ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОССИЙСКИЕ СЕТИ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ГРУППЫ «РОССЕТИ»

СТО 34.01-9.2-004-2019

КАНАЛЫ СВЯЗИ ДЛЯ РЗА.
Технические решения для сетей 35-220 кВ

Стандарт организации

Дата введения: 28.06.2019

ПАО «Россети»

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2012.

Сведения о стандарте организации:

1 РАЗРАБОТАН:

ООО «Юнител Инжиниринг»

2 ВНЕСЁН:

ПАО «Россети»

3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ

Распоряжением ПАО «Россети» от 28.06.2019 № 284р

4 ВВЕДЁН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения по НТД следует направлять в ПАО «Россети» согласно контактам, указанным на официальном информационном ресурсе или по электронной почте по адресу:

gost.e-ecolog.ru

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения ПАО «Россети». Данное ограничение не предусматривает запрета на присоединение сторонних организаций к настоящему стандарту и его использование в своей производственно-хозяйственной деятельности. В случае присоединения к стандарту сторонней сетевой компании необходимо уведомить ПАО «Россети».

Содержание

Введение 4
1. Область применения 4
2. Нормативные ссылки 4
3. Термины и определения 5
4. Обозначения и сокращения 9
5. Общие положения 12
6. Устройства РЗА, использующие каналы связи для их функционирования, и общие принципы информационного обмена 15
7. Типы и назначение сигналов и информации, передаваемых в системах РЗА и автоматизированных системах между энергообъектами и в ЦУС ДЗО ПАО «Россети», ДЦ АО «СО ЕЭС» и централизованную систему ПА 17
8. Требования к организации каналов ВЧ защит 19
9. Требования к организации каналов ДЗЛ по выделенным оптическим волокнам 21
10. Требования организации каналов ДЗЛ по цифровым сетям связи 23
11. Требования к организации каналов УПАСК ВЧ 25
12. Требования к организации каналов УПАСК ОВ 28
13. Требования к организации каналов УПАСК ЦС 31
14. Общие принципы передачи сигналов РЗ и команд ПА между цифровыми ПС на базе МЭК 61850 (в том числе между цифровыми ПС и ПС, выполненным на базе традиционных решений) 34
15. Требования к каналам между энергообъектами и ПТК в ЦУС и ДЦ 35
16. Требования к каналам для передачи оперативной доаварийной информации с энергообъектов в централизованную систему ПА 35
17. Требования к каналам для передачи файлов с неоперативной аварийной информацией с РАС и устройств РЗА энергообъектов в ЦУС и ДЦ 36
18. Типовые схемные решения каналов связи для РЗА 37
19. Проектирование каналов связи для РЗА 48
20. Эксплуатация и мониторинг каналов связи и оборудования РЗА 56
21. Требования по информационной безопасности каналов для РЗА 58
Приложение А 60
Приложение Б 62
Приложение В 63
Библиография 65

Введение

Настоящий стандарт организации (СТО) разработан с целью стандартизации и унификации технических решений по организации каналов связи для РЗА в распределительных электрических сетях 35-220 кВ. Линии электропередачи 330 кВ и выше в данном СТО не рассматриваются.

В настоящий СТО должны быть внесены изменения в случаях ввода в действие новых технических регламентов и национальных стандартов, содержащих требования, неучтенные в стандарте, а также при необходимости введения новых требований и рекомендаций, обусловленных развитием техники.

1. Область применения

Настоящий СТО определяет:

- типы и назначение информации РЗА, в том числе передаваемой как между энергообъектами, так и в соответствующие ЦУС ДЗО ПАО «Россети», ДЦ АО «СО ЕЭС» и централизованную систему противоаварийной автоматики;
- требования к качественным показателям каналов связи для РЗА;
- требования к каналам связи и оборудованию цифровых сетей связи, применяющихся для организации передачи команд и сигналов РЗ и ПА;
- принципы организации каналов связи для РЗА и типовые схемные решения;
- требования к мониторингу и эксплуатации каналов связи и каналообразующего оборудования для РЗА.

СТО предназначен для применения в ПАО «Россети» и ДЗО ПАО «Россети» при экспертизе проектно-сметной документации и разработке закупочной документации, а также проектными организациями в составе проектов строительства, реконструкции и технического перевооружения электросетевых объектов в распределительных электрических сетях 35-220 кВ.

2. Нормативные ссылки

В настоящем СТО использованы нормативные ссылки на следующие документы.

ГОСТ Р 55438-2013 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. взаимодействие субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и эксплуатации. Общие требования (с изменением № 1).

ГОСТ Р 55105-2012 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ), 7-е издание.

ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 103. Обобщающий стандарт по информационному интерфейсу для аппаратуры релейной защиты.

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2012 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 1. Введение и общая модель.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2013 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 2. Функциональные компоненты безопасности.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-3-2013 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 3. Компоненты доверия к безопасности.

3. Термины и определения

3.1 В настоящем СТО приняты следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **Арендованный канал связи:** канал, предоставляемый энергопредприятию оператором связи на основе соглашения (договора).

3.1.2 **Асимметрия задержки цифрового канала** – разность между задержками в противоположных направлениях канала.

3.1.3 **ВЧ приемопередатчик (ВЧПП):** аппаратура для передачи сигналов ВЧ защит (дифференциально-фазных защит и защит с ВЧ блокировкой, в том числе для передачи в одном ВЧ канале сигналов ВЧ защит и отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ).

3.1.4 **ВЧ тракт:** составной четырехполюсник, в который входят связанные единой схемой устройства обработки и присоединения (ВЧ заградители, конденсаторы связи, фильтры присоединения, ВЧ кабели, разделительные фильтры), линии электропередачи и подстанции.

3.1.5 **ВЧ интерфейс:** ВЧ вход и/или выход ВЧ аппаратуры, предназначенный для ее подключения к ВЧ тракту.

3.1.6 **Диспетчерский центр (ДЦ):** совокупность структурных единиц и подразделений организации – субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, обеспечивающая в пределах закрепленной за ней операционной зоны выполнение задач и функций оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике.

3.1.7 **Дублированный режим передачи информации:** Передача информации одновременно по двум независимым каналам связи.

3.1.8 **Задержка в цифровом канале** – время, необходимое цифровому сигналу для достижения другого конца канала связи (время между началом поступления цифрового сигнала на передатчике и началом выдачи данного сигнала на приемнике).

3.1.9 **Запас по затуханию ВЧ канала:** разность между перекрываемым затуханием и затуханием ВЧ тракта.

3.1.10 **Затухание несогласованности:** логарифмическая мера, характеризующая отличие сопротивления $Z_{ВХ}$ ВЧ интерфейса аппаратуры или ВЧ тракта (комплексное значение) от номинального сопротивления $Z_{НОМ}$.

3.1.11 **Канал ВЧ защиты:** канал ВЧ связи для передачи сигналов дифференциально-фазных защит и защит с ВЧ блокировкой с использованием ВЧ приемопередатчиков (в том числе для передачи в одном ВЧ канале сигналов ВЧ защит и отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ).

3.1.12 **Канал ВЧ связи:** канал связи, использующий в качестве среды распространения сигналов ВЧ тракт.

3.1.13 **Канал ДЗЛ:** цифровой канал связи для обмена данными между терминалами продольных дифференциальных токовых защит линии (ДЗЛ).

3.1.14 **Канал связи:** комплекс технических средств и среды распространения, обеспечивающих передачу информации между источником и получателем в виде сигналов электросвязи в определенной полосе частот или с определенной скоростью передачи.

3.1.15 **Канал УПАСК:** ВЧ или цифровой канал связи для передачи и приема отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ и команд ПА с использованием УПАСК.

3.1.16 **Команда ПА:** команда на реализацию управляющего воздействия, формируемая устройством или комплексом ПА и передаваемая по каналам связи.

3.1.17 **Команда РЗ:** отключающий, разрешающий, ускоряющий и блокирующий сигнал РЗ, передаваемый по каналам связи.

3.1.18 **Комбинированная ВЧ аппаратура:** аппаратура с частотным или временным уплотнением каналов для организации комбинированных ВЧ каналов, позволяющих передавать сигналы разных типов и назначений (телефонии, сигналов телемеханики, данных, отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ и команд ПА).

3.1.19 **Комбинированный ВЧ канал**: ВЧ канал связи для передачи сигналов разных типов и назначений (телефонии, сигналов телемеханики, данных, отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ и команд ПА).

3.1.20 **Локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ):** автоматика предотвращения нарушения устойчивости на уровне объектов электроэнергетики.

3.1.21 **Локальная противоаварийная автоматика**: устройство противоаварийной автоматики или комплекс противоаварийной автоматики,

формирующие и реализующие противоаварийное управление на основе местной схемно-режимной информации.

3.1.22 **Многомодовое оптическое волокно:** оптическое волокно, по которому может распространяться более одной моды, обладающее большим по сравнению с одномодовым оптическим волокном затуханием и дисперсией и, как правило, прокладываемое внутри объектов.

3.1.23 **Мультиплексоры доступа:** мультиплексоры SDH/PDH, с помощью которых по оптическим волокнам организуется сеть STM-1 (155 Мбит/с), к которой по различным цифровым и аналоговым интерфейсам (X.21, E1, RS-232, C37.94, 2-х и 4-х проводные телефонные интерфейсы и т.д.) подключается оборудование пользователей.

3.1.24 **Независимые каналы связи:** каналы связи, организация которых исключает возможность их одновременного отказа (вывода из работы) по общей причине. Независимость каналов связи в каждом направлении связи должна достигаться за счет организации каналов связи в разных линиях связи, не имеющих общих линейно-кабельных сооружений, или в разных средах распространения с соответствующим выбором трасс прохождения каналов, применением основного и резервного оборудования связи и электропитания.

3.1.25 **Оборудование грубого спектрального уплотнения с разделением по длинам волн (CWDM):** - оборудование оптического спектрального уплотнения с частотным разносом каналов более 200 ГГц.

3.1.26 **Оборудование плотного спектрального уплотнения с разделением по длинам волн (DWDM)** - оборудование оптического спектрального уплотнения с частотным разносом каналов 100 ГГц и менее.

3.1.27 **Одномодовое оптическое волокно:** оптическое волокно, по которому может распространяться не более одной моды, обладающее небольшим затуханием и дисперсией и, как правило, прокладываемое между объектами.

3.1.28 **Оптический циркулятор:** пассивное устройство, обеспечивающее по одной нити одномодового оптического волокна прием и передачу оптических сигналов на одной и той же длине волны со сдвигом поляризации передаваемого и принимаемого сигналов на 90^0.

3.1.29 **Оптический бюджет:** разность между оптической мощностью передатчика и чувствительностью приемника, выраженная в дБ.

3.1.30 **Оптическое волокно (ОВ):** нить из оптически прозрачного материала (стекло, пластик), используемая для переноса света внутри себя посредством полного внутреннего отражения.

3.1.31 **Перекрываемое затухание:** разность между уровнем передаваемого сигнала и минимальным уровнем приема в ВЧ канале.

3.1.32 **Проприетарный:** не являющийся свободным, являющийся частной собственностью авторов, технические спецификации закрыты.

3.1.33 **Проскальзывание (слип, от англ. slip):** исключение или повторение в потоке цифровых данных одного или нескольких бит из-за отсутствия качественной синхронизации в синхронной ЦСС, что приводит к возникновению ошибок в цифровом канале.

3.1.34 **Противоаварийная автоматика (ПА):** совокупность устройств, обеспечивающая измерение и обработку параметров электроэнергетического режима энергосистемы, передачу информации и команд управления и реализацию управляющих воздействий в соответствии с заданными алгоритмами и настройкой для выявления, предотвращения развития и ликвидации нарушения нормального режима энергосистемы.

3.1.35 **Регистраторы аварийных событий и процессов (РАСП):** устройства, регистрирующие аварийные события и процессы в энергосистеме (регистраторы аварийных событий, регистраторы системы мониторинга переходных процессов, устройства определения места повреждения).

3.1.36 **Релейная защита (РЗ):** совокупность устройств, предназначенных для автоматического выявления коротких замыканий, замыканий на землю и других ненормальных режимов работы ЛЭП и оборудования, которые могут привести к их повреждению и/или нарушению устойчивости энергосистемы, формирования управляющих воздействий на отключение коммутационных аппаратов в целях отключения этих ЛЭП и оборудования от энергосистемы, формирования предупредительных сигналов.

3.1.37 **Релейная защита и автоматика (РЗА):** релейная защита, сетевая автоматика, противоаварийная автоматика, режимная автоматика, регистраторы аварийных событий и процессов, технологическая автоматика объектов электроэнергетики.

3.1.38 **Системный запас оптоволоконного тракта:** разность между оптическим бюджетом и затуханием оптоволоконного тракта.

3.1.39 **Специализированная ВЧ аппаратура для РЗА:** аппаратура передачи сигналов ВЧ защит или отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ и команд ПА (в том числе для передачи в одном ВЧ канале сигналов ВЧ защит и отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ).

3.1.40 **Специализированный ВЧ канал для РЗА:** канал связи для передачи сигналов ВЧ защит или отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ и команд ПА (возможна передача в одном специализированном ВЧ канале сигналов ВЧ защит и отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ).

3.1.41 **Транспортные мультиплексоры:** мультиплексоры SDH, с помощью которых по оптическим волокнам организуется транспортная сеть STM-4/16 (622 Мбит/с / 2,5 Гбит/с), к которой по STM-1 (155 Мбит/с) подключаются мультиплексоры доступа SDH/PDH. Имеют только интерфейсы STM-1, E1 и Ethernet.

3.1.42 **УПАСК ВЧ:** УПАСК, использующий для передачи сигналов и команд ВЧ тракты.

3.1.43 **УПАСК ОВ:** УПАСК, использующий для передачи сигналов и команд выделенные оптические волокна, включая системы с оптическим спектральным уплотнением (WDM).

