, что ТУС посылает отчет о любых буферизированных событиях до отчета по общему опросу (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.3) |
| sBr13 | Проверить, что сервер устанавливает BRCB Owner в значение, отличное от NULL, когда BRCB конфигурируется клиентом и переустанавливается в NULL, когда клиент высвобождает BRCB. Для предварительно назначенного BRCB сервер переустанавливает параметр Owner в значение предварительно назначенного адреса клиента |
| sBr14 | Проверить, что ТУС может обрабатывать BRCB с максимальной длиной имен параметров RptID и DatSet (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |
|  | Специфические тесты для BRCB (оставить промежуток для будущих тестовых случаев проверки RP) |
| sBr20 | Конечный автомат передачи буферизированных отчетов (BRCB) (МЭК  61850-7-2, подпункт 17.2.2.5, Рисунок 20)   * проверить, что события буферируются после отмены ассоциации * проверить, что передача отчетов запрещается после потери ассоциации * проверить, что неполученные отчеты, пока не было ассоциации, получены затем в правильном порядке (SOE) (МЭК 61850-7-2, подпункты 17.2.1 и 17.2.2.5) * сделать то же самое, но теперь установить PurgeBuf = «истинно» до разрешения передачи отчетов. Никакие сохраненные буферизованные отчеты не должны отправляться (МЭК 61850-7-2, подпункт 14.2.2.14) * вызвать переполнение буфера, OptFlds переполнения буфера должен быть установлен в первом посылаемом отчете о событиях, которые произошли после переполнения (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.2.8) |
| sBr21 | Передача буферизованных отчетов(BRCB); буферизация событий (МЭК |
|  | 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.6)   * проверить, что после того, как ассоциация снова доступна и после того, как клиент установил идентификатор EntryID и включил BRCB, BRCB начал отправлять отчеты о событиях, которые были буферизованы. BRCB должен использовать порядковые и субпорядковые номера, чтобы не возникало пропусков. |
| sBr22 | Проверить, что периодические отчеты буферизируются |
| sBr23 | Проверить успешное поведение ResvTms   * при ResvTms = -1 данный BRCB может использоваться предварительно назначенным клиентом * при ResvTms = 0 клиент может зарезервировать BRCB путем записи значения и конфигурирования BRCB * при потере ассоциации зарезервированный ResvTms освобождается по истечении числа секунд ResvTms (ResvTms устанавливается в 0).   При потере ассоциации в течение времени ResvTms никакой другой клиент не может резервировать данный BRCB, кроме одного, который сделал это изначально (этот клиент восстанавливает ассоциацию) |
| sBr24 | Проверить, что запрос SetBRCBValues для установки ResvTms будет:   * генерировать отрицательный ответ, если в данном BRCB параметр   ResvTms = -1   * генерировать отрицательный ответ, если в данном BRCB параметр ResvTms имеет ненулевое значение и если запрос SetBRCBValues был выдан другим клиентом, для которого данный BRCB не зарезервирован. * генерировать отрицательный ответ, если ResvTms имеет отрицательное значение |
| sBr25 | Проверить, что изменение одного из следующих параметров BRCB очищает буфер: RptID, BufTm, TrgOps, IntgPd, DatSet. Изменение OptFlds не должно очищать буфер (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.5) |
| sBr26 | Проверить, что после установки недопустимого, нулевого или несуществующего EntryID (идентификатора входа) ТУС отправляет все отчеты в буфер |
| sBr27 | Проверить, что когда состояние BRCB – параметр RptEna = «ложно», запрос GetBRCBValues должен возвращать значение EntryID, которое представляет последнюю (самую новую) запись, введенную в буфер. Когда параметр RptEna = «истинно», значение EntryID, возвращаемое в ответе на GetBRCBValues, должно быть значением последнего EntryID, отформатированного и поставленного в очередь для передачи. |
| sRp28 | Проверить, что только последний буферизированный отчет по общему опросу передается после ресинхронизации |

***Негативные тестовые случаи***

Должны применяться тестовые случаи, перечисленные в Таблице 45.

***Таблица 45. Негативные тестовые случаи для проверки буферизованных отчетов***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sBrN1 | Запросить GetBRCBValues с ошибочными параметрами и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.3.2) |
| sBrN2 | Сконфигурировать передачу отчета с опцией пуска GI (без dchg, qchg, dupd, периодически (integrity)). Если был разрешен только общий опрос, |
|  | отчеты передаются. Если генерируются события, никаких отчетов посылаться не должно (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.2.3.4) |
| sBrN3 | В результате задания периода передачи отчетов равным 0 с параметром TrgOps = integrity периодические отчеты отправляться не будут (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.12) |
| sBrN4 | Неправильная конфигурация BRCB: конфигурирование, когда разрешена передача отчетов, конфигурирование ConfRev и SqNum и конфигурирование с неизвестным набором данных |
| sBrN5 | Эксклюзивное использование BRCB и потеря ассоциации Сконфигурировать BRCB , установить атрибут Resv и включить его. Проверить, что другой клиент не может установить какой-либо атрибут этого BRCB (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.1) |
| sBrN6 | Конфигурирование не поддерживаемых опций BRCB (PIXIT) Конфигурирование не поддерживаемых условий пуска, опциональных полей и сопутствующих параметров |
| sBrN7 | Проверить, что другой клиент не может конфигурировать предварительно назначенный BRCB |
| sBrN8 | Проверить, что если TrgOps - GI не установлено, устройство не отправляет отчеты с кодом причины GI |

***Таблица 46. Позитивные тестовые случаи для проверки лога***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sLog1 | Запросить GetLogicalNodeDirectory(LOG) и убедиться в положительном ответе |
| sLog2 | Запросить GetLogicalNodeDirectory(LCB) и убедиться в положительном ответе |
| sLog3 | Запросить GetLCBValues с функциональным ограничителем LG для всех отозвавшихся LCB |
| sLog4 | Запросить SetLCBValues с функциональным ограничителем LG, когда LCB недоступен |
| sLog5 | Проверить, что ведение лога не зависит от ограниченного набора прикладных ассоциаций или других коммуникационных транзакций |
| sLog6 | Сконфигурировать, разрешить ведение лога и проверить, что следующие условия пуска лога помещают правильную запись в журнал лога с правильными элементами набора данных   * периодически (integrity) * обновление данных (dupd) * обновление данных и периодически * изменение данных (dchg) * изменение качества (qchg) * изменение данных и качества * изменение данных, качества и периодически |
| sLog7 | Запросить QueryLogByTime и убедиться в положительном ответе |
| sLog8 | Запросить QueryLogByAfter и убедиться в положительном ответе |
| sLog9 | Запросить GetLogStatusValues и убедиться в положительном ответе, проверить, что полученные в ответ записи показывают параметры «самый старый/новейший идентификатор записи/время», доступные в логе |
| sLog10 | Проверить, что данные записаны в лог в соответствии с настройками |
|  | логического узла GLOG. Соответствующим кодом причины должно быть  «приложение-триггер», |
| sLog11 | Проверить, что сервер может обрабатывать LCB и LOG с максимальной длиной имени для LCBRef, LogRef и DatSet (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |
| sLog12 | Проверить, что записи лога являются энергонезависимыми и не пропадают после перезагрузки и потери питания. |

***Таблица 47. Негативные тестовые случаи для проверки лога***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sLogN1 | Запросить следующие сервисы лога с ошибочными параметрами (выходящие за диапазон записи, несуществующие набор данных, LCB или лог) и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса   * GetLCBValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.3.2.5) * SetLCBValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.3.2.6) * QueryLogByTime (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.3.5.2) * QueryLogAfter (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.3.5.3) * GetLogStatusValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.3.5.4) |
| sLogN2 | Запросить SetLCBValues, когда LCB доступен и недоступен и проверить, что ответ отрицательный, т.е. ошибка сервиса |

***Таблица 48. Позитивные тестовые случаи для проверки публикации GOOSE- сообщений***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sGop1 | Запросить GetLogicalNodeDirectory(GoCB) и запросить GetGoCBValues (МЭК 61850-7-2, подпункты 18.2.2.5 и 10.2.2) |
| sGop2 | GOOSE-сообщения публикуются с большим (максимальное время в SCL- файле) периодом, сверить данные GOOSE-сообщений с настроенными данными (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.3):   * gocbRef – действительная ссылка в GoCB * timeAllowedtoLive > 0 и следующее GOOSE-сообщение передается в пределах указанного значения от текущего GOOSE-сообщения * datSet такой же как в GoCB и содержит действительную ссылку на набор данных * goID такой же как в GoCB и в SCL-файле, значение по умолчанию – это ссылка GoCB * t содержит время приращения статуса или запуска * sqNum инкрементируется, stNum>0 и не изменяется |
|  | * Simulation отсутствует или, если присутствует, то со значением   «ложно»   * confRev >0 и такое же, как в GoCB и SCL-файле (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.1.6) * needsCommisioning отсутствует или, если присутствует, то такое же как в GoCB * numDatSetEntries согласуется с числом записей данных в allData * значения allData согласуются с типами элементов datSet |
| sGop3 | Проверить, что вновь активированное устройство отправляет инициативное GOOSE-сообщение с начальным значением stNum единица (1) (МЭК 61850-7-2, подпункты 18.1, 18.2.3) |
| sGop4 | Вызвать изменение значения данных в наборе данных GOOSE- сообщения, ТУС должен публиковать GOOSE-сообщения в соответствии со спецификацией/конфигурацией (минимальное время mintime в SCL- файле), stNum инкрементируется, sqNum = 0 |
| sGop5 | Проверить, что ТУС публикует GOOSE-сообщения с установленным флагом симуляции, если это поддерживается (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.3.8) |
| sGop6 | Запретить GoCB, проверить, что измененные параметры по запросу SetGoCBValues активны (МЭК 61850-7-2, подпункты 18.2.1.3, 18.2.2.5 и 18.2.2.6) и GOOSE-сообщения больше не передаются |
| sGop7 | Проверить, что перезапуск устройства не должен переустанавливать значение версии конфигурации (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.1.6) |
| sGop8 | Проверить, что confRev инкрементируется каждый раз, когда конфигурация набора данных, на который ссылается DatSet (МЭК 61850- 7-2, подпункт 15.2.1.6). Изменения, которые подсчитываются:   * удаление элемента набора данных * переупорядочивание элементов в наборе данных * изменении значения атрибута DatSet |
| sGop9 | Проверить, что NdsCom (атрибут блока управления GoCB) установлен, когда DatSet еще не сконфигурирован (имеет нулевое значение) (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.1.7) |
| sGop10 | Проверить, что ТУС может отправлять GOOSE-сообщения с атрибутами данных и / или объектами данных |
| sGop11 | Проверить, что сервер может обрабатывать GoCB с максимальной длиной имен DatSet, GoCBRef и GoID (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |

***Таблица 49. Позитивные тестовые случаи для проверки подписки на GOOSE- сообщения***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sGos1 | Отправить GOOSE-сообщения с/без тэга VLAN с новыми данными, проверить получено ли сообщение и данные в нем имеют новое значение (например, о проверке двоичного выхода) в списке событий, логе или от ЧМИ |
| sGos2 | Отправить GOOSE-сообщения с установленным параметром NdsCom. Проверить, что при изменении статуса значения не используются в операционных целях (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.3.8) |
| sGos3 | Надлежащее обнаружение и действие перехода через максимум счетчика sqNum без изменения состояния (sqNum = max -> sqNum = 1) и с  изменением состояния (sqNum = max -> sqNum = 0) |
| sGos4 | Проверить значения атрибутов объекта данных логического узла LGOS при получении корректных GOOSE-сообщений, не GOOSE-сообщений и GOOSE-сообщений с несоответствующим ConfRev |
| sGos5 | Проверить, что сервер может подписаться на GOOSE-сообщения со структурированными данными (FCD) |
| sGos6 | Отправлять подписанные GOOSE-сообщения с набором параметров симулирования (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.3.8). Проверить, что   * если подписчик находится не в режиме симуляции (LPHD.Sim.stVal =   «ложно»), то симулируемые значения игнорируются. Подписчик должен продолжать использовать «реальные» GOOSE-сообщения   * если подписчик находится в режиме симуляции (LPHD.Sim.stVal =   «истинно»), то симулируемые значения используются в оперативных целях. Подписчик должен игнорировать «реальные» GOOSE- сообщения после того как принято первое симулируемое сообщение. Соответствующий LGOS.SimSt должен быть установлен, когда принято первое симулируемое сообщение, и очищен, когда LPHD.Sim.stVal устанавливается в «ложно». |
| sGos7 | Проверить, что сервер может подписаться на GOOSE-сообщения с максимальной длиной имен DatSet, GoCBRef и GoID (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |

***Таблица 50. Позитивные тестовые случаи для проверки менеджмента GOOSE- сообщениями***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sGom1 | Проверить сервисы GOOSE: запросить сервис с разрешенными параметрами и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 15.2.2)   * GetGoReference (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.2.3) * GetGOOSEElementNumber (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.2.4) |
| sGom2 | Проверить запрос управления GOOSE. Проверьте сервис запроса ТУС с применимыми параметрами и смоделируйте подходящими ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 15.2.2)   * GetGoReference (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.2.3) * GetGOOSEElementNumber (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.2.4) |

***Таблица 51. Негативные тестовые случаи для проверки публикации GOOSE- сообщений***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sGopN1 | Если GoEna = «истинно», то никакие атрибуты блока управления GoCB не могут быть установлены, кроме GoEna (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.1.3) |
| sGopN2 | Проверить, что если количество или размер значений, передаваемых элементами в наборе данных, превышает максимальное число, определенное SCSM, то NdsCom имеет значение «истинно». (МЭК 61850- 7-2, подпункт 18.2.1.7) |

***Таблица 52. Негативные тестовые случаи для проверки подписки на GOOSE- сообщения***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sGosN1 | Проверить реакцию ТУС как специфицировано в PIXIT на пропущенное  GOOSE-сообщение |
| sGosN2 | Проверить реакцию ТУС как специфицировано в PIXIT на дублированное  GOOSE-сообщение |
| sGosN3 | Проверить реакцию ТУС как специфицировано в PIXIT на задержанное  GOOSE-сообщение с превышением и без превышения timeAllowedToLive |
| sGosN4 | Проверить реакцию ТУС как специфицировано в PIXIT на GOOSE-  сообщение, поступившее с нарушением порядка |
| sGosN5 | Проверить реакцию ТУС как специфицировано в PIXIT на отсутствие  GOOSE-сообщений |
| sGosN6 | Проверить реакцию ТУС как специфицировано в PIXIT на неверные  GOOSE-сообщения   * gocbRef отличается от указанного в GoCB и нуля * timeAllowedtoLive = 0 * datSet отличается от указанного в GoCB и нуля * goID отличается от указанного в GoCB и нуля * t содержит время изменения состояния минус/плюс один час * confRev отличается от указанного в GoCB и нуля * numDatSetEntries - 0, больше, меньше, чем число записей данных в   allData   * значения allData не согласуются с типами элементов datSet |

***Таблица 53. Негативные тестовые случаи для проверки менеджмента GOOSE- сообщениями***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sGomN1 | Клиент запрашивает сервис управления GOOSE с неразрешенными параметрами, необходимо проверить, что ответ ТУС отрицательный, т.е. ошибка сервиса (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.2). Проверить, что NULL для MemberReference в GetGOOSEElementNumber указывает, что ни один из элементов набора данных не определен. (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.2.4.2.2) |

***Таблица 54. Тестовые случаи для проверки управления***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sCtl1 | Вынудите сработать и проверьте каждый путь конечного автомата управления для нескольких объектов управления с моделями управления   * прямое управление с нормальной безопасностью (МЭК 61850-7-2, подпункт 20.2.1) * SBO-управление с нормальной безопасностью (МЭК 61850-7-2, подпункт 20.2.2) * прямое управление с повышенной безопасностью (МЭК 61850-7-2, |
|  | подпункт 20.3.2)   * SBO-управление с повышенной безопасностью (МЭК 61850-7-2, подпункт 20.3.3)   Сравните подробные тестовые случаи для каждой модели управления |
| sCtl2 | Изменить модель управления, используя сервисы реального времени, проверить, что объект управления реагирует в соответствии с новой моделью управления |
| sCtl3 | Управление вторым объектом управления с повышенной безопасностью до истечения времени активирования первого объекта управления (PIXIT) |
| sCtl4 | Проверить, что значение атрибута stSeld установлено/переустановлено так, как оно задано конечным автоматом управления |
| sCtl5 | Проверить тестовый флаг в selectwithvalue/operate и Beh = «тест» (МЭК  61850-7-4, Приложение A, Таблица A.1)   * если логический узел Beh имеет значение «вкл», то запросы управления отклоняются с формулировкой AddCause «Blocked-by- mode» («заблокировано режимом») * если логический узел Beh имеет значение «тест/блокировано», то управляющие запросы принимаются * если логический узел Beh имеет значение «тест», то управляющие запросы принимаются |
| sCtl6 | Выбрать все объекты управления SBO и отменить их выбор в противоположном порядке. В случае блокирования управляющего действия из-за того, что уже выполняется другое управление, значение AddCause должно быть «1-of-n-control» |
| sCtl7 | Проверить, что при условиях взаимоблокировки или проверки синхронизации выполняются указанные проверки и команда выполняется соответствующим образом (МЭК 61850-7-2, подпункт 20.5.2.5):   * когда проверка блокировки завершается неуспешно с формулировкой AddCause «Blocked-by-interlocking» (блокировка в результате взаимоблокировки) * когда проверка блокировки проходит * когда проверка синхронизаци завершается неуспешно с формулировкой AddCause «Blocked-by- synchrocheck» (блокировка в результате проверки синхронизации) * когда проверка синхронизации проходит |
| sCtl8 | Произвести операцию (без выбора) с объектом управления SBO и проверить, что запрос отклонен с формулировкой AddCause «Object-not- selected» («объект не выбран») |
| sCtl9 | Выбрать один и тот же объект управления дважды, проверить, что второй запрос выбора отклонен с формулировкой AddCause «Object-already- selected» («объект уже выбран») (МЭК 61850-7-2, Таблица 47) и объект остается в выбранном состоянии (Operate.req принято) |
| sCtl10 | Произвести операцию с управляющим значением, совпадающим с фактическим значением состояния (On-On или Off-Off) и проверить, что запрос управления отклонен с формулировкой AddCause «Position- reached» («положение достигнуто») (МЭК 61850-7-2, Таблица 47, PIXIT) |
| sCtl11 | Выбрать один и тот же объект управления двумя разными клиентами. Проверить, что запросы управления от второго клиента отклонены с формулировкой AddCause «Locked-by-other-client» («блокировано другим  клиентом») (МЭК 61850-7-2, Таблица 47) |
| sCtl12 | Выбрать/произвести операцию с неизвестным объектом управления и проверить, что запросы управления отклонены с формулировкой AddCause «Unknown» («неизвестный») (МЭК 61850-7-2, Таблица 47) |
| sCtl13 | Проверить, что запрос выбора объекта прямого управления отклоняется с формулировкой AddCause «Unknown» («неизвестный») (МЭК 61850-7-2, Таблица 47) |
| sCtl14 | Произвести операцию с объектом прямого управления дважды двумя клиентами (МЭК 61850-7-2, Таблица 47, PIXIT) и проверить, что последний запрос управления отклонен с формулировкой AddCause  «Command-already-in-execution» («команда уже выполняется») |
| sCtl15 | Проверить, что запрос действия SBOes или отмены с параметрами управления, отличными от SelectWithValue, отклоняется с формулировкой AddCause «Inconsistent-parameters» («несогласованные параметры») |
| sCtl16 | Проверить, что если параметр Loc установлен, то запросы удаленного управления отклоняются с формулировкой AddCause «Blocked-by- switching-hierarchy» («блокировано иерархией переключения») |
| sCtl17 | Проверить, что при полномочиях управления станционного уровня (LocSta = «истинно») запросы удаленного управления отклоняются с  формулировкой AddCause «Blocked-by-switching-hierarchy» («блокировано иерархией переключения») |
| sCtl18 | Проверить, что при установленном CmdBlk.stVal запросы управления отклоняются с формулировкой AddCause «Blocked-by-command» («блокировано командой») (МЭК 61850-7-2, Таблица 54) |
| sCtl19 | Проверить, что при установленном blkEna запросы управления прерываются с формулировкой AddCause «Time-limit-over» («Ограничение по времени») |
| sCtl20 | Проверить, что при изменении параметров после ответа на выбор запрос действия отклоняется с формулировкой AddCause «Parameter-change-in- execution» («изменение параметров при выполнении») (МЭК 61850-7-2, Таблица 54) |
| sCtl21 | Проверить, что если устройство регулирования под напряжением достигло предела (EndPosR или EndPosL в YLTC), то запросы управления отклоняются с формулировкой AddCause «Step-limit» («предел шага») (МЭК 61850-7-2, Таблица 54) |
| sCtl22 | Проверить, что при недостаточных полномочиях доступа запросы управления отклоняются с формулировкой AddCause «No-access- authority» («нет полномочий доступа») (МЭК 61850-7-2, Таблица 54). |
| sCtl23 | Проверить, что при превышении предельного значения управляющего воздействия APC, команда прерывается с формулировкой AddCause  «Ended-with-overshoot» («завершено с превышением») (МЭК 61850-7-2, Таблица 54) |
| sCtl24 | Проверить, что при прерывании действия управления APC из-за отклонения между значением команды и измеренным значением, управление завершается с формулировкой AddCause «Abortion-due-to- deviation» («прервано из-за отклонения») (МЭК 61850-7-2, Таблица 54) |
| sCtl25 | Проверить, что запрос отмены успешен, если объект управления находится в невыбранном состоянии (МЭК 61850-7-2, Таблица 47) |
| sCtl26 | Проверить, что если объект управления находится в состоянии WaitForExecution, то запрос отмены или SelectWithValue отклоняется с |
|  | формулировкой AddCause «Command-already-in-execution» («команда уже выполняется») (МЭК 61850-7-2, Таблица 54) |
| sCtl27 | Проверить, что запрос SelectWithValue объекта управления SBOns отклоняется с формулировкой AddCause «Unknown» («неизвестный») (МЭК 61850-7-2, Таблица 54) |
| sCtl28 | Проверить, что ТУС может управлять объектом с максимальной длиной имени ИЭУ и логического устройства (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |

***Таблица 55. Тестовые случаи для проверки SBOes***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sSBOes1 | Отправить корректные запросы SelectWithValue и Operate.  Проверить, что каждый из этих путей вернет устройство в невыбранное состояние (Unselected) и проверить завершение команды (CommandTermination):   * заставить симулятор оборудования перейти в запрошенное новое состояние * заставить симулятор оборудования сохранить прежнее состояние (AddCause: «Time-limit-over» или «Invalid-position») * заставить симулятор оборудования перейти в промежуточное состояние (AddCause: «Invalid-position») |
| sSBOes2 | Отправить корректный запрос SelectWithValue  Проверить, что каждый из этих путей вернет устройство в невыбранное состояние Unselected:   * послать корректный запрос отмены * подождать заданное время * отправить запрос сброса (Release) * отправить запрос действия (Operate), результат которого «Тест не прошел» («Test not ok») |
| sSBOes3 | Отправить корректные запросы SelectWithValue и TimeActivatedOperate, приводящие в результате к отрицательному ответу |
| sSBOes4 | Отправить корректный запрос SelectWithValue  Отправить корректный запрос TimeActivatedOperate Once Убедиться в положительном TimeActivatedOperateTermination  Проверить, что каждый из этих путей вернет устройство в состояние «не выбрано» Unselected, и проверить CommandTermination:   * заставить симулятор оборудования перейти в запрошенное новое состояние * заставить симулятор оборудования сохранить прежнее состояние (AddCause: «Time-limit-over» или «Invalid-position») * заставить симулятор оборудования перейти в промежуточное состояние (AddCause: «Invalid-position») |
| sSBOes5 | Отправить корректный запрос SelectWithValue Отправить корректный запрос TimeActivatedOperate  Проверить, что каждый из этих путей вернет устройство в состояние готовности и отрицательное TimeActivatedOperateTermination:   * вызвать «Test not ok» * послать корректный запрос отмены (Cancel) |
| sSBOes6 | Выбрать устройство, используя SelectWithValue несанкционированными правами доступа. В доступе должно быть отказано (МЭК 61850-7-2, подпункт 20.2.2) или отправить некорректный запрос SelectWithValue |
| sSBOes7 | Отправить корректный запрос SelectWithValue  Проверить, что посылка нескольких запросов Operate Many возвратит устройство в состояние готовности  Проверить, что посылка запроса отмены (Cancel) возвратит устройство в состояние «не выбрано» Unselected |
| sSBOes8 | Проверить, что запросы действия (Operate) или отмены (Cancel) с параметрами отличными от SelectWithValue отклоняются с формулировкой AddCause «Inconsistent-parameters» («несогласованные параметры») |

***Таблица 56. Тестовые случаи для проверки DOns***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sDOns1 | Отправить корректный запрос действия (Operate) |
| sDOns2 | Отправить запрос действия (Operate), приводящий к результату «Test not ok» |
| sDOns3 | Отправить запрос TimeActivatedOperate, приводящий в результате к отрицательному ответу |
| sDOns4 | Отправить корректный запрос TimeActivatedOperate Убедиться в положительном TimeActivatedOperateTermination |
| sDOns5 | Отправить корректный запрос TimeActivatedOperate  Проверить, что каждый из этих путей возвратит устройство в состояние готовности и отрицательное TimeActivatedOperateTermination:   * вызвать «Test not ok» * отправить корректный запрос отмены (Cancel) |

***Таблица 57. Тестовые случаи для проверки SBOns***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sSBOns1 | Отправить корректный запрос выбора (Select)  Отправить корректный запрос действия (Operate) |
| sSBOns2 | Отправить корректный запрос выбора  Проверить, что каждый из этих путей вернет устройство в состояние «не выбрано» Unselected:   * отправить корректный запрос отмены * ожидать истечения таймаута выбора * отправить запрос выпуска (Release) * отправитьзапрос действия (Operate), результат которого «Тест не прошел» («Test not ok») |
| sSBOns3 | Отправить корректный запрос выбора  Отправить некорректный запрос TimeActivatedOperate, приводящий в результате к отрицательному ответу |
| sSBOns4 | Отправить корректный запрос выбора  Отправить TimeActivatedOperate, тем самым убедитесь, что устройство будет генерировать «Test Ok».  Убедиться в положительном TimeActivatedOperateTermination |
| sSBOns5 | Отправить корректный запрос выбора  Отправить корректный запрос TimeActivatedOperate  Проверить, что каждый из этих путей возвратит устройство в состояние готовности и отрицательное TimeActivatedOperateTermination:   * вызвать «Test not ok» * отправить корректный запрос отмены (Cancel) |
| sSBOns6 | Отправить запрос выбора, приводящий в результате к отрицательному ответу. Проверить, что устройство вернется в состояние «не выбрано» |
| sSBOns7 | Отправить корректный запрос выбора  Проверить, что посылка нескольких запросов Operate Many возвратит устройство в состояние готовности  Проверить, что посылка запроса отмены (Cancel) возвратит устройство в состояние «не выбрано» Unselected |

***Таблица 58. Тестовые случаи для проверки DOes***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sDOes1 | Отправить корректный запрос действия (Operate).  Проверить, что каждый из этих путей вернет устройство в состояние готовности и проверить завершение команды (CommandTermination):   * заставить симулятор оборудования перейти в запрошенное новое состояние * заставить симулятор оборудования сохранить прежнее состояние (AddCause: «Time-limit-over» или «Invalid-position») * заставить симулятор оборудования перейти в промежуточное состояние (AddCause: «Invalid-position») |
| sDOes2 | Отправить запрос действия (Operate), приводящий в результате к «Тест не прошел» («Test not ok») |
| sDOes3 | Отправить запрос TimeActivatedOperate, приводящий в результате к отрицательному ответу |
| sDOes4 | Отправить корректный запрос TimeActivatedOperate Убедиться в положительном TimeActivatedOperateTermination  Проверить, что каждый из этих путей вернет устройство в состояние готовности и проверить завершение команды (CommandTermination):   * заставить симулятор оборудования перейти в запрошенное новое состояние * заставить симулятор оборудования сохранить прежнее состояние (AddCause: «Time-limit-over» или «Invalid-position») * заставить симулятор оборудования перейти в промежуточное состояние (AddCause: «Invalid-position») |
| sDOes5 | Отправить корректный запрос TimeActivatedOperate  Проверить, что каждый из этих путей возвратит устройство в состояние готовности и отрицательное TimeActivatedOperateTermination:   * вызвать «Test not ok» * Отправить корректный запрос отмены (Cancel) |

***Таблица 59. Позитивные тестовые случаи для проверки времени***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sTm1 | Проверить, что ТУС поддерживает и выполняет синхронизацию времени SCSM как сконфигурировано в SCL-файле |
| sTm2 | Проверить, что точность метки времени отчета/лога соответствует документированному качеству метки времени сервера |
| sTm3 | Убедитесь, что, если устройство поддерживает часовые пояса и переход на летнее время, метка времени событий и файлов нарушений является временем UTC |
| sTm4 | Проверить настройки управления временем в логическом узле LTIM |
| sTm5 | Проверить контроль, осуществляемый мастером времени, в логическом узле LTMS |

***Таблица 60. Негативные тестовые случаи для проверки времени***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sTmN1 | Проверить, что потеря связи синхронизации времени обнаруживается по истечении заданного периода времени |
| sTmN2 | При ошибке синхронизации должно определяться отклонение от допустимой метки времени |

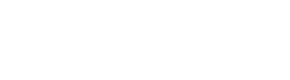
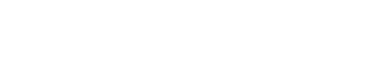
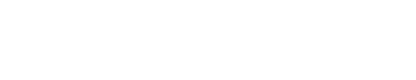
***Таблица 61. Позитивные тестовые случаи для проверки обмена файлами***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sFt1 | Запросить GetServerDirectory(FILE) с правильными параметрами и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 8.2.2, PIXIT) |
| sFt2 | Для каждого обнаруженного файла:   * запросить GetFile с правильными параметрами и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 23.2.1) * запросить GetFileAttributeValues с правильными параметрами и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 23.2.4) * запросить DeleteFile с правильными параметрами и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 23.2.3) |
| sFt3 | Проверить сервис SetFile с небольшим и большим файлом и максимальным количеством файлов максимального размера |
| sFt4 | Запросить GetFile двумя клиентами одновременно, если поддерживается ассоциация более, чем с одним клиентом (PIXIT) |
| sFt5 | Запросить GetServerDirectory(FILE) с параметром-шаблоном (wildchar) и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 7.2.2) |

***Таблица 62. Тестовые случаи для проверки резервирования сети***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| sPrp1 | Проверить, что устройство поддерживает резервирование PRP в соответствии с МЭК 62439-3 |
| sPrp2 | Проверить, что если один канал не работает, пакеты не теряются в устройстве, а значения данных LCCH обновляются |
| sHsr1 | Проверить, что устройство поддерживает резервирование HSR в соответствии с МЭК 62439-3 |
| sHsr2 | Проверить, что если один канал не работает, пакеты не теряются в устройстве, а значения данных LCCH обновляются |

***Наборы тестов для проверки клиентского устройства***



***Таблица 63. Тестовые случаи для проверки документации клиента***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cDoc1 | Проверить, совпадают ли старшие/младшие версии программного обеспечения в документации PICS и в ТУС (МЭК 61850-4). |
| cDoc2 | Проверить, совпадают ли старшие/младшие версии программного обеспечения в документации PIXIT и версия программного обеспечения в ТУС (МЭК 61850-4). PIXIT должен показывать необходимую информацию как требуется в тестовых случаях |
| cDoc3 | Проверить, совпадают ли старшие/младшие версии программного обеспечения в документации MICS и версия программного обеспечения в ТУС (МЭК 61850-4). MICS должно показывать, какие CDC и/или части CDC поддерживаются ТУС, например, массивы |
| cDoc4 | Проверить, совпадают ли старшие/младшие версии программного обеспечения в документации TICS и версия программного обеспечения в ТУС (МЭК 61850-4). TICS должно отображать выполнение технических вопросов |