3.1.44 **УПАСК ЦС:** УПАСК, использующий для передачи сигналов и команд каналы по цифровым сетям связи, которые могут быть построены на

базе различных технологий, например, SDH/PDH, MPLS и других, гарантирующих заданную скорость передачи данных и задержку.

3.1.45 **Устройство передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК):** устройство РЗА для передачи и приема отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ и команд ПА между двумя и более энергообъектами.

3.1.46 **Устройство РЗА:** техническое устройство (аппарат, терминал, блок, шкаф, панель) и его цепи, реализующее заданные функции РЗА и обслуживаемое (оперативно и технически) как единое целое.

3.1.47 **Центр управления сетями (ЦУС):** структурное подразделение сетевой организации, осуществляющее функции технологического управления и ведения в отношении объектов (части объектов) электросетевого хозяйства, находящихся в зоне эксплуатационной ответственности данной сетевой организации, или в установленных законодательством случаях в отношении объектов электросетевого хозяйства и энергопринимающих установок, принадлежащих третьим лицам.

3.1.48 **Централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА):** автоматика предотвращения нарушения устойчивости на уровне объединенной или региональной энергосистемы. Архитектура ЦСПА предусматривает:

- программно-технический комплекс (ПТК) верхнего уровня;
- одно или несколько низовых устройств локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости;
- оборудование и каналы передачи данных для обмена информацией между ПТК верхнего уровня ЦСПА и каждым из низовых устройств.

3.1.49 **Цифровой ВЧ канал:** цифровой канал связи, организованный с помощью ВЧ аппаратуры по ВЧ тракту.

3.1.50 **Цифровой канал связи:** канал связи для передачи цифровых данных.

3.1.51 **Цифровая сеть связи:** сеть связи, в которой используются только цифровые сигналы электросвязи для представления, передачи и распределения поступающих сообщений.

3.1.52 **Чувствительность:** минимальное значение уровня сигнала на входе приемника, при котором аппаратура выполняет свои функции с соблюдением нормированных параметров.

4. Обозначения и сокращения

В документе приняты следующие обозначения и сокращения:

АК - устройство автоматического контроля;

АПК - автоматическая проверка канала;

АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическими процессами;

БС - блокирующий сигнал;

ВЗГ - ведомый задающий генератор;

ВСЗИ - встроенное средство защиты информации;

ВОК - волоконно-оптический кабель;

ВОЛС - волоконно-оптическая линия связи;

ВЛ - воздушная линия электропередачи;

ВСС - взаимоувязанная сеть связи;

ВЧ - высокочастотный;

ВЧЗ - высокочастотный заградитель;

ВЧКС - высокочастотный канал связи;

ГЛОНАСС - глобальная навигационная спутниковая система;

ДЗЛ - продольная токовая дифференциальная защита линии;

ДФЗ - дифференциально-фазная защита;

ДЦ - диспетчерский центр;

ЕТН - емкостной трансформатор напряжения;

ИБП - источник бесперебойного питания;

КЗ - короткое замыкание;

КЛС - кабельная линия связи;

КС - конденсатор связи;

КСЗ - комплект ступенчатых защит;

КЧ - контрольная частота;

ЛАПНУ - локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости;

ЛВС - локальная вычислительная сеть;

ЛЭП - линия электропередачи;

МЭК - Международная электротехническая комиссия;

НВЧЗ - направленная высокочастотная защита;

НТД - нормативно-технический документ;

ОВ - оптическое волокно;

ОМП - определение расстояния до места повреждения;

ПА - противоаварийная автоматика;

ПО -	программное обеспечение;
ПС -	подстанция;
ПРД -	передатчик;
ПРМ -	приемник;
ПТК -	программно-технический комплекс;
ПУЭ -	Правила устройства электроустановок;
ПЭГ -	первичный эталонный генератор;
РАС -	регистратор аварийных событий и процессов;
РЗ -	релейная защита;
РЗА -	релейная защита и автоматика;
РС-	разрешающий сигнал;
РФ -	разделительный фильтр;
СИ -	средство измерений;
СОПТ -	система оперативного постоянного тока;
СОТИАССО -	система обмена технологической информации с автоматизированной системой Системного оператора
ССПИ-	система сбора и передачи информации;
ССЭСК -	сеть связи электросетевого комплекса;
СТО -	стандарт организации;
ТО -	телеотключение;
ТСС -	тактовая сетевая синхронизация;
ТУ -	телеускорение;
УВ -	управляющее воздействие;
УКВ -	ультракоротковолновый;
УПАСК -	устройство передачи аварийных сигналов и команд;
ФП -	фильтр присоединения;
ЦПС -	цифровая подстанция;
ЦСПА -	централизованная система противоаварийной автоматики;
ЦСС -	цифровая сеть связи;
ЦУС -	центр управления сетями;
CWDM -	грубое спектральное уплотнение с разделением по длинам волн;

DWDM -	плотное спектральное уплотнение с разделением по длинам волн;
GOOSE -	общее объектно-ориентированное событие на подстанции;
GPS -	система глобального позиционирования;
MMS -	спецификация производственных сообщений;
MPLS -	многопротокольная коммутация по меткам;
PDH -	плезиохронная цифровая иерархия;
SDH -	синхронная цифровая иерархия;
TDM -	временное разделение каналов.

5. Общие положения

5.1 В российской электроэнергетике высокочастотные каналы связи (ВЧКС), организованные по линиям электропередачи (ЛЭП) 35 кВ и выше, широко используются как каналы связи для РЗА.

5.2 В последние десятилетия все более широкое распространение получают цифровые каналы связи для РЗА по выделенным оптическим волокнам (ОВ).

5.3 Согласно технической политике ПАО «Россети» продолжение эксплуатации медных кабельных линий связи (КЛС) допускается только в экономически обоснованных случаях. При развитии и модернизации сети связи необходимо выводить КЛС из эксплуатации с заменой на волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), либо другие типы линий связи.

5.4 При организации цифровых каналов для РЗА по ОВ большой протяженности возможно использовать усилители оптической мощности.

5.5 В случае необходимости передачи по одной паре ОВ оптических сигналов от нескольких устройств рекомендуется использовать спектральное уплотнение каналов (грубое спектральное уплотнение с разделением по длинам волн CWDM или плотное спектральное уплотнение с разделением по длинам волн DWDM).

5.6 Сложность применения только выделенных ОВ без использования цифровых сетей связи (ЦСС) для организации цифровых каналов связи для РЗА, что с технической точки зрения наиболее предпочтительное решение из-за его относительной простоты и надежности:

- ограничения на допустимую протяженность ОВ без переприемов;
- лимитированное число ОВ в волоконно-оптических кабелях (ВОК) между объектами;
- при необходимости организации независимых цифровых каналов связи часто сложно найти две географически разнесенные трассы прокладки ВОК допустимой длины.

5.7 Сети связи электросетевого комплекса (ССЭСК) в России построены в основном на базе сетей SDH/PDH (Рис. 1), в которых используется временное разделение каналов (TDM). С использованием транспортных мультиплексоров SDH (синхронная цифровая иерархия) по ОВ организуется транспортная сеть STM-4/16 (622 Мбит/с / 2,5 Гбит/с), к которой по STM-1 (155 Мбит/с) подключаются мультиплексоры доступа SDH/PDH (синхронная / плезиохронная цифровая иерархия). При отсутствии необходимости в высокой скорости передачи данных сегменты сети строятся на уровне STM-1 с использованием только мультиплексоров доступа SDH/PDH. Сети SDH/PDH гарантируют заданную скорость передачи данных (пропускную способность) и отсутствие взаимного влияния между организованными по ним каналами связи.

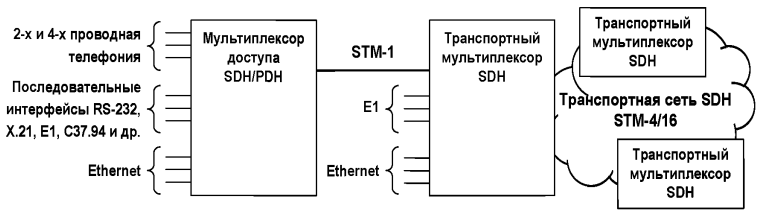

Рисунок 1 – Принцип построения ССЭСК

5.8 Транспортные мультиплексоры SDH могут иметь только интерфейсы пользователя STM-1, E1 и Ethernet. Мультиплексоры доступа могут иметь в своем составе 2-х и 4-х проводные телефонные интерфейсы, интерфейсы E1, Ethernet, RS-232, C37.94, X.21 и другие. Конкретный состав интерфейсов пользователя у мультиплексоров определяется их типом и проектным решением.

5.9 Цифровые каналы для РЗА могут быть организованы как при подключении к мультиплексорам доступа SDH/PDH, так и транспортным мультиплексорам SDH.

5.10 Для ССЭСК должна быть создана сеть тактовой сетевой синхронизации (ТСС) со своими первичными эталонными генераторами (ПЭГ) и ведомыми задающими генераторами (ВЗГ). При этом сеть ТСС должна работать с базовой сетью ТСС ПАО «Ростелеком» в псевдосинхронном режиме и вместе с ней составлять систему ТСС ССЭКС. Определены четыре режима работы сети ТСС, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Режимы синхронизации

Режим	Число проскальзываний
Синхронный	В идеале проскальзываний нет
Псевдосинхронный (точность установки частоты 10^{-11}	Не более одного проскальзывания за 70 суток

Режим	Число проскальзываний
Плезиохронный (точность установки частоты 10^{-9})	Не более одного проскальзывания за 17 часов
Асинхронный (точность установки частоты 10^{-5})	Не более одного проскальзывания за 7 секунд

5.11 Синхронный режим – нормальный режим работы сети, при котором проскальзывания носят только случайный характер. Данный режим обеспечивается в пределах региона синхронизации (синхронизации от одного ПЭГ).

5.12 Псевдосинхронный режим имеет место, когда в сети независимо друг от друга работают два или более генератора с точностью установки частоты не хуже 10^{-11}. Такой режим работы возникает, например, при наличии в сети сегментов, синхронизируемых от разных регионов синхронизации ПАО «Ростелеком». При этом ухудшение качества за счет расхождения частот будет незначительным по сравнению с нарушениями по другим, часто трудно предсказуемым причинам, которые могут произойти между проскальзываниями, и приводят к ошибкам в цифровом канале (например, при переходе управления мультиплексором при отказе его основного процессорного модуля на резервный).

5.13 Плезиохронный режим работы возникает в сети, когда генератор устройства тактовой синхронизации ведомого мультиплексора полностью теряет возможность внешней принудительной синхронизации при отказе как основного, так и всех резервных путей синхронизации. В этом случае генератор переходит в режим удержания (англ. holdover mode), при котором запоминается частота принудительной синхронизации. У транзитных узлов относительная неточность запоминания частоты не должна превышать $5x10^{-10}$, а суточный дрейф частоты – 10^{-9}. Работа в режиме удержания, в отличие от псевдосинхронного режима, должна быть ограничена срочными мерами по восстановлению принудительной синхронизации так, чтобы она не превышала одних суток в течение года.

5.14 Асинхронный режим в ССЭСК России неприемлем. Обычно он возникает при ошибках в конфигурации оборудования сети SDH/PDH или его отказе.

5.15 Задержка в цифровом канале по сети SDH/PDH зависит от числа и типа промежуточных мультиплексоров в канале, а также от способа переприема данных каналов связи для РЗА в них. В оборудовании сетей SDH/PDH, используемых для организации каналов связи для РЗА, вносимая задержка не должна превышать [18]:

- 1 мс между линейным и пользовательским интерфейсом;
- 0,5 мс между линейными интерфейсами при переприеме.

Задержка в цифровом канале по сети SDH/PDH может изменяться при перезагрузке мультиплексоров, потере и восстановлении каналов.

5.16 Асимметрия задержки цифрового канала по сети SDH/PDH (разница задержек в разных направлениях канала) зависит от числа и типа промежуточных мультиплексоров в канале, а также от способа переприема данных каналов связи для РЗА в них. В оборудовании сетей SDH/PDH, используемых для организации каналов связи для РЗА, асимметрия задержки не должна превышать [18]:

- 50 мкс между линейным и пользовательским интерфейсом;
- 25 мкс между линейными интерфейсами при переприеме.

Асимметрия задержки в цифровом канале по сети SDH/PDH может изменяться при перезагрузке мультиплексоров, потере и восстановлении каналов.

5.17 В перспективе с ростом Ethernet трафика в электроэнергетике будет происходить миграция от синхронных сетей SDH/PDH к сетям с пакетной коммутацией MPLS (многопротокольная коммутация по меткам). При соответствующей конфигурации части каналов в сети MPLS их надежность можно приблизить к надежности каналов в сетях SDH/PDH, что делает возможным организацию по сетям MPLS каналов для РЗА с гарантированной заданной скоростью передачи данных (пропускной способностью) и отсутствием влияния на них других каналов.

6. Устройства РЗА, использующие каналы связи для их функционирования, и общие принципы информационного обмена

6.1 Защиты линий 35-220 кВ, использующие каналы связи:

- дифференциально-фазные защиты (ДФЗ);
- направленные высокочастотные защиты (НВЧЗ);
- продольные дифференциальные токовые защиты линий (ДЗЛ);
- комплекты ступенчатых защит (КСЗ) с передачей сигналов телеускорения (ТУ), телеотключения (ТО), блокирующих сигналов (БС) или разрешающих сигналов (РС).

6.2 В системах противоаварийной автоматики ПА каналы связи используются для:

- передачи команд ПА;
- обмена информацией между программно-техническими комплексами (ПТК) и устройствами ПА.

6.3 Каналы связи для РЗА организовываются по:

- ВЧ трактам по ЛЭП;
- выделенным ОВ;
- цифровым сетям связи.

6.3.1 ВЧ тракты по ЛЭП могут быть использованы для передачи:

- ВЧ сигналов ДФЗ с использованием ВЧ приемопередатчиков (ВЧПП);
- ВЧ сигналов блокировки в НВЧЗ с использованием ВЧПП;

– сигналов ТУ, ТО, БС или РС в КСЗ с использованием устройств передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК);

– команд ПА с использованием УПАСК.

6.3.1.1 В одном ВЧКС предпочтительно использовать ВЧПП или УПАСК ВЧ одного производителя. Допускается использование в одном ВЧКС ВЧПП или УПАСК ВЧ разных производителей, которые соответствуют техническим требованиям по совместимости ПАО «Россети» [16].

6.3.1.2 Применение специализированной ВЧ аппаратуры УПАСК или комбинированной ВЧ аппаратуры, которая кроме передачи команд РЗ и ПА позволяет передавать сигналы телефонии и данных, определяется проектом.

6.3.1.3 Использование цифровых ВЧКС по ЛЭП со скоростями передачи данных 64 кбит/с и выше для ДЗЛ недопустимо в силу их низкой помехозащищенности (битовые ошибки при воздействии электромагнитных помех из-за разрядов молнии и коммутаций основного оборудования, прерывания при коротких замыканиях на ЛЭП и т.д.).

6.3.2 Выделенные ОВ в волоконно-оптических кабелях (ВОК) являются с технической точки зрения самым простым и надежным способом организации цифровых каналов связи для всех типов защит и передачи команд ПА:

– обмена данными между терминалами ДЗЛ;

– обмена сигналами ДФЗ;

– обмена сигналами направленных защит с блокировкой;

– передачи сигналов ТУ, ТО, БС или РС в КСЗ с использованием работающих по выделенным ОВ УПАСК (УПАСК ОВ);

– передачи команд ПА с использованием УПАСК ОВ.

6.3.2.1 При наличии выделенных ОВ предпочтительнее использование ДЗЛ вместо ДФЗ.

6.3.2.2 ДЗЛ и УПАСК ОВ, работающие по выделенным волокнам, могут использовать проприетарные линейные сигналы, форматы данных и протоколы взаимодействия.

6.3.3 Цифровые сети связи (ЦСС) могут быть использованы для:

– обмена данными между терминалами ДЗЛ;

– обмена сигналами направленных защит с блокировкой;

– передачи сигналов ТУ, ТО, БС или РС в КСЗ с использованием работающих по ЦСС УПАСК (УПАСК ЦС);

– передачи команд ПА с использованием УПАСК ЦС.

6.3.3.1 Применение встроенных в оборудование ЦСС модулей с дискретными входами и выходами для передачи команд РЗ и ПА или использование отдельного УПАСК ЦС, подключаемого к оборудованию ЦСС по стандартным цифровым интерфейсам, определяется проектом.

6.3.3.2 Предпочтительным является подключение ДЗЛ и УПАСК ЦС к оптическим интерфейсам оборудования ЦСС по внутристанционным оптическим волокнам.

6.3.3.3 При подключении ДЗЛ и УПАСК ЦС к электрическим интерфейсам оборудования ЦСС по внутристанционным оптическим волокнам

необходима установка преобразователей интерфейсов (оптический/электрический). Преобразователи должны устанавливаться в шкафах с оборудованием ЦСС или рядом с ним.

6.3.3.4 Прямое подключение ДЗЛ и УПАСК ЦС к электрическим интерфейсам оборудования ЦСС с прокладкой электрических кабелей между ними требует проектного обоснования (расположение в одном помещении при небольшой длине электрических кабелей; применение решений, исключающих искажение сигналов из-за помех; незначительный вынос потенциала при КЗ на ЛЭП).

6.3.3.5 ДЗЛ и УПАСК ЦС, работающие по ЦСС могут использовать проприетарные протоколы взаимодействия. Передача данных на канальном уровне осуществляется с использованием стандартных протоколов.

6.3.3.6 При резервировании каналов для устройств РЗА механизмами ЦСС время переключения в ЦСС с основного канала на резервный не должно превышать 50 мс.

6.4 Устройства РЗА, использующие каналы связи, должны производить автоматический контроль их исправности. При обнаружении неисправностей канала связи (в случае использования резервирования при обнаружении неисправностей основного и резервного каналов), которые могут привести к неправильным действиям функций РЗА, должна обеспечиваться автоматическая блокировка данных функций. При этом должен формироваться сигнал неисправности канала устройства РЗА.

6.5 Для обмена информацией между ПТК и устройствами ПА могут быть использованы:

– цифровые ВЧКС при обеспечении требуемой скорости передачи данных с заданной вероятностью битовых ошибок, задержки, зависящей от полосы частот канала, и типа используемой ВЧ аппаратуры, и коэффициента готовности, определяемого выбором запаса по затуханию ВЧ канала;

– цифровые каналы связи по ЦСС с требуемой скоростью передачи данных, задержкой и вероятностью ошибки.

7. Типы и назначение сигналов и информации, передаваемых в системах РЗА и автоматизированных системах между энергообъектами и в ЦУС ДЗО ПАО «Россети», ДЦ АО «СО ЕЭС» и централизованную систему ПА

7.1 В НВЧЗ в случае короткого замыкания (КЗ) вне защищаемой ЛЭП на противоположные концы ЛЭП ВЧПП передает блокирующий ВЧ сигнал, который блокирует действие защиты на отключение. При потере принимаемого сигнала при увеличении затухания ВЧ тракта из-за КЗ на защищаемой ЛЭП НВЧЗ не отказывает в действии.

7.2 В ДФЗ при КЗ в ВЧПП формируется манипулируемый током промышленной частотой ВЧ сигнал. В случае отсутствия пауз, что соответствует КЗ вне защищаемой ЛЭП, в принимаемом сигнале работа защиты

блокируется. При наличии пауз в принимаемом сигнале, что соответствует КЗ на защищаемой ЛЭП, защита приводится в действие. При потере принимаемого сигнала при увеличении затухания ВЧ тракта из-за КЗ на защищаемой ЛЭП ДФЗ не отказывает в действии.

7.3 Терминалы ДЗЛ передают по цифровому каналу связи на противоположный конец линии информацию об амплитуде и фазе тока. По результатам вычисления дифференциального тока принимается решение о наличии КЗ на защищаемой линии.

7.4 Передатчик УПАСК ВЧ при отсутствии на его дискретных входах команд передает сигнал контрольной частоты (контрольный сигнал). При поступлении команды на дискретный вход контрольный сигнал снимается и передается кодированный сигнал команды. При поступлении нескольких команд на входы передатчика они передаются последовательно согласно заданным приоритетам (команда с меньшим номером обладает более высоким приоритетом).

7.5 Передатчики УПАСК ОВ и УПАСК ЦС передают команды с использованием кодированных сообщений. Кодированные сообщения как в случае наличия команд на дискретных входах команд, так и в случае их отсутствия должны передаваться по каналу связи постоянно для контроля его состояния. В УПАСК ОВ и УПАСК ЦС команды передаются независимо друг от друга и не имеют приоритетов.

7.6 КСЗ на ЛЭП 110 и 220 кВ обмениваются между концами защищаемой ЛЭП командами РЗ. В УПАСК данные команды назначаются как четыре первые.

Примечание: При соответствующем проектном обосновании допускается использование одного УПАСК в котором передаются команды РЗ двух параллельных ЛЭП 110 и 220 кВ. В данном случае команды РЗ назначаются в УПАСК как восемь первых.

7.7 В системах ПА передаются команды, число и назначение которых определяется в проектном решении. В УПАСК команды ПА назначаются с номерами после команд РЗ.

7.8 Комплексы локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ) должны получать доаварийную информацию о параметрах электроэнергетического режима от датчиков, подключенных к измерительным обмоткам трансформаторов тока и напряжения.

7.9 В качестве каналов телемеханики для устройств и комплексов ПА, устанавливаемых на объектах электроэнергетики, могут быть использованы каналы передачи данных, организованные в кабельных, радиорелейных, волоконно-оптических линиях связи, в системах высокочастотной связи по ВЛ и УКВ радиосвязи.

7.10 Состав и объем телесигнализаций и телеизмерений на подстанциях (ПС) 110 кВ и выше, передаваемый с метками единого астрономического времени в центры управления сетями (ЦУС) ДЗО ПАО «Россети» и ДЦ АО «СО ЕЭС», определяется в проектном решении.

7.11 Источники неоперативной информации об аварийных событиях, файлы с информацией с которых должны передаваться в ЦУС ДЗО ПАО «Россети» и ДЦ АО «СО ЕЭС»:

– автономные регистраторы аварийных событий (РАС), установленные на объекте электроэнергетики высшим классом напряжения 110 кВ и выше, регистрирующие события на ЛЭП и оборудовании;

– специализированные устройства определения места повреждения (ОМП) на ЛЭП;

– микропроцессорные устройства РЗА на ПС 110 кВ и выше;

– микропроцессорные устройства систем возбуждения синхронных генераторов.

7.12 Требования к функциям сбора и хранения неоперативной информации об аварийных событиях:

– информация об аварийных событиях, предназначенная для передачи в ЦУС и ДЦ, должна быть размещена на сервере РАС объекта электроэнергетики не более чем через 3 (три) минуты после ее появления;

– сбор информации об аварийных событиях должен осуществляться с использованием технических средств АСУ ТП объекта электроэнергетики, специализированных автоматизированных систем или встроенных функций устройств (систем) регистрации аварийных событий объекта электроэнергетики, при их наличии;

– файлы, собранные на сервере РАС с источников информации, не должны редактироваться или удаляться в процессе сбора и хранения;

– преобразование формата файлов с информацией об аварийных событиях не допускается.

8. Требования к организации каналов ВЧ защит

8.1 Каналы ВЧ защит организуются по ВЧ трактам ЛЭП 35 кВ и выше с использованием ВЧПП, осуществляющим передачу и прием ВЧ сигналов между двумя или более концами ЛЭП в диапазоне частот 16-1000 кГц.

8.2 Подключение ВЧПП к ЛЭП должно осуществляться по одной из следующих схем:

– «фаза-земля»;

– «фаза-фаза».

Схема «фаза-земля» – наиболее экономична и рекомендуется к использованию. Схему «фаза-фаза» можно использовать только при соответствующем проектном обосновании, когда при подключении по схеме «фаза-земля» невозможно обеспечить требуемый запас по затуханию ВЧ канала.

8.3 Каналы ВЧ защит и каналы передачи команд РЗ и ПА, как правило, должны организовываться с присоединением к разным фазам ЛЭП. Параллельное подключение аппаратуры каналов телефонной связи, передачи данных и сигналов телемеханики и аппаратуры специализированных и

комбинированных каналов, по которым передаются сигналы, связанные с РЗА, должно обязательно осуществляться через разделительные фильтры (РФ).

8.4 ВЧПП должен обеспечивать организацию канала связи при затухании несогласованности ВЧ тракта более 4 дБ. При затухании несогласованности ВЧ тракта менее 12 дБ допускается уменьшение мощности передатчика.

8.5 Номинальная полоса частот передачи и приема (полоса ВЧ канала) ВЧПП должна быть 2 кГц.

8.6 Частоты приема и передачи ВЧПП могут быть:

- совмещёнными (одинаковыми);
- разнесёнными.

При разнесении номинальные частоты передатчика и приемника должны выбираться с шагом 0,5 кГц. Допускается разнесение номинальных частот не более чем на 1,5 кГц.

8.7 Номинальное сопротивление несимметричного ВЧ интерфейса ВЧПП в режиме приёма и передачи должно быть 75 Ом.

8.8 Затухание несогласованности ВЧ интерфейса ВЧПП по отношению к его номинальному значению должно быть не менее 12 дБ.

8.9 Затухание, вносимое в тракт параллельно включенной аппаратуры шунтирующим действием входного сопротивления ВЧПП вне номинальной полосы частот, должно быть:

- не более 1,5 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на одну номинальную полосу частот, но не менее 8 кГц;
- не более 1.0 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на две номинальные полосы частот, но не менее 12 кГц.

Примечание: допустимо, чтобы в диапазоне частот настройки от 500 до 1000 кГц шунтирующее действие входного сопротивления ВЧПП не превышало:

- *1,5 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на 2 %;*
- *1 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на 2,5 %.*

8.10 Аппаратный уровень чувствительности приемника сигналов ВЧПП должен быть не выше -15 дБм (49 мВ на нагрузке 75 Ом) во всем диапазоне частот. Должна быть предусмотрена возможность снижения чувствительности («загрубления») приёмника на 20 дБ фиксированными ступенями по 1 дБ при эксплуатации.

8.11 В энергонезависимой памяти ВЧПП должна фиксироваться и выдаваться в АСУ ТП энергообъекта информация о следующих событиях:

- изменение состояния сигнала на входе «Пуск»;
- изменение состояния выходной цепи приёмника;
- изменение состояния входа «Останов»;

– изменение состояния входа «Манипуляция» при активном сигнале на входе «Пуск»;

– ручной запуск внеочередной автоматической проверки канала (АПК);

– изменение конфигурации ВЧПП;

– изменение программных настроек и уставок;

– обновление встроенного программного обеспечения (ПО);

– сброс сигнализации действиями оператора;

– начало работы оборудования после подачи питания или перезагрузки;

– срабатывание контакта сигнализации «Предупреждение»;

– срабатывание контакта сигнализации «Неисправность»;

– неисправность аппаратуры;

– снижение уровня принимаемого ВЧ сигнала ниже значения, достаточного для нормального функционирования ВЧПП;

– воздействие в канале помехи, уровень которой превышает значение, предельно допустимое для нормального функционирования ВЧПП;

– неисправность / нарушение нормальной работы ВЧ канала связи;

– запуск АПК автоматически и/или оператором.

Примечание: Приведенный перечень событий может быть расширен.