***Таблица 64. Тестовые случаи для проверки файла конфигурации клиента***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cCnf1 | Проверить, что ТУС обрабатывает имена данных, типы данных как сконфигурировано в конфигурационном SCL-файле |
| cCnf2 | Измените не менее 5 настраиваемых конечным пользователем параметров, которые отображаются ТУС в конфигурационном SCL- файле, настройте ТУС используя конфигурационный SCL-файл (с помощью прилагаемого инструментального средства конфигурирования) и проверьте обновленную конфигурацию. Восстановите исходный SCL- файл и перенастройте ТУС в исходное состояние |
| cCnf3 | Проверить, что клиент может обрабатывать управление ConfigRev в SCL- файле и отображаться сервером в LLN0.NamPlt.configRev, как описано в PIXIT. При несоответствии тестируемое устройство должно вести себя так, как описано в PIXIT (обратите внимание, что если PIXIT описывает, что тестируемое устройство не проверяет такое несоответствие, то от ТУС не требуется никаких действий) |

***Таблица 65. Тестовые случаи для проверки модели данных клиента***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cMdl1 | Проверить, что клиент может обрабатывать максимальную длину имени в соответствии с МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2 и SCSM, а также правильно разворачивать объекты, такие как SDOs (PIXIT) |
| cMdl2 | Проверить, что ТУС поддерживает следующие соглашения об именах для поддерживаемых блоков управления:   1. unbuffered report control block - not indexed (блок управления небуферизованным отчетом – не индексируемый) 2. unbuffered report control block - indexed (блок управления небуферизованным отчетом – индексируемый) 3. buffered report control block (блок управления буферизованным отчетом) 4. setting group control block (блок управления группой уставок) 5. GOOSE control block (блок управления GOOSE-сообщениями) 6. Log control block (блок управления логом) |
| cMdl3 | Проверить, что ТУС может читать и обрабатывать обязательные и опциональные атрибуты CDC согласно МЭК 61850-7-3, если в MICS не указано иное |

***Таблица 66. Позитивные тестовые случаи для проверки ассоциации***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cAss1 | Установить ассоциацию и заставить ТУС освободить или прервать TPAA ассоциацию (МЭК 61850-7-2, подпункт 8.3) |
| cAss2 | Заставить ТУС установить ассоциации с максимальным числом серверов одновременно (PIXIT) |
| cAss3 | Проверить, что ТУС восстанавливает ассоциацию после потери связи с одним сервером и что это не влияет на другие активные ассоциации с другими серверами |
| cAss4 | Проверить, что ТУС может работать с серверами с маленьким и  большим размером PDU MMS, ТУС должен продолжать предлагать свой оригинальный размер MMS PDU (PIXIT) |

***Таблица 67. Негативные тестовые случаи для проверки ассоциации***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cAssN1 | Устанавливается ассоциация и сервер отвечает отрицательным ответом из-за AccessPointReference |
| cAssN2 | Устанавливается ассоциация и сервер отвечает отрицательным ответом из-за AuthenticationParameter |
| cAssN3 | Устанавливается ассоциация и сервер освобождает (releases) TPAA ассоциацию (МЭК 61850-7-2, подпункт 8.3). ТУС должно попытаться восстановить ассоциацию по истечении настроенного периода (PIXIT). |
| cAssN4 | Устанавливается ассоциация и сервер прерывает (abort) TPAA ассоциацию (МЭК 61850-7-2, подпункт 8.3). ТУС должно попытаться восстановить ассоциацию по истечении настроенного периода (PIXIT). |
| cAssN5 | Устанавливается ассоциация и сервер отклоняет(denies) TPAA ассоциацию (МЭК 61850-7-2, подпункт 8.3). ТУС должно попытаться восстановить ассоциацию по истечении настроенного периода (PIXIT). |
| cAssN6 | Отсоединить коммуникационный интерфейс между сервером и Ethernet- коммутатором, тогда как связь между ТУС и Ethernet-коммутатором остается действующей. ТУС должно определить потерю связи за |
|  | определенный период. Как только связь будет восстановлена, ТУС должно попытаться установить ассоциацию опять |
| cAssN7 | Прервать и восстановить питание, ТУС должно установить сконфигурированную ассоциацию, как только будет готово |

***Таблица 68. Позитивные тестовые случаи для проверки сервера***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cSrv1 | Если ТУС выполняет автоописание (Примечание 1), заставить ТУС запустить автоописание и проверить, что ТУС запрашивает GetServerDirectory(LOGICAL-DEVICE) у всех логических устройств сконфигурированных серверов (Примечание 2) (МЭК 61850-7-2,  подпункт 7.2.2) |
| cSrv2 | Если ТУС выполняет автоописание, проверить, что на каждый ответ на GetServerDirectory(LOGICAL-DEVICE) ТУС выдает запрос GetLogicalDeviceDirectory (МЭК 61850-7-2, подпункт 9.2.1) |
| cSrv3 | Если ТУС выполняет автоописание, проверить, что на каждый ответ на GetLogicalDeviceDirectory ТУС выдает запрос GetLogicalNodeDirectory(DATA) (МЭК 61850-7-2, подпункт 10.2.2) |
| cSrv4 | Если ТУС выполняет автоописание, проверить, что для подмножества ответов на GetLogicalNodeDirectory(DATA) ТУС вызывает хотя бы один из следующих сервисов:   1. запросить GetDataDirectory и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.4) 2. запросить GetDataDefinition и проверить ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.5) |
| cSrv5 | Проверить, что после запуска ТУС может обновить обрабатываемые значения сконфигурированных серверов |
| cSrv6 | Запросить SetDataValues различных основных типов (например, с FC = CF) и проверить сервисы (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.3) |
| cSrv7 | Запросить GetDataValues и проверить, что ТУС обновляет свою модель (МЭК 61850-7-2, подпункт 11.4.2) |
| cSrv8 | Запросить GetDataValues для требуемых функциональных ограничений  и проверить, что ТУС обновляет свою модель (МЭК 61850-7-2, подпункт  10.2.3) |
| cSrv9 | Проверить, что клиент может установить/переустановить blkEna (МЭК  61850-7-3, подпункт 6.2.6) |

***Таблица 69. Негативные тестовые случаи для проверки сервера***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cSrvN1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, что ТУС еще связывается с другими серверами, когда он требует следующих сервисов с отрицательным ответом:   1. GetServerDirectory(LOGICAL-DEVICE) 2. GetLogicalDeviceDirectory 3. GetLogicalNodeDirectory(DATA) 4. GetDataDirectory 5. GetDataDefinition |
| cSrvN2 | Проверить, что ТУС может взаимодействовать с другими подключенными серверами после того, как запрос GetAllDataValues завершился неудачей при следующих обстоятельствах:   1. отрицательный ответ 2. ответ приходит с несоответствующими объектами данных |
| cSrvN3 | Проверить, что ТУС может взаимодействовать с другими подключенными серверами после того, как запрос GetDataValues завершился неудачей при следующих обстоятельствах:   1. отрицательный ответ 2. ответ приходит с несоответствующими объектами данных 3. значение выходит за пределы допустимого диапазона для этих данных |
| cSrvN4 | Проверить, что ТУС может взаимодействовать с другими подключенными серверами после того, как запрос SetDataValues завершился неудачей при следующих обстоятельствах:   1. отрицательный ответ 2. одно из значений данных предназначено только для чтения |
| cSrvN5 | Если ТУС обнаруживает/уведомляет об изменениях атрибута  «Качество», используйте симмулятор сервера для задания различных значений качества для измеренных значений/ значений состояния, контролируемых тестируемым устройством, и проверьте поведение, описанное в PIXIT |
| cSrvN6 | Если ТУС обнаруживает/уведомляет об изменениях атрибута метки времени «TimeQuality», используйте симмулятор сервера для задания различных значений качества времени для измеренных значений/ значений состояния, контролируемых тестируемым устройством, и проверьте поведение, описанное в PIXIT |

***Таблица 70. Позитивные тестовые случаи для проверки набора данных***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cDs1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, запрашивается ли GetLogicalNodeDirectory(DATASET) логических узлов сконфигурированных серверов (МЭК 61850-7-2, подпункт 10.2.2) |
| cDs2 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, запрашивается ли GetDataSetDirectory(DATASET) всех наборов данных сервера (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.6) |
| cDs3 | Проверить, что ТУС может запросить GetDataSetValues и обработать ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.2) |
| cDs4 | Проверить, что ТУС может запросить SetDataSetValues и обработать ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.3) |
| cDs5 | Убедиться, что ТУС проверяет предварительно сконфигурированные наборы данных в SCD-файле. Если какое-либо отклонение обнаружено, то ТУС ведет себя как специфицировано в PIXIT |
| cDs6 | Если ТУС динамически создает постоянные/непостоянные наборы данных после запуска, проверьте, что ТУС отправляет запрос сервиса CreateDataSet в соответствии с конфигурацией. PIXIT (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.4) |
| cDs7 | Запросить сервис DeleteDataSet и проверить, что ТУС посылает запрос правильно и способен обработать ответ от сервера (МЭК 61850-7-2, подпункт 13.3.5) |
| cDs8 | Проверить, что постоянный набор данных может обрабатываться при максимальной длине имени набора данных и элемента набора данных (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |
| cDs9 | Проверить, что не постоянный набор данных может обрабатываться при максимальной длине имени набора данных и элемента набора данных (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |

***Таблица 71. Негативные тестовые случаи для проверки набора данных***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cDsN1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, что ТУС еще связывается с другими серверами, когда он требует следующих сервисов с отрицательным ответом:   1. GetLogicalNodeDirectory(DATA-SET) 2. GetDataSetDirectory |
| cDsN2 | Проверить, что ТУС еще связывается с другими серверами правильно, когда он запрашивает GetDataSetValues от одного из них и происходит следующее:   1. отрицательный ответ 2. приходит ответ с большим/меньшим числом элементов, чем ожидалось 3. приходит ответ с переупорядоченными элементами разных типов 4. приходит ответ с переупорядоченными элементами одного типа |
| cDsN3 | Проверить, что ТУС еще связывается с другими серверами правильно, когда он запрашивает SetDataSetValues от одного из них и получает отрицательный ответ |
| cDsN4 | Если ТУС динамически создает постоянные/непостоянные наборы данных после запуска, проверьте, что ТУС еще связывается с другими серверами, когда он запрашивает CreateDataSet и получает отрицательный ответ |

***Таблица 72. Тестовые случаи для проверки трассировки сервиса***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cTrk1 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: передачу буферизованных отчетов, LTRK.BrcbTrk |
| cTrk2 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: передачу небуферизованных отчетов, LTRK.UrcbTrk |
| cTrk3 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: блок управления логом, LTRK.LocbTrk |
| cTrk4 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: блок управления GOOSE-сообщениями, LTRK.GocbTrk |
| cTrk5 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: блок управления многоадресными посылками выборочных значений, LTRK.MsvcbTrk |
| cTrk6 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: блок управления одноадресными посылками выборочных значений, LTRK.UsvcbTrk |
| cTrk7 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: блок управления группой уставок, LTRK.SgcbTrk |
| cTrk8 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: одноточечное управление, LTRK.SpcTrk |
| cTrk9 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: двухточечное управление, LTRK.DpcTrk |
| cTrk10 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: управление целочисленным типом данных, LTRK.IncTrk |
| cTrk11 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: управление перечислимым типом данных, LTRK.EncTrk |
| cTrk12 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: управление значением аналоговой величины при помощи команд с плавающей точкой, LTRK.ApcFTrk |
| cTrk13 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: управление значением аналоговой величины при помощи целочисленных команд, LTRK.ApcIntTrk |
| cTrk14 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: пошаговое двоичное управление, LTRK.BscTrk |
| cTrk15 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: пошаговое целочисленное управление, LTRK.IscTrk |
| cTrk16 | Проверить, что ТУС может производить трассировку сервисов блоков управления: двоичное управление значением аналоговой величины, LTRK.BacTrk |
| cTrk17 | Проверить, что ТУС может производить трассировку других поддерживаемых общих сервисов, LTRK.GenTrk |

***Таблица 73. Тестовые случаи для проверки подстановки***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cSub1 | Проверить, что ТУС может включить подстановку, ввести подстановочное значение и отключить подстановку |
| cSub2 | Проверить, что ТУС может отображать исходное «замещенное» для подстановочного значения |
| cSub3 | Проверить, что ТУС может отображать исходное «замещенное» для значений, замещаемых другим клиентом |
| cSub4 | Проверить, что ТУС может обрабатывать максимальные длины имен для значений подстановки (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |

***Таблица 74. Позитивные тестовые случаи для проверки групп уставок***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cSg1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, запрашивается ли GetLogicalNodeDirectory(SGCB), и проверить получение положительного ответа |
| cSg2 | Проверить, что ТУС может выбрать группу уставок (МЭК 61850-7-2, пункт 16, Рисунок 22):   1. запросить SelectActiveSG первой группы уставок (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.2) 2. запросить GetSGCBValues, чтобы проверить активную группу уставок (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.7) 3. повторить для другой группы уставок |
| cSg3 | Проверить, что ТУС может получить значения группы уставок (FC = SG) (МЭК 61850-7-2, пункт 16, Рисунок 22):   1. запросить SelectActiveSG первой группы уставок 2. использовать GetDataValues (FC = SG), чтобы проверить значения первой группы уставок 3. повторить для другой группы уставок |
| cSg4 | Проверить, что ТУС может редактировать значения группы уставок   1. запросить SelectEditSG первой группы уставок 2. запросить GetEditSGValue, чтобы прочитать редактируемое значение (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.6) 3. использовать SetEditSGValue, чтобы изменить редактируемое значение (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.4) 4. использовать ConfirmEditSGValues, чтобы подтвердить изменения (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.5) |
| cSg5 | Проверить, что устройство может отменить процедуру редактирования   1. запросить SelectEditSG первой группы уставок 2. отменить обработку с помощью SelectEditSG, где SettingGroupNumber равно 0 (ноль) |
| cSg6 | Если устройство способно читать опциональный параметр ResvTms, то проверить, что ТУС не запрашивает SelectEditSG при ResvTms > 0 (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.2.2.8) |
| cSg7 | Если устройство способно читать опциональный параметр EditSG, то проверить, что ТУС не запрашивает SelectEditSG при EditSG > 0 (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.2.2.5) |

***Таблица 75. Негативные тестовые случаи для проверки групп уставок***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cSgN1 | Заставить симулятор сервера вернуть отрицательный ответ для следующих сервисов и проверить, что ТУС продолжает функционировать как прежде   1. SelectActiveSG (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.2) 2. GetSGCBValues (МЭК 61850-7-2, подпункт 16.3.7) |

***Таблица 76. Позитивные тестовые случаи для проверки небуферизированных отчетов***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cRp1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, запрашивается ли GetLogicalNodeDirectory(URCB) всех логических узлов, описанных в PIXIT, для всех настроенных серверов |
| cRp2 | Если ТУС конфигурирует параметры UnbufferedReportControlBlock сервера после запуска с помощью SetURCBValues, проверьте, что SetURCBValues отправлены с настроенными значениями. (МЭК 61850-7- 2, подпункт 17.2.5.4) |
| cRp3 | Проверить, что ТУС способен обрабатывать отчеты с различными опциональными полями:  принудить ТУС сконфигурировать/разрешить URCB с полезными необязательными комбинациями полей: порядковым номером, меткой времени отчета, причиной для включения, именем набора данных и/или ссылкой на данные, принудительное задание/ пуск отчета, и проверить, что ТУС способен обрабатывать отчеты и обновлять свою базу данных. (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.8) |
| cRp4 | Проверить, что ТУС способен обрабатывать отчеты с различными условиями пуска (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.11)  Настроить и разрешить URCB со всеми поддерживаемыми опциональными полями и проверить, что отчеты передаются в соответствии со следующими (поддерживаемыми) условиями пуска:   1. периодически 2. обновление данных (dupd) 3. обновление данных и периодически 4. изменение данных (dchg) 5. изменение данных и качества 6. изменение данных, качества и периодически |
| cRp5 | Проверить, что ТУС может обрабатывать сегментированные отчеты |
| cRp6 | Проверить, что ТУС может изменять (предварительно) настроенное время буферизирования (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.9) |
| cRp7 | Проверить, что ТУС может вызвать общий опрос (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.13) |
| cRp8 | Проверить, что после запуска ТУС конфигурирует и разрешает URCB в соответствии со спецификацией в SCD-файле. ТУС может записывать только поля URCB «dyn» в SCL-файле |
| cRp9 | Проверить, что ТУС может обрабатывать отчеты с комплексными структурированными данными (например, объекты данных WYE и DEL) |
| cRp10 | Проверить, что ТУС может обрабатывать отчеты с базовыми данными (например, stVal и quality) |
| cRp11 | Проверить, что ТУС может обрабатывать URCB, RptID и DatSet с максимальной длиной имени (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |
| cRp12 | Проверить, что ТУС может изменить элементы набора данных динамического набора данных, ранее использовавшегося в URCB, что приводит к инкрементированию ConfRev сервером |
| cRp13 | Проверить, что ТУС настраивает другой индексированный URCB, когда другой клиент зарезервировал индексированный URCB до этого |

***Таблица 77. Негативные тестовые случаи для проверки небуферизованных отчетов***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cRpN1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, что ТУС еще связывается с другими серверами, когда он запрашивает GetLogicalNodeDirectory (URCB) с отрицательным ответом |
| cRpN2 | Проверить, что ТУС по-прежнему работает правильно, когда запрашивает GetURCBValues и когда ответ отрицательный |
| cRpN3 | Проверить, что ТУС по-прежнему работает правильно, когда запрашивает  SetURCBValues и когда ответ отрицательный |
| cRpN4 | Проверить, что ТУС по-прежнему работает правильно, когда запрашивает  SetURCBValues и URCB зарезервирован (Resv = «истинно», PIXIT) |
| cRpN5 | Отчет с неподдерживаемыми OptFlds. Проверить, что ТУС не выходит из строя, если он получает отчет с не сконфигурированными или с не поддерживаемыми OptFlds |
| cRpN6 | Отчет с неподдерживаемыми TrgOps. Проверить, что ТУС не выходит из строя, если он получает отчет с не сконфигурированными или с не поддерживаемыми условиями пуска |
| cRpN7 | Несоответствующие отчеты:   1. отчет с неизвестным набором данных 2. отчет с неизвестным RptId 3. отчет с некорректной ссылкой на данные 4. отчет с некорректными типами данных Проверить поведение, описанное в PIXIT |
| cRpN8 | Проверить, что ТУС обнаруживает изменение в атрибуте ConfRev (пересмотр конфигурации, МЭК 61850-7-2, подпункт 14.2.2.7) блока управления отчетом. Если ТУС не выполняет проверку ConfRev, то он должен проверять элементы набора данных. Средства обнаружения должны быть указаны в PIXIT |

***Таблица 78. Положительные признаки проверки буферизованных отчетов***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cBr1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, запрашивается ли GetLogicalNodeDirectory(BRCB) логических узлов, описанных в PIXIT, для всех настроенных серверов |
| cBr2 | Если ТУС конфигурирует параметры BufferedReportControlBlock сервера после запуска с помощью SetBRCBValues, проверьте, что GetURCBValues/SetURCBValues отправляются с настроенными значениями. (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.3.4) |
| cBr3 | Проверить, что ТУС способен обрабатывать отчеты с различными опциональными полями:  принудить ТУС сконфигурировать/разрешить BRCB с полезными необязательными комбинациями полей: порядковым номером, меткой времени отчета, причиной для включения, именем набора данных, ссылкой на данные, переполнением буфера, идентификатором записи и пересмотра конфигурации, принудительным заданием/ пуском отчета, и проверить, что ТУС способен обрабатывать отчеты и обновлять свою базу данных. (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.8) |
| cBr4 | Проверить, что ТУС способен обрабатывать отчеты с различными условиями пуска (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.11)  Настроить и разрешить BRCB со всеми поддерживаемыми опциональными полями: порядковым номером, меткой времени отчета, причиной для включения, именем набора данных, ссылкой на данные, переполнением буфера, идентификатором записи и пересмотра конфигурации, и проверить, что отчеты передаются в соответствии со следующими (поддерживаемыми) условиями пуска:   1. периодически 2. обновление данных (dupd) 3. обновление данных и периодически 4. изменение данных (dchg) 5. изменение данных и качества (dchg+qchg) 6. изменение данных, качества и периодически |
| cBr5 | Проверить, что ТУС может обрабатывать сегментированные отчеты |
| cBr6 | Проверить, что ТУС может изменять (предварительно) настроенное время буферизирования (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.9) |
| cBr7 | Проверить, что ТУС может вызвать общий опрос (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.2.2.13) |
| cBr8 | Проверить, что после запуска ТУС конфигурирует и разрешает BRCB в соответствии со спецификацией в SCD-файле. ТУС может записывать только поля BRCB «dyn» в SCL-файле |
| cBr9 | Проверить, что ТУС может обрабатывать отчеты с комплексными структурированными данными (например, объекты данных WYE и DEL) |
| cBr10 | Проверить, что ТУС может обрабатывать отчеты с базовыми данными (например, stVal и quality) |
| cBr11 | Проверить, что ТУС может обрабатывать BRCB, RptID и DatSet с максимальной длиной имени (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |
| cBr12 | Проверить, что ТУС может изменить элементы набора данных динамического набора данных, ранее использовавшегося в BRCB, что приводит к инкрементированию ConfRev сервером |
| cBr13 | Проверить, что ТУС настраивает другой индексированный URCB, когда другой клиент зарезервировал индексированный BRCB до этого |
|  | Специфические тесты для BRCB (оставить промежуток для будущих тестовых случаев) |
| cBr20 | Проверить, что ТУС способно обрабатывать отчеты, буферизированные во время потерянной ассоциации   1. без переполнения буфера (PIXIT) 2. с переполнением буфера |
| cBr21 | Проверить, что ТУС может запросить конкретные буферизированные отчеты после восстановления потерянной ассоциации, установив идентификатор EntryID |
| cBr22 | Проверить, что ТУС способно очищать буферизированные отчеты |
| cRp23 | Проверить, что клиент сначала устанавливает атрибут ResvTms, если этот атрибут доступен и имеет значение 0 |