8.12 Протокол обмена ВЧПП с АСУ ТП энергообъекта должен соответствовать серии стандартов МЭК 61850. Допускается применение протоколов передачи данных МЭК 60870-5-104 (103) при отсутствии технической возможности информационных систем (до их модернизации) осуществлять информационное взаимодействие с использованием протоколов передачи данных по МЭК 61850.

9. Требования к организации каналов ДЗЛ по выделенным оптическим волокнам

9.1 Для организации каналов связи между объектами используется одномодовое ОВ.

9.2 Предпочтительным решением для организации канала ДЗЛ по выделенным ОВ является использование пары волокон, когда одно волокно используется для передачи данных в одном направлении канала, а другое – в противоположном.

9.3 Рекомендуется использовать в ДЗЛ одномодовые оптические приемопередатчики с длинами волн 1310 нм или 1550 нм.

9.4 В случае организации каналов для ДЗЛ на оптических линиях большой протяженности, для обеспечения системного запаса по затуханию, рекомендуется использоваться оптические усилители.

9.5 В случае необходимости передачи по одной паре оптических волокон помимо сигналов ДЗЛ сигналов другой аппаратуры рекомендуется использовать грубое (CWDM) или плотное (DWDM) спектральное уплотнение

с разделением по длинам волн. Длины волн для приемников и передатчиков CWDM и DWDM приведены в [27].

9.6 В случае использования спектрального уплотнения для организации каналов ДЗЛ допускается использование только пассивных оптических мультиплексоров/демультиплексоров.

9.7 При недостатке свободных оптических волокон для организации каналов ДЗЛ вместо пары оптических волокон может быть использовано одно оптическое волокно при соответствующем проектном обосновании. При этом возможно:

– использование в терминалах ДЗЛ оптических приемопередатчиков с разными длинами волн приема и передачи, которые предназначены для работы по одному волокну, например с длинами волн 1310/1550 нм с одной стороны канала и 1550/1310 нм с другой;

– при невозможности применения в терминалах ДЗЛ оптических приемопередатчиков с разными длинами волн допускается для работы по одному волокну использование оптических циркуляторов, которые обеспечивают передачу и прием оптических сигналов на одной и той же длине волны со сдвигом поляризации на 90^0 по одномодовым оптическим волокнам.

9.8 Кроссовое оборудование и место его размещения, типы разъемов и соединительных кабелей определяются при проектировании конкретного объекта на стадии разработки рабочей документации.

9.9 При работе по выделенным ОВ терминалы ДЗЛ могут использовать проприетарные линейные сигналы, форматы данных и протоколы взаимодействия.

9.10 При информационном обмене по каналу связи передатчик терминала ДЗЛ должен передавать на приемник номер канала (адрес приемника), который должен быть уникальным и задаваться при наладке, что позволяет избежать ложной работы ДЗЛ при неправильном подключении ОВ. При приеме сообщения с неверным номером канала (адресом приемника) работа терминала ДЗЛ должна блокироваться с формированием сигнализации неисправности канала.

9.11 В энергонезависимой памяти терминала ДЗЛ должна фиксироваться и выдаваться в АСУ ТП энергообъекта информация о следующих событиях его каналообразующей части:

– отсутствие оптического сигнала на входе приемника;

– вероятность ошибок в канале превышает требуемую для штатной работы терминала ДЗЛ;

– прием сигнализации удаленного отказа, передаваемой удаленным терминалом ДЗЛ, которая формируется им в случае потери оптического сигнала на входе его приемника;

– прием сообщения с неверным номером канала (адресом приемника).

Примечание: Приведенный перечень событий может быть расширен.

9.12 Протокол обмена терминала ДЗЛ с АСУ ТП энергообъекта должен соответствовать серии стандартов МЭК 61850. Допускается применение протоколов передачи данных МЭК 60870-5-104 (103) при отсутствии технической возможности информационных систем (до их модернизации) осуществлять информационное взаимодействие с использованием протоколов передачи данных по МЭК 61850.

10. Требования организации каналов ДЗЛ по цифровым сетям связи

10.1 В ЦСС при организации каналов для ДЗЛ могут быть использованы следующие синхронные интерфейсы мультиплексоров сетей SDH/PDH или маршрутизаторов сетей MPLS:

– электрический интерфейс G.703.1 сонаправленный со скоростью 64 кбит/с;

– электрический интерфейс X.21, со скоростью N x 64 кбит/с (N=1 - 31);

– электрический интерфейс E1 (G.703, G.704) со скоростью N x 64 кбит/с (N=1 - 31);

– оптический интерфейс C37.94 со скоростью N x 64 кбит/с (N=1 - 12).

10.2 При соответствующем проектном обосновании для подключения терминалов ДЗЛ к ЦСС могут быть использованы интерфейсы Ethernet. При этом в ЦСС для каналов Ethernet должна быть гарантирована требуемая скорость передачи данных и исключено влияние на них других каналов связи. Для обеспечения этого в сетях SDH/PDH, где сама технология гарантирует требуемую скорость передачи данных канала Ethernet и исключение влияния на него других каналов, не допускается подключение к одному каналу Ethernet нескольких устройств. В сетях MPLS для обеспечения требуемой скорости передачи данных каналов Ethernet и исключения влияния на них других каналов требуется корректная настройка маршрутизаторов.

10.3 Электрические или оптические интерфейсы ЦСС и терминалов ДЗЛ должны быть взаимосогласованы, т.е. в них должен не только использоваться одинаковый тип интерфейса, но и должны быть согласованы направление синхронизации, скорость передачи данных и другие их параметры.

10.4 Предпочтительным решением является подключение терминалов ДЗЛ к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ. Подключение терминалов ДЗЛ к мультиплексорам напрямую по электрическим интерфейсам требует проектного обоснования. В терминалах ДЗЛ предпочтительно применять оптический интерфейс C37.94. В случае использования электрических интерфейсов G.701.1, X.21 и E1 мультиплексоров необходимо применение преобразователей электрических сигналов в оптические, которые устанавливаются в шкафах с оборудованием ЦСС или рядом с ними.

10.5 Кроссовое оборудование и место его размещения, типы разъемов и соединительных кабелей определяются при проектировании конкретного объекта на стадии разработки рабочей документации.

10.6 Производители терминалов ДЗЛ должны указывать в технической документации максимальную задержку в ЦСС, при которой ДЗЛ сохраняет работоспособность в полном объеме.

10.7 Задержка канала для ДЗЛ по ЦСС не должна превышать 5-10 мс.

10.8 Производители терминалов ДЗЛ должны указывать в технической документации максимальную асимметрию задержки в канале связи по ЦСС, которая не приведет к ложной работе ДЗЛ при КЗ вне защищаемой ЛЭП из-за погрешностей вычисления дифференциального тока (как правило, не более 300 - 400 мкс).

10.9 Величина задержки канала для ДЗЛ по ЦСС и ее возможная асимметрия должны быть определены при его проектировании. В случае невозможности обеспечения требуемой асимметрии в канале связи по ЦСС должна быть предусмотрена возможность синхронизации терминалов ДЗЛ по сигналам ГЛОНАСС/GPS.

10.10 Вероятность битовых ошибок в каналах для ДЗЛ по ЦСС не должна превышать 10^{-10}.

10.11 Неготовность канала для ДЗЛ по ЦСС наступает при его прерывании (полное отсутствие передачи данных или коэффициент битовых ошибок более чем 10^{-3}) на время более 50 мс.

10.12 Задержка в канале для ДЗЛ по ЦСС и ее асимметрия должны быть стабильными до момента прерывания канала. После восстановления прерванного канала величины задержки и ее асимметрии могут измениться, но должны оставаться стабильными до следующего прерывания.

10.13 Если при потере основного маршрута оборудование ЦСС не обеспечивает одновременное в обоих направлениях переключение канала на резервный маршрут, то использование такого автоматического переключения средствами ЦСС в каналах для ДЗЛ не допускается. При отсутствии гарантии одновременности автоматического переключения в обоих направлениях маршрут канала для ДЗЛ по ЦСС должен быть статическим (фиксированным). В данном случае при необходимости изменения маршрута канала для ДЗЛ оператором (проведение работ по ТО оборудования ЦСС и т.д.) требуется предварительное согласование этого со службой, в зоне ответственности которой находятся терминалы ДЗЛ.

10.14 Коэффициент готовности канала для ДЗЛ по ЦСС должен быть не менее 0,99.

10.15 Использование арендованных каналов связи в ЦСС без синхронизации терминалов ДЗЛ не допускается. При использовании арендованных каналов и наличии синхронизации по сигналам ГЛОНАСС/GPS канал для ДЗЛ должен удовлетворять требованиям, приведенным в пунктах 10.7, 10.10, 10.11, 10.12, 10.13 и 10.14.

10.16 При работе по ЦСС в терминалах ДЗЛ должны использоваться стандартные цифровые интерфейсы, но протоколы взаимодействия могут быть проприетарными.

10.17 При информационном обмене по ЦСС передатчик терминала ДЗЛ должен передавать на приемник номер канала (адрес приемника), который

должен быть уникальным и задаваться при наладке, что позволяет избежать ложной работы ДЗЛ при неправильной коммутации каналов в ЦСС, неправильном подключении ОВ или электрических кабелей. При приеме сообщения с неверным номером канала работа терминала ДЗЛ должна блокироваться с формированием сигнализации неисправности канала.

10.18 В энергонезависимой памяти терминала ДЗЛ должна фиксироваться и выдаваться в АСУ ТП энергообъекта информация о следующих событиях его каналообразующей части:

- отсутствие сигнала на входе приемника;
- вероятность ошибок в канале превышает требуемую для штатной работы терминала ДЗЛ;
- прием сигнализации удаленного отказа, передаваемой оборудованием ЦСС, которая формируется им в случае потери сигнала от терминала ДЗЛ на входе его приемника;
- прием сообщения с неверным номером канала (адресом приемника).

Примечание: Приведенный перечень событий может быть расширен.

10.19 Протокол обмена терминала ДЗЛ с АСУ ТП энергообъекта должен соответствовать серии стандартов МЭК 61850. Допускается применение протоколов передачи данных МЭК 60870-5-104 (103) при отсутствии технической возможности информационных систем (до их модернизации) осуществлять информационное взаимодействие с использованием протоколов передачи данных по МЭК 61850.

11. Требования к организации каналов УПАСК ВЧ

11.1 Каналы УПАСК ВЧ организуются по ВЧ трактам ЛЭП 35 кВ и выше с использованием аппаратуры, осуществляющей передачу и прием команд РЗ и ПА между двумя или более концами ЛЭП в диапазоне частот 16-1000 кГц.

11.2 УПАСК ВЧ может выполняться в следующих исполнениях:

- передатчик УПАСК (только передача команд РЗ и ПА);
- приёмник УПАСК (только прием команд РЗ и ПА);
- приёмопередатчик УПАСК (приёмник и передатчик УПАСК, реализованные в одном устройстве).

11.3 Подключение УПАСК к ЛЭП должно осуществляться по одной из следующих схем:

- «фаза-земля»;
- «фаза-фаза».

Схема «фаза-земля» – наиболее экономична и рекомендуется к использованию. Схему «фаза-фаза» можно использовать только при соответствующем проектном обосновании, когда при подключении по схеме «фаза-земля» невозможно обеспечить требуемый запас по затуханию ВЧ канала.

11.4 Каналы УПАСК ВЧ и каналы ВЧ защит, как правило, должны организовываться с присоединением к разным фазам ЛЭП. Параллельное подключение аппаратуры каналов телефонной связи, передачи данных и сигналов телемеханики и аппаратуры специализированных каналов, по которым передаются сигналы, связанные с РЗ, должно обязательно осуществляться через разделительные фильтры (РФ).

11.5 УПАСК ВЧ должен обеспечивать организацию канала связи при затухании несогласованности ВЧ тракта более 4 дБ. При затухании несогласованности ВЧ тракта менее 12 дБ допускается уменьшение мощности передатчика.

11.6 Номинальная полоса частот передачи и приема УПАСК ВЧ должна быть 4 кГц (базисная полоса частот). Полосы передачи и приема каналов УПАСК ВЧ могут быть разнесены между собой на охранную полосу частот, кратную 4 кГц (базисной полосе частот), или быть смежными (без охранной полосы).

11.7 Номинальное сопротивление несимметричного ВЧ интерфейса приемника и передатчика УПАСК ВЧ должно быть 75 Ом.

11.8 Затухание несогласованности ВЧ интерфейса УПАСК ВЧ по отношению к его номинальному значению должно быть не менее 12 дБ.

11.9 Затухание, вносимое в тракт параллельно включенной аппаратуры шунтирующим действием сопротивления ВЧ интерфейса УПАСК ВЧ вне номинальной полосы частот, должно быть:

– не более 1,5 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на одну номинальную полосу частот, но не менее 8 кГц;

– не более 1.0 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на две номинальные полосы частот, но не менее 12 кГц.

Примечание: допустимо, чтобы в диапазоне частот настройки от 500 до 1000 кГц шунтирующее действие входного сопротивления ВЧПП не превышало:

– *1,5 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на 2 %;*

– *1 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на 2,5 %.*

11.10 Номинальное значение чувствительности приёмника УПАСК ВЧ для сигналов команд должна быть не хуже минус 20 дБм. Должна быть предусмотрена возможность снижения чувствительности («загрубления») приёмника аппаратными или программными средствами на 20 дБ фиксированными ступенями по 1 дБ.

11.11 В энергонезависимой памяти передатчика УПАСК ВЧ должна фиксироваться и выдаваться в АСУ ТП энергообъекта информация о следующих событиях:

– начало и окончание поступления на дискретный вход передатчика УПАСК ВЧ соответствующей команды;

– начало и окончание формирования ВЧ посылки команды передатчиком УПАСК ВЧ;

– срабатывание контакта сигнализации о передаче любой команды;

– изменение конфигурации;

– изменение программных настроек и уставок;

– обновление встроенного ПО;

– сброс сигнализации действиями оператора;

– начало работы оборудования после подачи питания или перезагрузки;

– снижение уровня передаваемого сигнала ниже заданного в уставках;

– срабатывание контакта предупредительной сигнализации при уменьшении уровня передаваемого сигнала ниже заданного в уставках;

– неисправность аппаратуры;

– срабатывание контакта сигнализации о неисправности аппаратуры.

Примечание: Приведенный перечень событий может быть расширен.

11.12 В энергонезависимой памяти приемника УПАСК ВЧ должна фиксироваться и выдаваться в АСУ ТП энергообъекта информация о следующих событиях:

– начало и окончание срабатывания соответствующего дискретного выхода команды;

– начало и окончание приема соответствующего ВЧ сигнала команды по ВЧ каналу;

– срабатывание контакта сигнализации о приеме любой команды;

– изменение конфигурации;

– изменение программных настроек и уставок;

– обновление встроенного ПО;

– сброс сигнализации действиями оператора;

– начало работы оборудования после подачи питания или перезагрузки;

– срабатывание контакта предупредительной сигнализации при уменьшении уровня принимаемого сигнала КЧ ниже заданного в уставках;

– неисправность аппаратуры;

– полное отсутствие приема сигнала КЧ;

– уменьшение контролируемого отношения сигнал/помеха ниже заданного в уставках;

– одновременный прием частоты команды и наличии сигнала КЧ;

– срабатывание контакта сигнализации неисправности при неисправностях аппаратуры, полном отсутствии приема сигнала КЧ,

уменьшении контролируемого отношения сигнал/помеха ниже заданного в уставках и одновременном приеме частоты команды и наличии сигнала КЧ.

Примечание 1: при реализации передатчика и приемника УПАСК ВЧ в одном устройстве информация об изменении конфигурации, программных настроек и уставок, обновлении встроенного ПО, сбросе сигнализации действиями оператора, начале работы после подачи питания или перезагрузки, срабатывании контактов предупредительной сигнализации и сигнализации неисправности относятся к функционированию как передатчика, так и приемника.

Примечание 2: Приведенный перечень событий может быть расширен.

11.13 Протокол обмена УПАСК ВЧ с АСУ ТП энергообъекта должен соответствовать серии стандартов МЭК 61850. Допускается применение протоколов передачи данных МЭК 60870-5-104 (103) при отсутствии технической возможности информационных систем (до их модернизации) осуществлять информационное взаимодействие с использованием протоколов передачи данных по МЭК 61850.

12. Требования к организации каналов УПАСК ОВ

12.1 УПАСК ОВ может выполняться в следующих исполнениях:

- передатчик УПАСК (только передача команд РЗ и ПА);
- приёмник УПАСК (только прием команд РЗ и ПА);
- приёмопередатчик УПАСК (приёмник и передатчик УПАСК, реализованные в одном устройстве).

12.2 Для организации каналов связи между объектами используется одномодовое ОВ.

12.3 Для организации симплексных каналов УПАСК ОВ (односторонняя передача команд) должно использоваться одно оптоволокно.

12.4 Предпочтительным решением для организации дуплексных каналов УПАСК ОВ является использование пары волокон.

12.5 Рекомендуется использовать в УПАСК ОВ одномодовые оптические приемопередатчики с длинами волн 1310 нм или 1550 нм.

12.6 В случае организации каналов для УПАСК ОВ на оптических линиях большой протяженности, для обеспечения системного запаса по затуханию, рекомендуется использоваться оптические усилители.

12.7 В случае необходимости передачи по одной паре оптических волокон помимо сигналов УПАСК ОВ сигналов другой аппаратуры рекомендуется использовать грубое (CWDM) или плотное (DWDM) спектральное уплотнение с разделением по длинам волн. Длины волн для приемников и передатчиков CWDM и DWDM приведены в [27].

12.8 В случае использования спектрального уплотнения для организации каналов УПАСК ОВ допускается использование только пассивных оптических мультиплексоров/демультиплексоров.

12.9 При недостатке свободных оптических волокон для организации дуплексных каналов УПАСК ОВ вместо пары оптических волокон может быть

использовано одно оптическое волокно при соответствующем проектном обосновании. При этом возможно:

- использование в УПАСК ОВ оптических приемопередатчиков с разными длинами волн приема и передачи, которые предназначены для работы по одному волокну, например, с длинами волн 1310/1550 нм с одной стороны канала и 1550/1310 нм с другой;
- при невозможности применения в УПАСК ОВ оптических приемопередатчиков с разными длинами волн допускается для работы по одному волокну использование оптических циркуляторов, которые обеспечивают передачу и прием оптических сигналов на одной и той же длине волны со сдвигом поляризации на 90° по одномодовым оптическим волокнам.

12.10 Кроссовое оборудование и место его размещения, типы разъемов и соединительных кабелей определяются при проектировании конкретного объекта на стадии разработки рабочей документации.

12.11 УПАСК ОВ могут использовать проприетарные линейные сигналы, форматы данных и протоколы взаимодействия.

12.12 При информационном обмене по каналу связи передатчик УПАСК ОВ должен передавать на приемник номер канала (адрес приемника), который должен быть уникальным и задаваться при наладке, что позволяет избежать передачи команд РЗ и ПА не на тот энергообъект при неправильном подключении ОВ. При приеме сообщения с неверным номером канала работа приемника УПАСК ОВ должна блокироваться с формированием сигнализации неисправности канала.

12.13 В энергонезависимой памяти передатчика УПАСК ОВ должна фиксироваться и выдаваться в АСУ ТП энергообъекта информация о следующих событиях:

- начало и окончание поступления на дискретный вход передатчика УПАСК ОВ соответствующей команды;
- начало и окончание формирования сообщения о команде передатчиком УПАСК ОВ;
- срабатывание контакта сигнализации о передаче любой команды;
- изменение конфигурации;
- изменение программных настроек и уставок;
- обновление встроенного ПО;
- сброс сигнализации действиями оператора;
- начало работы оборудования после подачи питания или перезагрузки;
- неисправность аппаратуры;
- срабатывание контакта сигнализации о неисправности аппаратуры.

Примечание: Приведенный перечень событий может быть расширен.

12.14 В энергонезависимой памяти приемника УПАСК ОВ должна фиксироваться и выдаваться в АСУ ТП энергообъекта информация о следующих событиях:

– начало и окончание срабатывания соответствующего дискретного выхода команды;

– начало и окончание приема соответствующего сообщения о команде по цифровому каналу;

– срабатывание контакта сигнализации о приеме любой команды;

– изменение конфигурации;

– изменение программных настроек и уставок;

– обновление встроенного ПО;

– сброс сигнализации действиями оператора;

– начало работы оборудования после подачи питания или перезагрузки;

– прием индикации удаленного отказа в дуплексных каналах (сигнализация от удаленного УПАСК ОВ, формируемая и передаваемая им в случае потери на входе его приемника сигнала от передатчика местного УПАСК ОВ);

– срабатывание контакта предупредительной сигнализации при вероятности битовых ошибок в канале больше чем 10^{-6}, но меньше чем 10^{-3}, или приеме индикации удаленного отказа в дуплексных каналах;

– неисправность аппаратуры;

– отсутствие оптического сигнала на входе приемника;

– вероятность битовых ошибок в канале больше чем 10^{-3};

– прием сообщения с неверным номером канала (адресом приемника);

– срабатывание контакта сигнализации неисправности при неисправностях аппаратуры, отсутствии оптического сигнала на входе приемника, приема сообщения с неверным номером канала (адресом приемника) и вероятности битовых ошибок в канале больше чем 10^{-3}.

Примечание 1: при реализации передатчика и приемника УПАСК ОВ в одном устройстве информация об изменении конфигурации, программных настроек и уставок, обновлении встроенного ПО, сбросе сигнализации действиями оператора, начале работы после подачи питания или перезагрузки, срабатывании контактов предупредительной сигнализации и сигнализации неисправности относятся к функционированию как передатчика, так и приемника.

Примечание 2: Приведенный перечень событий может быть расширен.

12.15 Протокол обмена УПАСК ОВ с АСУ ТП энергообъекта должен соответствовать серии стандартов МЭК 61850. Допускается применение протоколов передачи данных МЭК 60870-5-104 (103) при отсутствии технической возможности информационных систем (до их модернизации) осуществлять информационное взаимодействие с использованием протоколов передачи данных по МЭК 61850.

13. Требования к организации каналов УПАСК ЦС

13.1 УПАСК ЦС может выполняться в следующих исполнениях:

- передатчик УПАСК (только передача команд РЗ и ПА);
- приёмник УПАСК (только прием команд РЗ и ПА);
- приёмопередатчик УПАСК (приёмник и передатчик УПАСК, реализованные в одном устройстве).

13.2 В ЦСС при организации каналов для УПАСК ЦС могут быть использованы следующие синхронные интерфейсы мультиплексоров сетей SDH/PDH или маршрутизаторов сетей MPLS:

- электрический интерфейс G.703.1 сонаправленный со скоростью 64 кбит/с;
- электрический интерфейс X.21, со скоростью N x 64 кбит/с (N=1 - 31);
- электрический интерфейс E1 (G.703, G.704) со скоростью N x 64 кбит/с (N=1 - 31);
- оптический интерфейс C37.94 со скоростью N x 64 кбит/с (N=1 - 12).

13.3 При соответствующем проектном обосновании для подключения УПАСК ЦС к ЦСС могут быть использованы интерфейсы Ethernet. При этом в ЦСС для каналов Ethernet должна быть гарантирована требуемая скорость передачи данных и исключено влияние на них других каналов связи. Для обеспечения этого в сетях SDH/PDH, где сама технология гарантирует требуемую скорость передачи данных канала Ethernet и исключение влияния на него других каналов, не допускается подключение к одному каналу Ethernet нескольких устройств. В сетях MPLS для обеспечения требуемой скорости передачи данных каналов Ethernet и исключения влияния на них других каналов требуется корректная настройка маршрутизаторов.

13.4 Электрические или оптические интерфейсы ЦСС и УПАСК ЦС должны быть взаимосогласованы, т.е. в них должен не только использоваться одинаковый тип интерфейса, но и должны быть согласованы направление синхронизации, скорость передачи данных и другие их параметры.

13.5 Предпочтительным решением является подключение УПАСК ЦС к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ. Подключение терминалов УПАСК ЦС к мультиплексорам напрямую по электрическим интерфейсам требует проектного обоснования. В случае использования электрических интерфейсов G.701.1, X.21 и E1 мультиплексоров необходимо применение преобразователей электрических сигналов в оптические, которые устанавливаются в шкафах с оборудованием ЦСС или рядом с ними.

13.6 Кроссовое оборудование и место его размещения, типы разъемов и соединительных кабелей определяются при проектировании конкретного объекта на стадии разработки рабочей документации.

13.7 Задержка канала для УПАСК ЦС по ЦСС не должна превышать 15 мс.

13.8 Величина задержки канала для УПАСК ЦС по ЦСС должна быть определена при его проектировании.

13.9 Вероятность битовых ошибок в каналах для УПАСК ЦС по ЦСС не должна превышать 10^{-6}.

13.10 Неготовность канала для УПАСК ЦС по ЦСС наступает при его прерывании (полное отсутствие передачи данных или коэффициент битовых ошибок более чем 10^{-3}) на время более 50 мс.

13.11 Маршрут канала для УПАСК ЦС по ЦСС может быть как статическим (фиксированным), так и динамическим, т.е. при потере основного маршрута автоматически переключаться средствами резервирования ЦСС на резервный. Гарантии одновременности переключения на резервный маршрут в обоих направлениях канала не требуется.

13.12 Коэффициент готовности канала для УПАСК ЦС по ЦСС должен быть не менее 0,99.

13.13 Допускается использование арендованных каналов связи в ЦСС для УПАСК ЦС. При этом канал для УПАСК ЦС должен удовлетворять требованиям, приведенным в пунктах 13.7, 13.9, 13.10, 13.11 и 13.12.

13.14 При работе по ЦСС в УПАСК ЦС должны использоваться стандартные цифровые интерфейсы, но протоколы взаимодействия могут быть проприетарными.

13.15 При информационном обмене по ЦСС передатчик УПАСК ЦС должен передавать на приемник номер канала (адрес приемника), который должен быть уникальным и задаваться при наладке, что позволяет избежать передачи команд РЗ и ПА не на тот энергообъект при неправильной коммутации каналов в ЦСС, неправильном подключении ОВ или электрических кабелей. При приеме сообщения с неверным номером канала работа УПАСК ЦС должна блокироваться с формированием сигнализации неисправности канала.

13.16 В энергонезависимой памяти передатчика УПАСК ЦС должна фиксироваться и выдаваться в АСУ ТП энергообъекта информация о следующих событиях:

- начало и окончание поступления на дискретный вход передатчика УПАСК ЦС соответствующей команды;
- начало и окончание формирования сообщения о команде передатчиком УПАСК ЦС;
- срабатывание контакта сигнализации о передаче любой команды;
- изменение конфигурации;
- изменение программных настроек и уставок;
- обновление встроенного ПО;
- сброс сигнализации действиями оператора;
- начало работы оборудования после подачи питания или перезагрузки;
- неисправность аппаратуры;

– срабатывание контакта сигнализации о неисправности аппаратуры.

Примечание: Приведенный перечень событий может быть расширен.