***Таблица 79. Негативные тестовые случаи для проверки*** ***буферизованных отчетов***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cBrN1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, что ТУС еще связывается с другими серверами, когда он запрашивает GetLogicalNodeDirectory (BRCB) с отрицательным ответом |
| cBrN2 | Проверить, что ТУС по-прежнему работает правильно, когда запрашивает  GetBRCBValues и когда ответ отрицательный |
| cBrN3 | Проверить, что ТУС по-прежнему работает правильно, когда запрашивает  SetBRCBValues и когда ответ отрицательный |
| cBrN4 | Проверить, что ТУС по-прежнему работает правильно, когда запрашивает SetBRCBValues, а BRCB используется или предварительно назначен другому ТУС (PIXIT) |
| cBrN5 | Отчет с неподдерживаемыми OptFlds. Проверить, что ТУС не выходит из строя, если он получает отчет с не сконфигурированными или с не поддерживаемыми OptFlds |
| cBrN6 | Отчет с неподдерживаемыми TrgOps. Проверить, что ТУС не выходит из строя, если он получает отчет с не сконфигурированными или с не поддерживаемыми условиями пуска |
| cBrN7 | Несоответствующие отчеты:   1. отчет с неизвестным набором данных 2. отчет с неизвестным RptId 3. отчет с некорректной ссылкой на данные 4. отчет с некорректными типами данных Проверить поведение, описанное в PIXIT |
| cBrN8 | Проверить, что ТУС обнаруживает изменение в атрибуте ConfRev (пересмотр конфигурации, МЭК 61850-7-2, подпункт 14.2.2.7) блока управления отчетом. Если ТУС не выполняет проверку ConfRev, то он должен проверять элементы набора данных. Средства обнаружения должны быть указаны в PIXIT |
| cBrN9 | Проверить, что ТУС может обрабатывать серьезное переполнение буфера с отрицательным ответом SetBRBValues (EntryID) |

***Таблица 80. Позитивные тестовые случаи для проверки лога***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cLog1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, запрашивается ли GetLogicalNodeDirectory(LOG) логических узлов, описанных в PIXIT, для всех настроенных серверов |
| cLog2 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, запрашивается ли GetLogicalNodeDirectory(LCB) логических узлов, описанных в PIXIT, для всех настроенных серверов |
| cLog3 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, запрашивается ли GetLogStatusValues логов, найденных сервисами GetLogicalNodeDirectory(LOG) |
| cLog4 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, запрашивается ли GetLCBValues блоков управления логами, найденных сервисами GetLogicalNodeDirectory(LCB) (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.3.2.5) |
| cLog5 | Если ТУС настраивает параметры LogControlBlock сервера после запуска, используя SetLCBValues, то проверить, что SetLCBValues посылаются с настроенными значениями (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.3.2.6) |
| cLog6 | Принудить ТУС разрешить ведение по крайней мере одного лога сервера и проверить, что ТУС правильно отправляет запрос. |
| cLog7 | Принудить ТУС установить QueryLogByTime или QueryLogAfter и проверить, что ТУС обновляет свою базу данных с помощью полученных записей лога (МЭК 61850-7-2, подпункт 17.3.5) |
| cLog8 | Проверить, что ТУС может обрабатывать блоки управления логами и наборы данных с максимальной длиной имени (МЭК 61850-7-2, подпункт 22.2) |

***Таблица 81. Негативные тестовые случаи для проверки лога***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cLogN1 | Если ТУС выполняет автоописание, то заставить ТУС запустить автоописание и проверить, что ТУС по-прежнему связывается с другими серверами, когда он запрашивает GetLogicalNodeDirectory(LCB) и GetLogicalNodeDirectory(LOG) с отрицательным ответом |
| cLogN2 | Проверить, что ТУС по-прежнему работает правильно, когда запрашивает  GetLCBValues/ GetLogStatusValues и когда ответ отрицательный |
| cLogN3 | Проверить, что ТУС по-прежнему работает правильно, когда запрашивает  SetLCBValues и когда ответ отрицательный |

***Таблица 82. Блок управления GOOSE-сообщениями***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cGcb1 | Проверить, что ТУС может посылать запрос GetGoCBValues и обрабатывать ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.2.5) |
| cGcb2 | Проверить, что ТУС может посылать запрос SetGoCBValues и обрабатывать ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 18.2.2.6) |

***Таблица 83. Общие тестовые случаи для проверки управления***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cCtl1 | Проверить, что ТУС способен устанавливать поле TEST в запросах SelectWithValue и Operate (PIXIT) |
| cCtl2 | Проверить, что ТУС способен устанавливать поле CHECK (биты Synchro- Check или Interlock-Check) в командах (PIXIT) для поддерживаемой модели управления |
| cCtl3 | Проверить, что ТУС способен изменять модель управления, используя сервисы реального времени (PIXIT) |
| cCtl4 | Проверить значения категории и идентификатора отправителя и значения контрольного номера (PIXIT) |
| cCtl5 | Проверить, реагирует ли ТУС надлежащим образом, когда обнаруживает несоответствие модели управления (PIXIT):   1. сервер в состоянии status-only, ТУС ожидает управляемого сервера 2. сервер настроен на SBO, ТУС ожидает прямого управления 3. сервер настро на прямое управление, ТУС ожидает SBO |
| cCtl6 | Проверить, правильно ли реагирует ТУС при обнаружении того, что модель управления не инициализируется в SCL-файле (PIXIT) |

***Таблица 84. Тестовые случаи для проверки SBOes***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cSBOes1 | Отрицательный ответ на запрос SelectWithValue [test not ok]  Выбрать устройство, используя запрос SelectWithValue, приводящий к результату «test not ok». Проверить, что ТУС показывает ошибку. |
| cSBOes2 | Положительный ответ на запрос SelectWithValue [test ok] и на запрос  Operate [test ok]  Выбрать устройство, используя корректный запрос SelectWithValue. Выполнить корректный запрос Operate. Проверить, что ТУС не показывает ошибку после получения положительного сообщения о штатном завершении команды (CommandTermination+) |
| cSBOes3 | Положительный ответ на запрос SelectWithValue [test ok] и отрицательный ответ на запрос Operate [test not ok]  Выполнить запрос SelectWithValue и Operate. Operate приводит к результату «test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию. |
| cSBOes4 | Положительный ответ на запрос SelectWithValue [test ok] и отмена  (Cancel)  Выполнить корректный запрос Cancel. Проверить, что ТУС не показывает ошибку |
| cSBOes5 | Положительный ответ на запрос SelectWithValue [test ok] и на запрос  TimeActivatedOperate [test ok] |
|  | Выполнить корректный запрос TimeActivatedOperate. Проверить, что ТУС выполняет эту операцию, следующую за WaitForActivationTime, и обнаруживает сообщение о штатном завершении команды (CommandTermination) с результатом запроса |
| cSBOes6 | Положительный ответ на запрос SelectWithValue [test ok] и отрицательный ответ на запрос TimeActivatedOperate [test not ok] Выполнить запрос SelectWithValue и TimeActivatedOperate.  TimeActivatedOperate приводит к результату «test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию |

***Таблица 85. Тестовые случаи для проверки DOns***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cDOns1 | Положительный ответ на запрос Operate [test ok]  Выполнить корректный запрос действия. Проверить, что ТУС не генерирует ошибку |
| cDOns2 | Отрицательный ответ на запрос Operate [test not ok]  ТУС запрашивает действие, приводящее к результату «test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию |
| cDOns3 | Отрицательный ответ на запрос TimeActivatedOperate [test not ok]  ТУС запрашивает TimeActivatedOperate, приводящее к результату «test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию |
| cDOns4 | Положительный ответ на запрос TimeActivatedOperate [test ok] и на запрос  TimerExpired [test ok]  Отправить запрос TimeActivatedOperate, при этом убедившись, что устройство будет генерировать «test ok». Проверить, что WaitForActivationTime по истечении выдержки времени приводит к результату «Test ok» и что ТУС реализует операцию |
| cDOns5 | Положительный ответ на запрос TimeActivatedOperate [test ok] и отрицательный ответ на запрос TimerExpired [test not ok]  Отправить запрос TimeActivatedOperate, при этом убедившись, что устройство будет генерировать «test ok». Вызвать ситуацию, в которой WaitForActivationTime по истечении выдержки времени приводит к результату «Test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию |

***Таблица 86. Тестовые случаи для проверки SBOns***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cSBOns1 | Отрицательный ответ на запрос выбора Select [test not ok]  ТУС запрашивает Select, приводящий к результату «test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию (PIXIT) |
| cSBOns2 | Положительный ответ на запрос Select [test ok] и на запрос Operate [test  ok]  Выбрать управляемый объект, используя Select. Выполнить корректный запрос действия. Проверить, что ТУС не генерирует ошибку |
| cSBOns3 | Положительный ответ на запрос Select [test ok] и отрицательный ответ на запрос Operate [test not ok] от выбранного объекта  Выполнить корректный запрос выбора и запрос действия, приводящий к результату «test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию |
| cSBOns4 | Положительный ответ на запрос Select [test ok] и отмена (Cancel) |
|  | Выполнить корректный запрос отмены. |
| cSBOns5 | Положительный ответ на запрос Select [test ok] и на запрос  TimeActivatedOperate [test ok]  Выполнить корректный запрос TimeActivatedOperate. Проверить, что ТУС выполняет эту операцию, следующую за WaitForActivationTime |
| cSBOns6 | Положительный ответ на запрос Select [test ok] и отрицательный ответ на запрос TimeActivatedOperate [test not ok]  Выполнить корректный запрос выбора и запрос TimeActivatedOperate, приводящий к результату «test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию |

***Таблица 87. Тестовые случаи для проверки DOes***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cDOes1 | Положительный ответ на запрос Operate [test ok] Отправить корректный запрос Operate.   1. Проверить, что ТУС отмечает, что операция завершилась положительно, когда он получает положительный ответ о штатном завершении команды (CommandTermination+) 2. Проверить, что ТУС отмечает, что операция завершилась отрицательно, когда он получает отрицательный ответ о штатном завершении команды (CommandTermination-) |
| cDOes2 | Отрицательный ответ на запрос Operate [test not ok]  Отправить запрос Operate, при этом убедившись, что устройство будет генерировать «test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию (PIXIT) |
| cDOes3 | Отрицательный ответ на запрос TimeActivatedOperate [test not ok] Отправить запрос TimeActivatedOperate, при этом убедившись, что устройство будет генерировать «test not ok». Проверить, что ТУС не выполнил операцию |
| cDOes4 | Положительный ответ на запрос TimeActivatedOperate [test ok]  Отправить корректный запрос TimeActivatedOperate   1. Проверить, что ТУС успешно выполнил запрос операции 2. Проверить, что ТУС отмечает, что операция завершилась положительно, когда он получает положительный ответ о штатном завершении команды (CommandTermination+) 3. Проверить, что ТУС отмечает, что операция завершилась отрицательно, когда он получает отрицательный ответ о штатном завершении команды (CommandTermination-) |