13.17 В энергонезависимой памяти приемника УПАСК ЦС должна фиксироваться и выдаваться в АСУ ТП энергообъекта должна выдаваться информация о следующих событиях:

– начало и окончание срабатывания соответствующего дискретного выхода команды;

– начало и окончание приема соответствующего сообщения о команде по цифровому каналу;

– срабатывание контакта сигнализации о приеме любой команды;

– изменение конфигурации;

– изменение программных настроек и уставок;

– обновление встроенного ПО;

– сброс сигнализации действиями оператора;

– начало работы оборудования после подачи питания или перезагрузки;

– прием индикации удаленного отказа при подключении к оборудованию ЦСС по интерфейсам Е1 или С37.94 (сигнализация от оборудования ЦСС, формируемая и передаваемая им в случае потери на его входном интерфейсе сигнала от передатчика УПАСК ЦС)

– срабатывание контакта предупредительной сигнализации при вероятности битовых ошибок в канале больше чем 10^{-6}, но меньше чем 10^{-3}, или приеме индикации удаленного отказа от оборудования ЦСС;

– неисправность аппаратуры;

– отсутствие сигнала на входе приемника;

– вероятность битовых ошибок в канале больше чем 10^{-3};

– прием сообщения с неверным номером канала (адресом приемника);

– срабатывание контакта сигнализации неисправности при неисправностях аппаратуры, отсутствии сигнала на входе приемника, приема сообщения с неверным номером канала (адресом приемника) и вероятности битовых ошибок в канале больше чем 10^{-3}.

Примечание 1: при реализации передатчика и приемника УПАСК ЦС в одном устройстве информация об изменении конфигурации, программных настроек и уставок, обновлении встроенного ПО, сбросе сигнализации действиями оператора, начале работы после подачи питания или перезагрузки, срабатывании контактов предупредительной сигнализации и сигнализации неисправности относятся к функционированию как передатчика, так и приемника.

Примечание 2: Приведенный перечень событий может быть расширен.

13.18 Протокол обмена УПАСК ЦС с АСУ ТП энергообъекта должен соответствовать серии стандартов МЭК 61850. Допускается применение протоколов передачи данных МЭК 60870-5-104 (103) при отсутствии

технической возможности информационных систем (до их модернизации) осуществлять информационное взаимодействие с использованием протоколов передачи данных по МЭК 61850.

14. Общие принципы передачи сигналов РЗ и команд ПА между цифровыми ПС на базе МЭК 61850 (в том числе между цифровыми ПС и ПС, выполненным на базе традиционных решений)

14.1 В рамках цифровых подстанций (ЦПС), соответствующих МЭК 61850, обмен дискретными отключающими, разрешающими, ускоряющими и блокирующими сигналами РЗ и командами ПА производится с помощью передачи сообщений об общих объектно-ориентированных событиях на ПС (GOOSE сообщений) по сети локальной вычислительной сети (ЛВС) Ethernet.

14.2 Передача GOOSE сообщений с командами РЗ и ПА между ЦПС напрямую через ЦСС с подключением к ней по интерфейсам Ethernet не допускается. Для передачи GOOSE сообщений между ЦПС должны использоваться УПАСК ВЧ, УПАСК ОВ или УПАСК ЦС (Рис. 2).

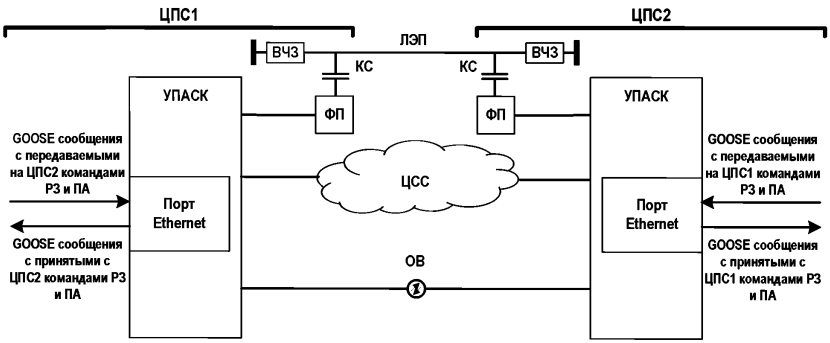

Рисунок 2 – Передача команд РЗ и ПА между ЦПС по разным типам каналов

14.3 Для передачи сигналов и команд между традиционными и цифровыми ПС на традиционных ПС устанавливаются УПАСК с дискретными входами и выходами, а на ЦПС – с портами Ethernet для обмена GOOSE сообщениями (Рис. 3). При этом УПАСК как на традиционных ПС, так и на ЦПС, передают и принимают одни и те же кодированные ВЧ сигналы по ВЧ трактам или проприетарные кодированные сообщения по цифровым каналам (выделенные ОВ или ЦСС).

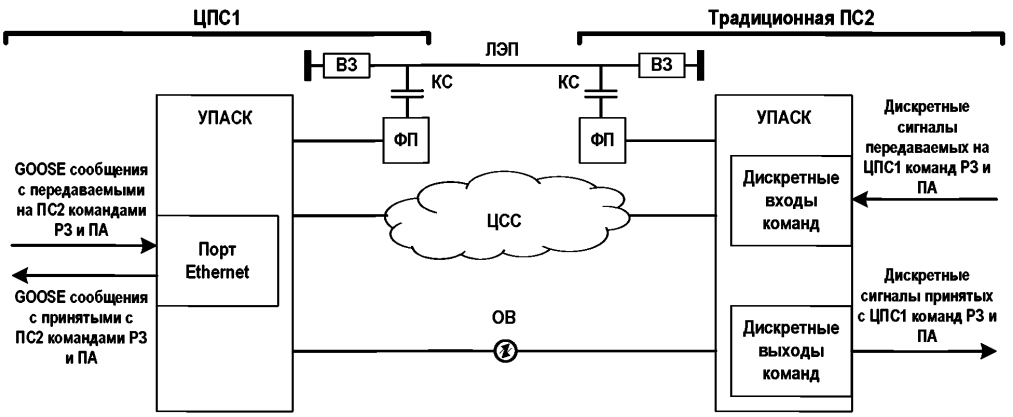

Рисунок 3 – Передача команд РЗ и ПА между традиционными и цифровыми ПС по разным типам каналов

15. Требования к каналам между энергообъектами и ПТК в ЦУС и ДЦ

15.1 По каждому направлению передачи информации между энергообъектами и ПТК в ЦУС и ДЦ должна быть организована цифровая технологическая связь.

15.2 Для автоматизированных систем управления, в том числе для передачи телеметрической информации и диспетчерских команд, технологическая связь должна иметь коэффициент готовности не менее 0,999 и время восстановления не более 11 минут в неделю.

15.3 Для систем управления, работающих в автоматическом режиме, без участия человека, технологическая связь должна иметь коэффициент готовности и время восстановления, устанавливаемые требованиями надежности работы этих систем.

15.4 Полоса пропускания технологической связи должна выбираться так, чтобы обеспечивался обмен информацией с необходимыми объемами и параметрами обмена.

15.5 Вероятность битовых ошибок в каналах технологической связи должна быть не более 10^{-8}.

16. Требования к каналам для передачи оперативной доаварийной информации с энергообъектов в централизованную систему ПА

16.1 В качестве каналов телемеханики для устройств и комплексов ПА, устанавливаемых на объектах электроэнергетики, могут быть использованы каналы передачи данных, организованные в радиорелейных и волоконно-оптических линиях связи, в системах высокочастотной связи по ВЛ и УКВ радиосвязи.

16.2 Для передачи телеметрической информации с объектов электроэнергетики в комплексы ЛАПНУ должны предусматриваться два независимых цифровых канала связи с дублированным режимом передачи информации. Суммарное время измерения и передачи телеметрической информации (телеизмерений, телесигнализации) с объектов электроэнергетики в комплексы ЛАПНУ не должно превышать 1 с.

16.3 Между ПТК верхнего уровня ЦСПА и каждым из низовых устройств ЦСПА должны быть организованы два независимых цифровых канала связи с дублированным режимом передачи информации. Суммарное время измерения и передачи телеметрической информации (телеизмерений, телесигнализации) с объектов электроэнергетики в ДЦ субъекта оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, в котором установлен ПТК верхнего уровня ЦСПА, не должно превышать 1 с.

17. Требования к каналам для передачи файлов с неоперативной аварийной информацией с РАС и устройств РЗА энергообъектов в ЦУС и ДЦ

17.1 Передача информации об аварийных событиях с объекта электроэнергетики должна осуществляться непосредственно напрямую в ДЦ или с группы объектов электроэнергетики в ДЦ через ЦУС.

17.2 Для передачи информации с объекта электроэнергетики непосредственно в ДЦ должны использоваться каналы передачи данных системы обмена технологической информации с автоматизированной системой Системного оператора (СОТИАССО) (системы сбора и передачи информации, ССПИ), организованные субъектом электроэнергетики в технологических сетях или в сетях альтернативных операторов связи.

17.3 При использовании каналов СОТИАССО (ССПИ):

- для передачи информации об аварийных событиях совместно с другими видами информации, их пропускная способность должна гарантировать передачу всех видов информации без ухудшения качества и обеспечивать передачу информации об аварийных событиях;
- должны использоваться два независимых канала передачи данных СОТИАССО (ССПИ), позволяющие обеспечить резервирование передачи информации в ДЦ. Технологии обмена данными должны обеспечивать возможность переключения на резервный канал в случае потери соединения по основному каналу.

17.4 Для передачи информации об аварийных событиях с объектов электроэнергетики в ДЦ через ЦУС могут использоваться:

- на участке «объекты – ЦУС» - каналы передачи данных, организованные в корпоративных технологических сетях субъектов;
- на участке "ЦУС - ДЦ":
  - каналы передачи данных для информационного обмена «ЦУС - ДЦ»;

- сеть Интернет.

17.5 Время передачи информации об аварийных событиях в ДЦ определяется техническими характеристиками каналов связи, объемом передаваемой информации и используемыми протоколами.

17.6 Рекомендованное время передачи информации об аварийном событии непосредственно с объекта электроэнергетики в ДЦ и через ЦУС в ДЦ с момента его регистрации должно составлять не более 20 минут.

17.7 Используемые для передачи информации об аварийных событиях телекоммуникационные сети и оборудование связи должны отвечать требованиям информационной безопасности ПАО «Россети» [27].

17.8 Вновь принимаемые технические решения по организации передачи данных об аварийных событиях не должны допускать ухудшения существующих технических характеристик и показателей качества обмена оперативной технологической информацией между объектами электроэнергетики, ЦУС и ДЦ.

18. Типовые схемные решения каналов связи для РЗА

18.1 Типовые решения для организации каналов ВЧ защит.

18.1.1 Типовое решение для организации каналов ВЧ защит с использованием ВЧПП на ЛЭП без ответвлений приведено на рис. 4.

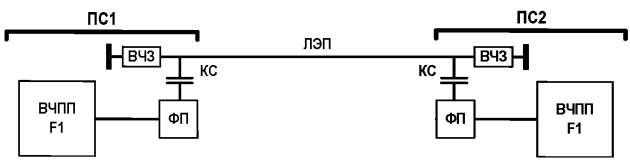

Рисунок 4 – Организация каналов ВЧ защит на ЛЭП без ответвления

18.1.2 Типовое решение для организации каналов ВЧ защит с использованием ВЧПП на ЛЭП с ответвлением приведено на рис. 5.

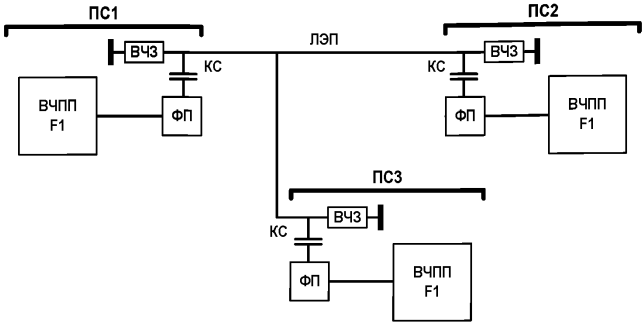

Рисунок 5 – Организация каналов ВЧ защит на ЛЭП с ответвлением

18.2 Типовые решения для организации каналов передачи команд РЗ и ПА по ВЧ трактам.

18.2.1 Типовое решение для организации каналов передачи команд РЗ и ПА с использованием УПАСК ВЧ на ЛЭП без ответвлений приведено на рис. 6. Переприем команд ПА на промежуточных объектах производится по дискретным входам и выходам.

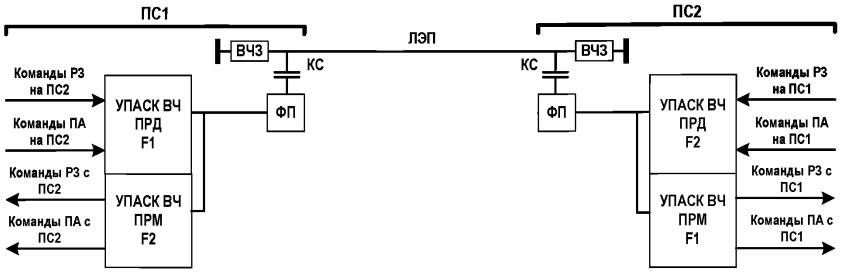

Рисунок 6 – Организация ВЧ каналов передачи команд РЗ и ПА на ЛЭП без ответвлений

Примечание 1: В случае использования отдельных передатчика УПАСК ВЧ и приемника УПАСК ВЧ между ними должны быть установлены разделительные фильтры.

Примечание 2: В случае необходимости передачи команд только в одну сторону может быть организован симплексный канал с установкой только передатчика УПАСК ВЧ на одной ПС и только приемника УПАСК ВЧ на другой.

18.2.2 Типовое решение для организации каналов передачи команд РЗ и ПА с использованием УПАСК ВЧ на ЛЭП с ответвлением и двухсторонним питанием приведено на рис. 7. Команды РЗ передаются между всеми ПС, а команды ПА передаются с питающих ПС и принимаются на всех ПС, включая

ПС на ответвлении. Переприем команд ПА на промежуточных объектах производится по дискретным входам и выходам.

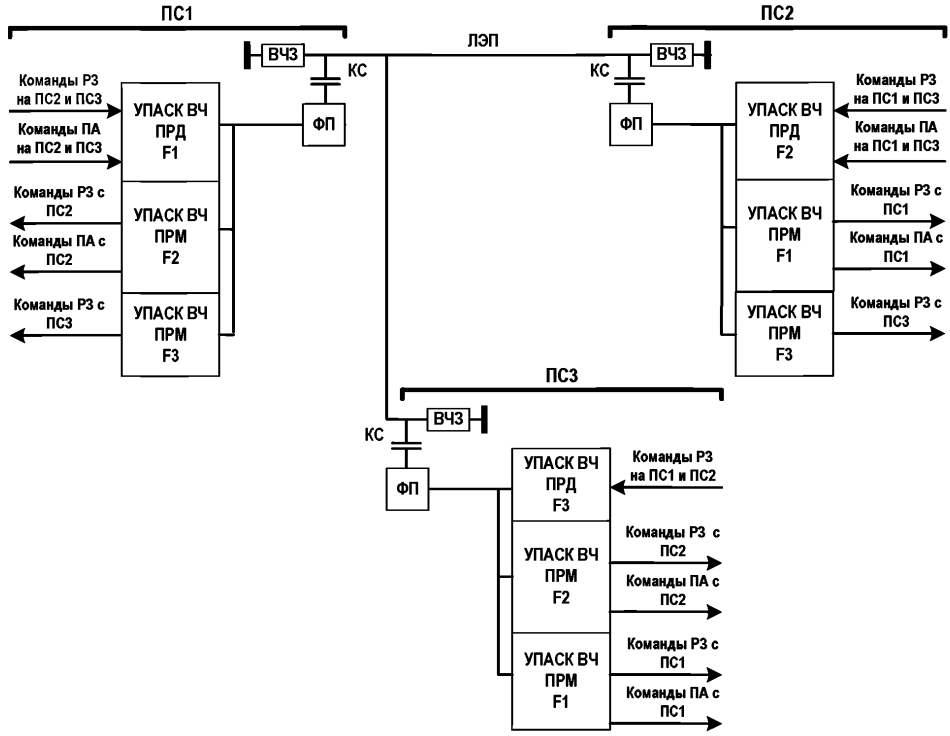

Рисунок 7 – Организация ВЧ каналов передачи команд РЗ и ПА на ЛЭП с ответвлением и двухсторонним питанием

Примечание: В случае отсутствия необходимости передачи команд РЗ с ПС3 на ответвлении на ней не устанавливается передатчик УПАСК ВЧ с частотой F3, а на питающих ПС1 и ПС2 приемники УПАСК с частотой F3.

18.2.3 Типовое решение для организации каналов передачи команд РЗ и ПА с использованием УПАСК ВЧ на ЛЭП с ответвлением и трехсторонним питанием приведено на рис. 8. Команды РЗ и ПА передаются между всеми ПС. Переприем команд ПА на промежуточных объектах производится по дискретным входам и выходам.

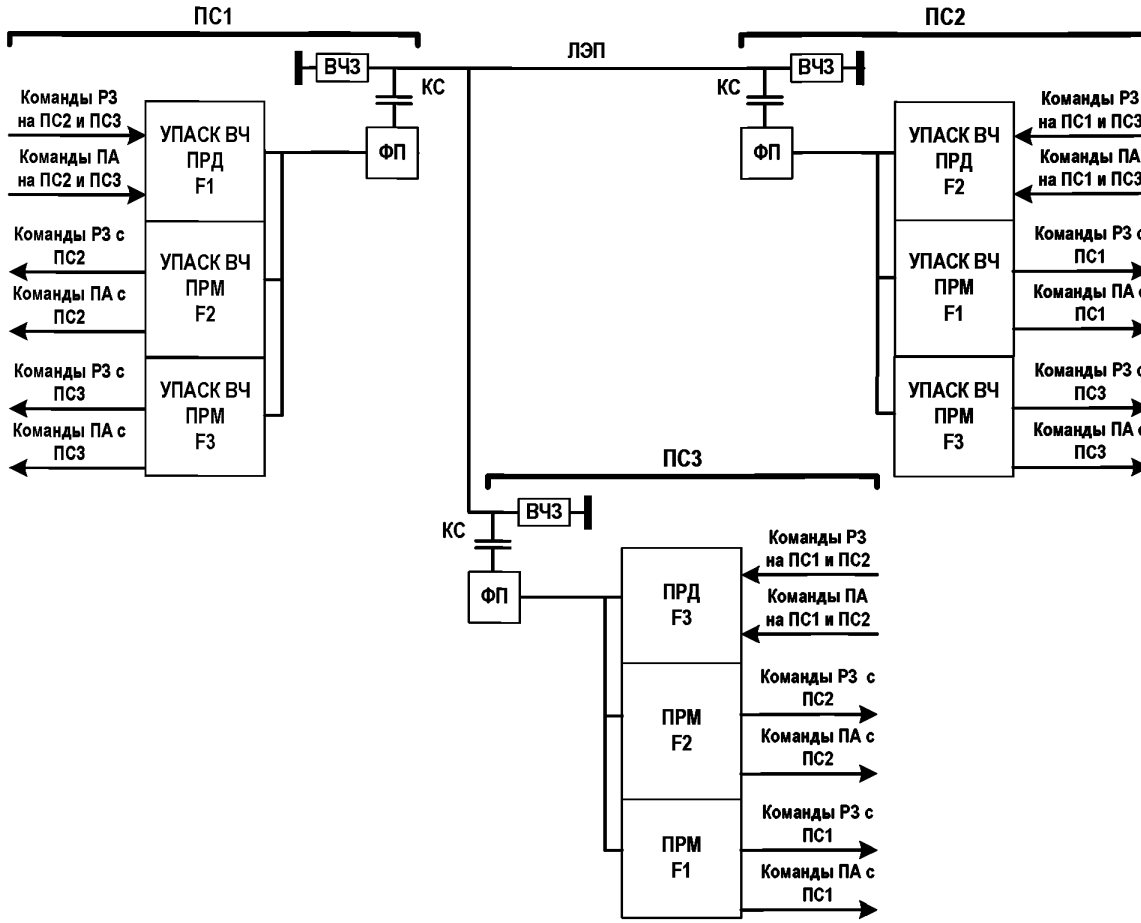

Рисунок 8 – Организация ВЧ каналов передачи команд РЗ и ПА на ЛЭП с ответвлением и трехсторонним питанием

18.3 Типовые решения для организации каналов для ДЗЛ по выделенным ОВ.

18.3.1 Типовое решение для организации каналов для ДЗЛ по выделенным ОВ на ЛЭП без ответвлений приведено на рис. 9.

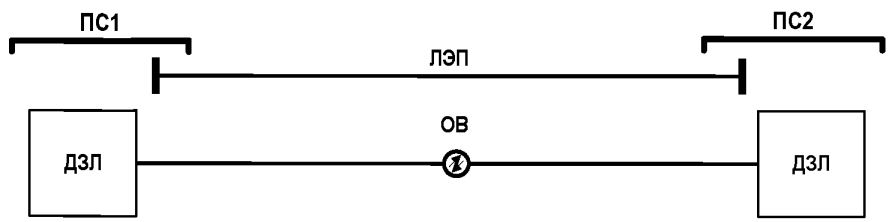

Рисунок 9 – Организация каналов для ДЗЛ по выделенным ОВ на ЛЭП без ответвлений

18.3.2 Типовое решение для организации каналов для ДЗЛ по выделенным ОВ на ЛЭП с ответвлением и трехсторонним питанием приведено на рис. 10. В данном случае терминалы ДЗЛ должны иметь два оптических интерфейса для подключения к выделенным ОВ.

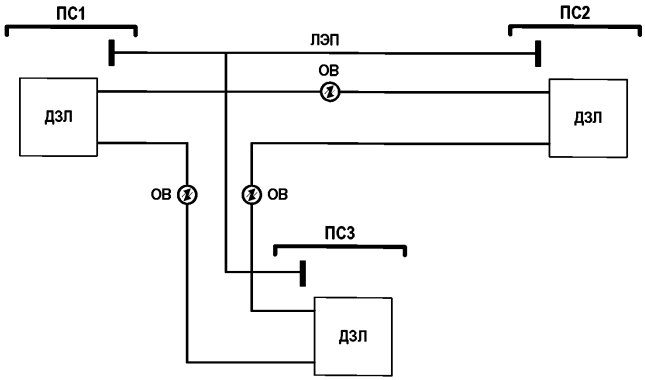

Рисунок 10 – Организация каналов для ДЗЛ по выделенным ОВ на ЛЭП с ответвлением и трехсторонним питанием

18.4 Типовые решения для организации каналов для ДЗЛ по ЦСС.

18.4.1 Типовое решение для организации каналов для ДЗЛ по ЦСС на ЛЭП без ответвлений приведено на рис. 11.

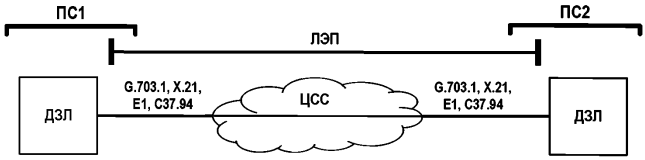

Рисунок 11 – Организация каналов для ДЗЛ по ЦСС на ЛЭП без ответвлений

Примечание: Прямое подключение ДЗЛ по электрическим интерфейсам требует проектного обоснования. При использовании электрических интерфейсов G.703.1, X.21, E1 мультиплексоров предпочтительным решением является подключение терминалов ДЗЛ к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ с применением преобразователей оптических интерфейсов в электрические.

18.4.2 Типовое решение для организации каналов для ДЗЛ по ЦСС на ЛЭП с ответвлением и трехсторонним питанием приведено на рис. 12. В данном случае терминалы ДЗЛ должны иметь два интерфейса для подключения к ЦСС.

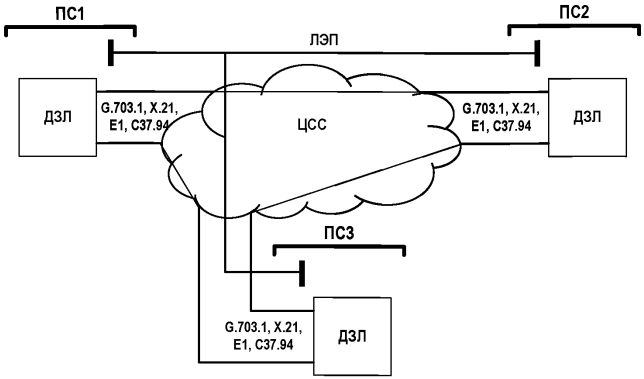

Рисунок 12 – Организация каналов для ДЗЛ по ЦСС на ЛЭП с ответвлением и трехсторонним питанием

Примечание: Прямое подключение ДЗЛ по электрическим интерфейсам требует проектного обоснования. При использовании электрических интерфейсов G.703.1, X.21, E1 мультиплексоров предпочтительным решением является подключение терминалов ДЗЛ к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ с применением преобразователей оптических интерфейсов в электрические.

18.5 Типовые решения для организации каналов передачи команд РЗ и ПА с использованием УПАСК ОВ по выделенным ОВ.

18.5.1 Типовое решение для организации каналов передачи команд РЗ и ПА с использованием УПАСК ОВ по выделенным ОВ на ЛЭП без ответвлений приведено на рис. 13.

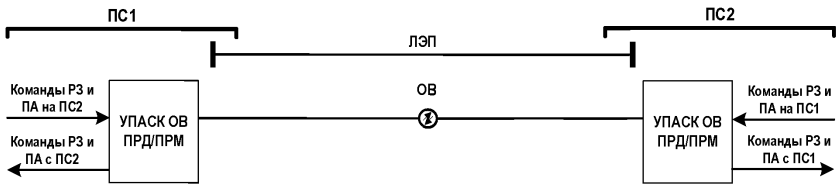

Рисунок 13 – Организация каналов передачи команд РЗ и ПА по выделенным ОВ на ЛЭП без ответвлений

Примечание: В случае отсутствия необходимости передачи команд РЗ и передаче команд ПА только в одну сторону может быть организован симплексный канал с установкой только передатчика УПАСК ОВ на одной ПС и только приемника УПАСК ОВ на другой.

18.5.2 Типовое решение для организации каналов передачи команд РЗ и ПА с использованием УПАСК ОВ по выделенным ОВ на ЛЭП с ответвлением

приведено на рис. 14 (схема «точка-многоточка»). В данном случае УПАСК ОВ должны иметь два оптических интерфейса для подключения к выделенным ОВ. Передача и прием команд между ПС осуществляется по ОВ, проложенным между ними.

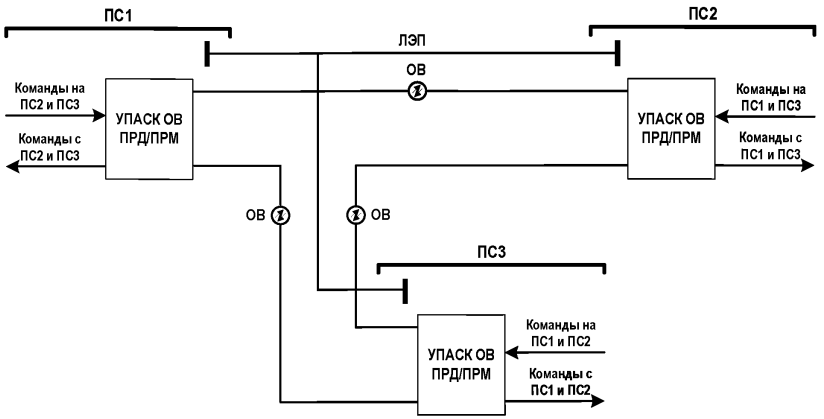

Рисунок 14 – Организация каналов передачи команд РЗ и ПА по выделенным ОВ на ЛЭП с ответвлением (схема «точка-многоточка»)

18.5.3 При наличии выделенных ОВ, как показано на рис. 14, может быть организовано кольцевое резервирование путей передачи команд РЗ и ПА (кольцевая схема или кольцо). На рис. 15 показаны основной путь (пунктирная линия) и резервный путь (точечная линия) для передачи команд между ПС1 и ПС2 по кольцу. В резервном пути на ПС3 в УПАСК ОВ осуществляется переприем команд. Для реализации данной схемы УПАСК ОВ должен поддерживать переприем команд с одного линейного интерфейса на другой (в случае отсутствия указанной функциональности реализация кольцевой схемы не возможна). В случае отказа одного из путей (обрыв ОВ, выход из строя оптического интерфейса УПАСК ОВ) передача и прием команд продолжается по пути, оставшемуся работоспособным. Решение об отказе пути и переключении на другой принимает УПАСК ОВ. Подобным образом организуются основной и резервный пути передачи команд РЗ и ПА между другими ПС. При большем числе ответвлений ЛЭП, между которыми требуется передача команд, число УПАСК ОВ в кольце может быть увеличено. При необходимости переприниимаемые в УПАСК ОВ команды могут выводиться на его дискретные выходы. Данные кольцевые схемы могут быть использованы для резервирования путей передачи команд ПА не только на одной ЛЭП, но и в пределах энергосистемы или ее части.