***Модель времени и синхронизации времени***

***Таблица 88. Позитивные тестовые случаи для проверки времени***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cTm1 | Проверить, что ТУС поддерживает синхронизацию времени SCSM. Изменить показания времени на сервере времени и проверить, что ТУС использует новое значение времени |
| cTm2 | Проверить, что точность метки времени ТУС соответствует документированному качеству метки времени |

***Таблица 89. Негативные тестовые случаи для проверки времени***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cTmN1 | Проверить, что потеря синхронизации времени обнаруживается по истечении заданного периода времени и устанавливается показатель качества метки времени «недействительно» (invalid) |
| cTmN2 | Проверить, что ТУС обрабатывает показатель качества метки времени, присылаемый сервером времени |

***Таблица 90. Позитивные тестовые случаи для проверки обмена файлами***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cFt1 | Проверить, что ТУС запрашивает GetServerDirectory(FILE) с правильными параметрами и обрабатывает ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 7.2.2) |
| cFt2 | Проверить, что ТУС запрашивает GetFileAttributeValues с правильными параметрами и проверить, что ТУС обрабатывает ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 23.2.4) |
| cFt3 | Проверить, что ТУС запрашивает GetFile с правильными параметрами и проверить, что ТУС обрабатывает ответ (МЭК 61850-7-2, подпункт 23.2.1) |
| cFt4 | ТУС запрашивает сервис SetFile для маленького и большого файла, проверить, что ТУС посылает полученные в результате файлы |
| cFt5 | Проверить, что ТУС запрашивает DeleteFile с правильными параметрами и обрабатывает ответ |

***Таблица 91. Негативные тестовые случаи для проверки обмена файлами***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| cFtN1 | Заставить симулятор сервера выдать отрицательный ответ на запрос  GetFile и проверить, что ТУС сообщает об ошибке |
| cFtN2 | Заставить симулятор сервера выдать отрицательный ответ на запрос GetFileAttributeValues и проверить, что ТУС сообщает об ошибке |
| cFtN3 | Заставить симулятор сервера выдать отрицательный ответ на запрос  SetFile и проверить, что ТУС сообщает об ошибке |

***Таблица 92. Тестовые случаи для проверки SV-документации***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| svDoc1 | Проверить, что версия программного обеспечения устройства совпадает с указанным в PICS (МЭК 61850-4) |
| svDoc2 | Проверить, что версия программного обеспечения устройства совпадает с указанным в PIXIT (МЭК 61850-4). PIXIT должен отражать требуемую информацию, которая необходима для тестовых случаев |
| svDoc3 | Проверить, что версия программного обеспечения устройства совпадает с указанным в MICS (МЭК 61850-4). MICS должен обозначать составляющие сообщений с выборочными значениями, включая валидность и источник каждого объекта данных |
| svDoc4 | Проверить, что версия программного обеспечения устройства совпадает с указанным в TICS (МЭК 61850-4). TICS должен обозначать примененные технические нюансы |

***Таблица 93. Тестовые случаи для проверки файла SV-конфигурации***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| svCnf1 | Проверить, что конфигурационный файл ICD соответствует схеме SCL |
| svCnf2 | Проверить, что конфигурационный файл SCL соответствует именам, наборам данных и значениям на проверяемом устройстве в сети |
| svCnf3 | Проверить, что возможности сервера “SMVSettings” в секции “сервисы”  ICD файла соответствуют возможностям ИЭУ |
| svCnf4 | Проверить имена и логические узлы в SCL |
| svCnf5 | Проверить логический узел LLN0 в SCL   * набор данных * блок управления выборочными значениями |
| svCnf6 | Проверить набор данных выборочных значений в SCL |
| svCnf7 | Проверить общий класс данных SAV и значения масштаба в SCL |
| svCnf8 | Проверить многоадресный блок управления выборочными значениями |
| svCnf8 | Проверить одноадресный блок управления выборочными значениями |
| svCnf9 | Проверить не поддерживает все выборки, «фиктивные» SAV объекты данных могут быть вложены в набор данных. Чтобы обнаружить разницу между фиктивными и действительными выборками в SCL, ICD файл должен иметь все логические узлы, а неподдерживаемый должен иметь предварительно сконфигурированное состояние логического узла  «Выключен». |

***Таблица 94. Тестовые случаи для проверки SV-модели данных***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| svMdl1 | Проверить присутствие объектов выборочных значений |
| svMdl2 | Проверить, что MSVCB находится в LLN0 |
| svMdl3 | Проверить, что USVCB находится в LLN0 |

***Таблица 95. Тестовые случаи для проверки блока управления выборочными значениями***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| svSvcb1 | Запросить GetLogicalNodeDirectory(MSVCB) и проверить ответ+ |
| svSvcb2 | Запросить GetLogicalNodeDirectory(USVCB) и проверить ответ+ |
| svSvcb3 | Проверить, что атрибуты MSVCB могут быть прочтены с помощью  GetMSVCBValues (МЭК 61850-7-2 пункт 19.2.2.3) |
| svSvcb4 | Проверить, что атрибуты USVCB могут быть прочтены с помощью  GetMSVCBValues (МЭК 61850-7-2 пункт 19.3.2.3) |
| svSvcb5 | Проверить, что атрибуты MSVCB могут быть изменены с помощью SetMSVCBValues и никакие SV сообщения больше не передаются пока SvEna=False (МЭК 61850-7-2 пункт 19.2.2.4) |
| svSvcb6 | Проверить, что атрибуты USVCB могут быть изменены с помощью SetMSVCBValues и никакие SV сообщения больше не передаются пока SvEna=False (МЭК 61850-7-2 пункт 19.2.3.4) |
| svSvcb7 | Проверить, что ConfRev представляет собой счетчик изменения конфигурации xSVCB (МЭК 61850-7-2 пункт 19.2.1.6). Изменения,  которые должны считаться:   * удаление члена набора данных * изменение порядка членов набора данных * любое изменение значений атрибутов набора данных, функциональное ограничение которых CF |
| svSvcb8 | Проверить, что когда SVCB включен, никакие атрибуты не могут быть изменены, кроме выключения |
| svSvcb9 | Проверить, что когда SVCB выключен, изменить не конфигурируемые атрибуты в SVCB и проверить ответ– |
| svSvcb10 | Проверить, что передача Посылки SV сообщений соответствует настройкам в xSVCB |

***Таблица 96. Тестовые случаи для проверки передачи SV-публикации***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| svSvp1 | Проверить, что максимальная задержка от получения выборки до посылки соответствующего сообщения в пределах указанных в PIXIT |
| svSvp2 | Проверить, что физический уровень и разъем соответствуют SCSM и  PIXIT |
| svSvp3 | Проверить, что канальный уровень соответствуют SCSM |
| svSvp4 | Проверить, что формат уровня приложения соответствуют SCSM |
| svSvp5 | Проверить поддерживаемые биты качества выборочных значений |
| svSvp6 | Проверить, что выборки передаются в указанном количестве на цикл (PIXIT, SVCB) |
| svSvp7 | Проверить, что SmpCnt увеличивается каждый раз, как берется новая выборка |
| svSvp8 | Проверить, что выборочные значения соответствуют аналоговым сигналам |
| svSvp9 | Проверить, что параметры масштабирования напряжения сконфигурированы, как указано в PIXIT и корректно применено |
| svSvp10 | Проверить, что параметры масштабирования тока сконфигурированы, как указано в PIXIT и корректно применено |
| svSvp11 | Проверить, что SmpSynch установлен, как указано ниже  SmpSynch = 2; присутствует сигнал глобальной временной синхронизации SmpSynch = 1; присутствует сигнал локальной временной синхронизации SmpSynch = 0; отсутствует сигнал временной синхронизации |
| svSvp12 | Проверить, что после восстановления питания проверяемое устройство публикует правильные SV сообщения за указанное время (PIXIT) |
| svSvp13 | Проверить, что при режиме «Симуляция» проверяемое устройство публикует SV сообщения c Simulation = True (PIXIT) |
| svSvp14 | Сигналы, которые не измеряются или высчитываются должны иметь соответствующее качество Invalid |

***Тестовые случаи для проверки передачи SV-подписки***

Должны применяться тестовые случаи, перечисленные в Таблицах 98 и 99.

***Таблица 97. Позитивные тестовые случаи для проверки передачи SV-подписки***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| svSvs1 | Проверить, что физический уровень и разъем соответствуют SCSM и  PIXIT |
| svSvs2 | Отправить SV сообщения с одного или нескольких источников с новыми данными и проверить, что испытуемое устройство обрабатывает сообщение (PIXIT) |
| svSvs3 | Отправить SV сообщения c SmpSynch = 0, 1 и 2 и проверить, что испытуемое устройство обрабатывает сообщение в соответствие с PIXIT |
| svSvs4 | Проверить, что после восстановления питания проверяемое устройство подписывается на правильные SV сообщения за указанное время (PIXIT) |
| svSvp5 | Проверить поведение проверяемого устройства, когда Simulation  выставлен в SV сообщении |
| svSvs6 | Проверить поведение проверяемого устройства, когда выставлено качество Test в выборочных данных SV сообщений |
| svSvs7 | Проверить поведение проверяемого устройства, когда выставлено качество Invalid в выборочных данных SV сообщений |

***Таблица 98. Негативные тестовые случаи для проверки передачи SV-подписки***

|  |  |
| --- | --- |
| Тестовый случай | Описание тестового случая |
| svSvsN1 | Проверить поведение проверяемого устройства, как указано в PIXIT, при   * Пропаже нескольких SV сообщений * Пропаже всех SV сообщений * Двойные SV сообщения * Задержка SV сообщений * Неправильный порядок SV сообщений |
| svSvsN2 | Проверить поведение проверяемого устройства, когда SvID, ConfRev, SmpRate, DatSet в SV сообщении не соответствуют |
| svSvsN3 | Проверить поведение проверяемого устройства, когда конфигурация SV данных не соответствует: слишком много элементов, не достаточно элементов, нарушен порядок элементов, элемент неправильного типа (PIXIT) |
| svSvsN4 | Проверить, что поведение проверяемого устройства соответствует PIXIT,  когда SmpSynch в SV сообщение выставлено в 1 или 2 и возвращено в 0 |

# ***Тесты производительности***

*МЭК 61850-5* устанавливает несколько конкретных требований к производительности для приложений, работающих в среде *МЭК 61850*. В настоящем разделе определяются показатели, которые должны измеряться в устройствах, так что значения, заявленные в документации на изделие, поддерживающие эти требования, могут сравниваться между поставщиками.

Для тестирования производительности может потребоваться генератор базовой нагрузки. Определение базовой нагрузки находится за пределами настоящей части стандарта. Использование приоритетов согласно *МЭК 61850-8- 1* и *МЭК 61850-9-2* облегчает использование моделирования базовой нагрузки для критичного к времени обмена информацией, например, для обмена *GOOSE*- сообщениями и выборочными значениями.

*ИЭУ*, требующие очень высокой точности времени, могут использовать напрямую подключенный внешний источник времени (радио- или спутниковые часы).

***Коммуникационные задержки***

Поставщики сетевых компонентов, таких как коммутаторы, должны определять и документировать количество времени ожидания, которое связано с расчетным временем обработки всех приоритетов, поддерживаемых сетевыми компонентами.

Предполагаемое время обработки ввода *ИЭУ* – это время, необходимое для обработки входного сигнала (например, устранение дребезга контактов, дискретизация и т.д.).

Предполагаемое время обработки вывода *ИЭУ* – это время, требуемое для активации выходного сигнала (например, задержки контактов, скорость сканирования ввода/вывода и т.д.).

Показатели производительности, которые должны быть измерены в *ИЭУ*, зависят от того, какие из сервисов серии *МЭК 61850* используются для доставки обрабатываемых значений. Стандарт определяет четыре основных механизма: *GOOSE*-сообщения, передача выборочных значений (SV-потоки), передача отчетов (Reporting) и управляющей информации (Controls). При тестировании с точки зрения «черного ящика» каждый из этих механизмов дает две возможные системы показателей, которые можно протестировать.

Измеренная выходная (входная) задержка должна быть меньше или равна 40% от общего времени передачи, определенного для соответствующего типа сообщения в *МЭК 61850-5*, подпункт 13.7.

Значение 40 % на каждом конце соединения оставляет 20 % для сетевых задержек. Указанное время является максимальным и применяется, в основном, к сообщениям типов 1 (быстрые сообщения) и 4 (сообщения с необработанными данными); эти сообщения могут использовать механизмы приоритетов компонентов сетей, как определено в *МЭК 61850-8-1* и *МЭК 61850-9-2*. Сообщениям типа 2 может быть присвоен высокий приоритет.

Для испытаний может потребоваться генератор базовой нагрузки. Определение базовой нагрузки выходит за рамки этой части *МЭК 61850*. Использование приоритетов согласно *МЭК 61850-8-1* и *МЭК 61850-9-2* облегчает использование моделирования базовой нагрузки для критичного к времени обмена информацией, такого как *GOOSE*-сообщения, *SV*-потоки, передача отчетов (*Reporting*) и *Controls*.

***Методология тестирования производительности***

Следующие измерения интервалов времени должны быть сделаны между изменением физического входа (или сообщения) и появлением сообщения на выходном носителе (или физическом выходе):

* выходная задержка *GOOSE*-сообщения;
* выходная задержка выборочного значения;
* выходная задержка отчета;
* выходная задержка управления (*Control*).

Испытательная установка должна оценивать время выходной задержки, генерируя последовательность физических входных пусковых сигналов для *ИЭУ* и измеряя временную задержку на соответствующее сообщение, генерируемое *ИЭУ*. Наихудший случай, среднее значение временной задержки и среднеквадратичное отклонение вычисляются по реакции на 1000 входных пусковых сигналов. Поставщик должен определить и задокументировать величину временной задержки, которая относится к оцениваемому выходному времени обработки.

Результаты испытаний, которые должны быть оформлены в соответствующих документах для каждой задержки, должны представлять собой измеренные значения и два соответствующих оценочных значения. Измеренные значения – это наихудший случай, среднее значение временной задержки и среднеквадратичное отклонение, рассчитанные по 1000 испытаний.

***Проверка производительности GOOSE-сообщений***

***Таблица 99. Тестовые случаи проверки производительности GOOSE- сообщений***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тестовый случай | Подписка (пинг) | Публикация (понг) | Изменение состояния подписанным GOOSE-сообщением коррелированным с временем | Фоновая нагрузка |
| Gpf1 | Нормальное | Нормальное | Нет | Нет |
| Gpf2 | БОЛЬШОЕ | БОЛЬШОЕ | Нет | Нет |
| Gpf3 | Нормальное | Нормальное | ДА | Нет |
| Gpf4 | БОЛЬШОЕ | БОЛЬШОЕ | ДА | Нет |
| Gpf5 | Нормальное | Нормальное | Нет | ДА |
| Gpf6 | БОЛЬШОЕ | БОЛЬШОЕ | Нет | ДА |
| Gpf7 | Нормальное | Нормальное | ДА | ДА |
| Gpf8 | БОЛЬШОЕ | БОЛЬШОЕ | ДА | ДА |

***Синхронизация времени и точность***

Данный тест имеет существенное значение из-за характера сетевых *ИЭУ*, используемых для проектирования систем интероперабельных устройств, работающих скоординированным образом. Эти, и другие измерения производительности устройств, являются важной информацией для прогнозирования производительности, функциональности и надежности проектов, выполняемых с применением сетевых *ИЭУ*. Никаких специфических сравнительных тестов не предлагается, однако, проверка и публикация фактических показателей производительности необходимы, чтобы обеспечить соответствие. Используя эти опубликованные измерения производительности, системные интеграторы могут прогнозировать производительность взаимосвязанных *ИЭУ* и, следовательно, производительность всей системы. Кроме того, системные интеграторы смогут выявить подходящие устройства для конкретных приложений. Измерения производительности будут проводиться на тестируемом устройстве, подключенном к сети с предопределенной конфигурацией и трафиком. Понятно, что при изменении сетевого трафика производительность системы может измениться. Также понятно, что при изменении рабочей нагрузки на устройство его производительность может измениться.

***Контрольные вопросы к разделу 3***

1. Объясните назначение SCL структуры.
2. Объясние,откуда берется информация для заполнения полей SCL структуры?

***Глоссарий***

* PRP (Parallel Redundancy Protocol, IEC 62439-3 Clause 4) – протокол резервирования сети Ethernet;
* PTPv2 (Precision Time Protocol Version 2, IEEE 1588-2008) – протокол точного времени;
* SV (Sampled values, IEC 61850-9-2) – выборки мгновенных значений;
* АПС – аварийно-предупредительная сигнализация;
* ЗТТ – трансформатор тока для защиты;
* ИТН – трансформатор напряжения для измерений и учета;
* ИТТ – трансформатор тока для измерений и учета;
* ТС – телесигнализация
* ACSI абстрактный интерфейс сервиса связи;
* APC контролируемая аналоговая обрабатываема величина; BRCB управляющий блок буферизованного отчета;
* CDC общий класс данных;
* DER децентрализованный источник энергии;
* DOes прямое управление с повышенной безопасностью; DOns прямое управление с нормальной безопасностью; FAT заводские приемочные испытания;
* FCD функционально связанные данные;
* FCDA функционально связанные атрибуты данных; GI общий опрос;
* GoCB управляющий блок GOOSE-сообщений;
* GOOSE общие объектно-ориентированные события на подстанции; GPS Система глобального позиционирования;
* HSR бесшовное кольцо высокой готовности; ICD описание возможностей ИЭУ;
* IED интеллектуальное электронное устройство – ИЭУ; IEEE Институт инженеров по электротехнике и электронике; IID описание экземпляра ИЭУ;
* LCB управляющий блок лога (журнала);
* LCCH логический узел: контроль физического канала связи;
* LD логическое устройство;
* LN логический узел;
* MICS заявление о соответствии реализации модели;
* MMS спецификация производственных сообщений (стандарты ISO 9506); MSVCB управляющий блок многоадресных SV-посылок;
* PDU протокольный блок данных;
* PICS заявление о соответствии реализации протокола;
* PIXIT дополнительная информация о реализации протокола для тестирования;
* PPS импульс в секунду;
* PRP протокол параллельного резервирования; SAT приемочный тест;
* SAV выборочные аналоговые значения (МЭК 61850-9-2);
* SBOes выбор до срабатывания с повышенной безопасностью; SBOns выбор до срабатывания с нормальной безопасностью; SCD описание конфигурации подстанции;
* SCL язык описания конфигурации подстанции;
* SCSM отображение на конкретный коммуникационный сервис; SED описание межсистемного обмена;
* SGCB управляющий блок группы уставок;
* SICS заявление о соответствии реализации SCL; SNTP простой сетевой временной протокол; SOE последовательность событий;
* SSD описание спецификации системы; SV выборочные значения;
* SVCB управляющий блок выборочными значениями; TICS заявление о соответствии техническим вопросам;
* TPAA двусторонняя прикладная ассоциация (объединение); TUT тестируемое инструментальное средство – ТИС; URCB управляющий блок небуферизованного отчета; USVCB управляющий блок одноадресных SV - посылок; UTC координированное универсальное время;
* ТУС тестируемое устройство;
* САЭ система автоматизации в электроэнергетике;
* ЧМИ человеко-машинный интерфейс.

**Библиография**

1. МЭК 61850-8-1(2011) Сети связи и системы автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 8-1. Схема распределения особой услуги связи (SCSM). Схема распределения для производственной системы модульной конструкции MMS (ISO 9506-1 и ISO 9506-2) и по ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-8-1 (2011) Communication networks and systems for power utility automation - Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) - Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3).
2. МЭК 61850-8-1(2011) Сети связи и системы автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 8-1. Схема распределения особой услуги связи (SCSM). Схема распределения для производственной системы модульной конструкции MMS (ISO 9506-1 и ISO 9506-2) и по ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-8-1 (2011) Communication networks and systems for power utility automation - Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) - Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3).
3. <https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-33.040.20.276-2019.pdf>
4. СТО 34.01-4.1-002-2017 Регистраторы аварийных событий. Технические требования, ПАО «Россети».
5. МЭК 60255-24(2013) Измерительные реле и устройства защиты. Часть 24. Общий формат для обмена данными переходных процессов (COMTRADE) для энергосистем (IEC 60255-24(2013) Measuring relays and protection equipment - Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems).

**Оглавление**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Введение*** | **3** |
| ***Принятые условные сокращения*** | **4** |
| ***Раздел 1. Сравнительный анализ требований системного оператора к элементам РЗА цифровых подстанций различной архитектуры по стандарту МЭК-61850*** | **8** |
| ***Контрольные вопросы к разделу 1*** | **61** |
| ***Раздел 2. Устройства сопряжения с шиной процесса*** | **62** |
| ***Контрольные вопросы к разделу 2*** | **75** |
| ***Раздел 3. Проверка устройств на соответствие по МЭК-61850*** | **76** |
| ***Контрольные вопросы к разделу 3*** | **164** |
| ***Глоссарий*** | **165** |
| ***Библиография*** | **168** |
|  |  |
|  |  |

*Учебное издание*

ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИИЙ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

|  |  |
| --- | --- |
| Составитель: | Гатауллин Айрат Мухамедович |

Кафедра релейной защиты и автоматизации КГЭУ

Редактор издательского отдела

Компьютерная верстка *С.Н. Нечаева*

Подписано в печать

Формат 6084/16. Бумага ВХИ. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 2,06. Тираж 500 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел КГЭУ,

420066, Казань, Красносельская, 51

1. [↑](#footnote-ref-1)