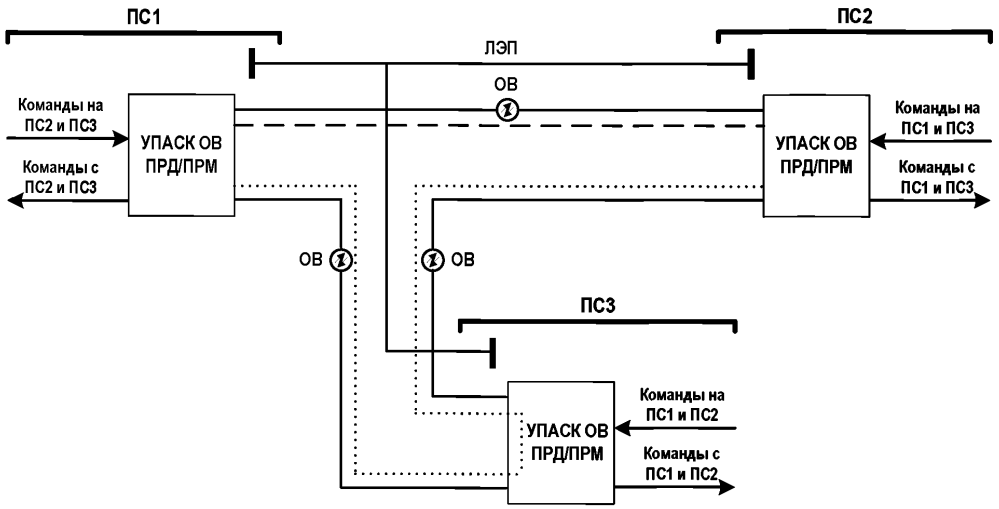

Рисунок 15 – Организация кольцевых схем для резервирования путей передачи команд РЗ и ПА по выделенным ОВ (схема «точка-многоточка»)

18.5.4 При недостаточном числе выделенных ОВ между объектами для организации каналов передачи команд РЗ и ПА на ЛЭП с ответвлением может быть использовано решение, приведенное на рис. 16. В данном случае УПАСК ОВ на промежуточной ПС3 осуществляет переприем команд между ПС1 и ПС2 (показан точечной линией). При необходимости перепринимаемые в УПАСК ОВ команды могут выводиться на его дискретные выходы. При большем числе ответвлений ЛЭП, между которыми требуется передача команд, число промежуточных УПАСК ОВ может быть увеличено.

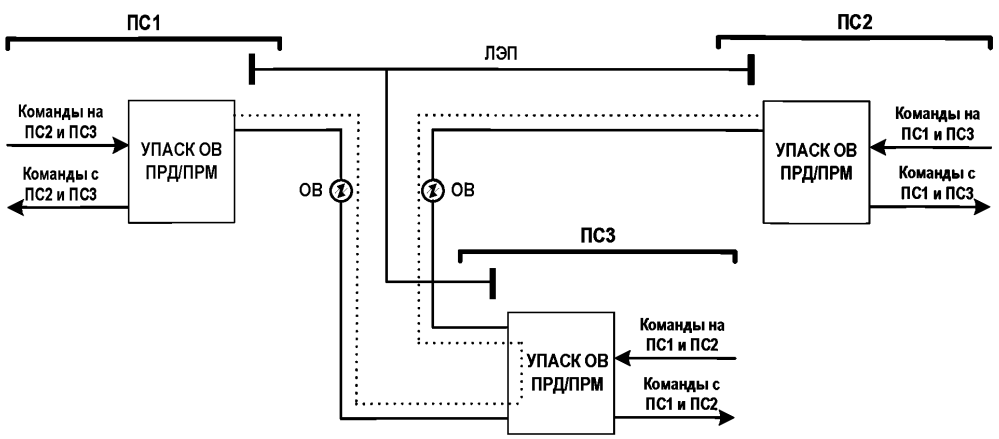

Рисунок 16 – Организация каналов передачи команд РЗ и ПА по выделенным ОВ на ЛЭП с ответвлением с переприемом в промежуточном УПАСК ОВ (схема «точка-многоточка»)

18.6 Типовые решения для организации каналов передачи команд РЗ и ПА с использованием УПАСК ЦС по ЦСС.

18.6.1 Типовое решение для организации каналов передачи команд РЗ и ПА с использованием УПАСК ЦС по ЦСС на ЛЭП без ответвлений приведено на рис. 17.

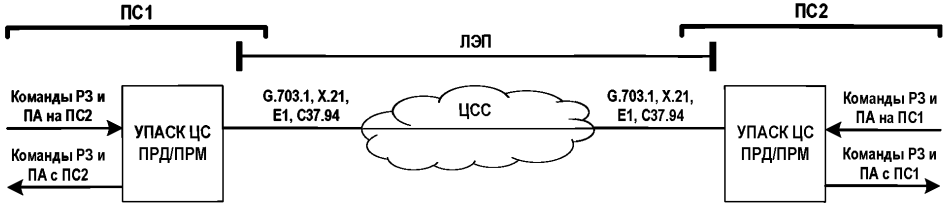

Рисунок 17 – Организация каналов передачи команд РЗ и ПА по ЦСС на ЛЭП без ответвлений

Примечание: Прямое подключение УПАСК ЦС по электрическим интерфейсам требует проектного обоснования. При использовании электрических интерфейсов G.703.1, X.21, E1 мультиплексоров предпочтительным решением является подключение УПАСК ЦС к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ с применением преобразователей оптических интерфейсов в электрические.

18.6.2 Типовое решение для организации каналов передачи команд РЗ и ПА с использованием УПАСК ЦС по ЦСС на ЛЭП с ответвлением приведено на рис. 18 (схема «точка-многоточка»). В данном случае УПАСК ЦС должны иметь два интерфейса для подключения к ЦСС.

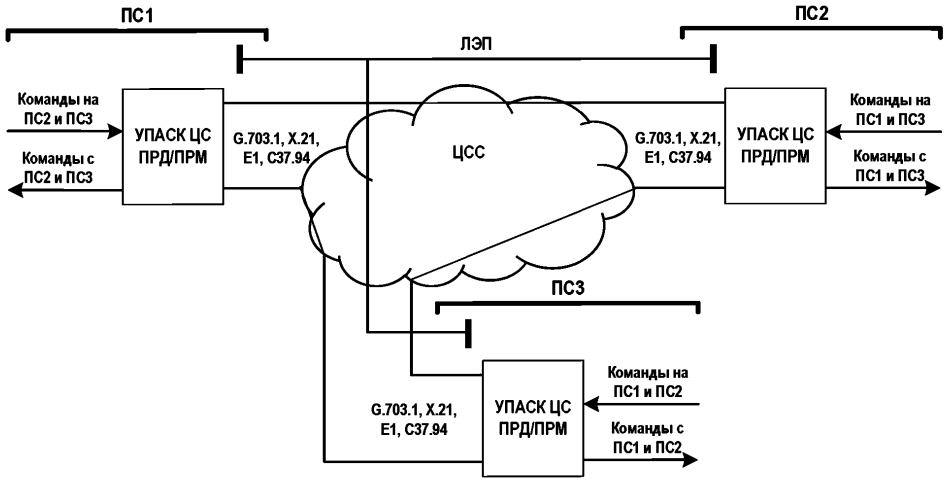

Рисунок 18 – Организация каналов передачи команд РЗ и ПА по ЦСС на ЛЭП с ответвлением (схема «точка-многоточка»)

Примечание: Прямое подключение УПАСК ЦС по электрическим интерфейсам требует проектного обоснования. При использовании электрических интерфейсов G.703.1, X.21, E1 мультиплексоров предпочтительным решением является подключение УПАСК ЦС к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ с применением преобразователей оптических интерфейсов в электрические.

18.6.3 Решение для организации каналов передачи команд РЗ и ПА по ЦСС на ЛЭП с ответвлением, использующее подключение к мультиплексору доступа SDH/PDH по одному интерфейсу E1, приведено на рис. 19. Передача данных с одного интерфейса E1 на несколько объектов осуществляется кросс-коммутацией в мультиплексоре доступа каналов 64 кбит/с. Использование транспортных мультиплексоров SDH и мультиплексоров доступа SDH/PDH с интерфейсами G.703.1, X.21 и C37.94 в данном решении невозможно. Для подключения УПАСК ЦС к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ необходимо использование преобразователей оптических интерфейсов в электрические. Прямое подключение УПАСК ЦС по электрическим интерфейсам E1 требует проектного обоснования.

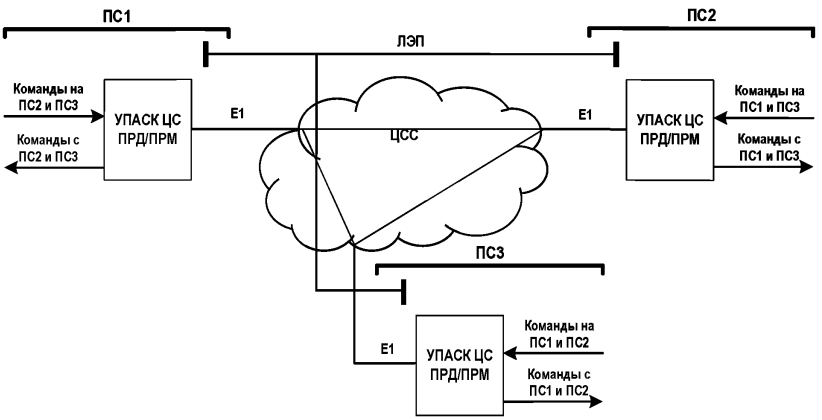

Рисунок 19 – Организация каналов передачи команд РЗ и ПА по ЦСС на ЛЭП с ответвлением при подключении по одному интерфейсу E1 (схема «точка-многоточка»)

18.6.4 При необходимости может быть организовано кольцевое резервирование путей передачи команд РЗ и ПА (кольцевая схема или кольцо). На рис. 20 показаны основной путь (пунктирная линия) и резервный путь (точечная линия) для передачи команд между ПС1 и ПС2 по кольцу. В резервном пути на ПС3 в УПАСК ЦС осуществляется переприем команд. В случае отказа одного из путей (обрыв ОВ между мультиплексорами, выход из строя интерфейса УПАСК ЦС или мультиплексора, обрыв ОВ между УПАСК ЦС и мультиплексором) передача и прием команд продолжается по пути,

оставшемуся работоспособным. Подобным образом организуются основной и резервный пути передачи команд РЗ и ПА между другими ПС. При большем числе ответвлений ЛЭП, между которыми требуется передача команд, число УПАСК ЦС в кольце может быть увеличено. При необходимости переприниматемые в УПАСК ЦС команды могут выводиться на его дискретные выходы. Данные кольцевые схемы могут быть использованы для резервирования путей передачи команд ПА не только на одной ЛЭП, но и в пределах энергосистемы или ее части.

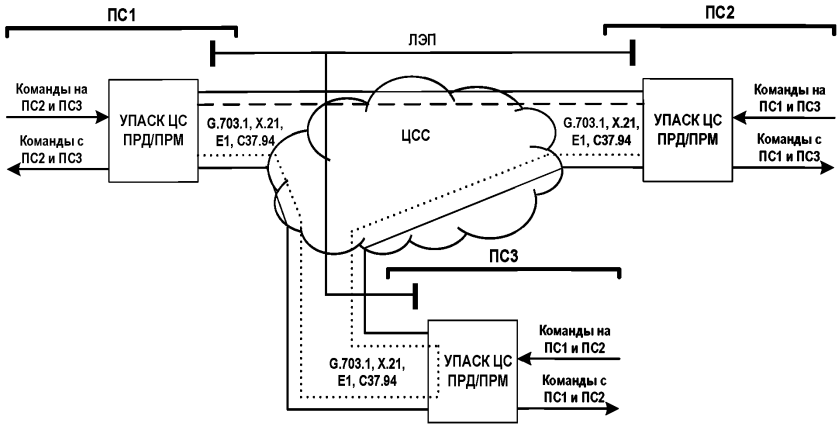

Рисунок 20 – Организация кольцевых схем для резервирования путей передачи команд РЗ и ПА по ЦСС (схема «точка-многоточка»)

Примечание: Прямое подключение УПАСК ЦС по электрическим интерфейсам требует проектного обоснования. При использовании электрических интерфейсов G.703.1, X.21, E1 мультиплексоров предпочтительным решением является подключение УПАСК ЦС к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ с применением преобразователей оптических интерфейсов в электрические.

18.6.5 Для исключения недостатков кольцевых схем «точка-многоточка», которые заключаются в невозможности передачи команд между рядом объектов в случае двойного отказа в кольце, при подключении к мультиплексорам доступа SDH/PDH по интерфейсам E1 могут быть реализованы прямые соединения по ЦСС как для основных, так и для резервных путей передачи команд РЗ и ПА без переприемов в промежуточных УПАСК ЦС. На рис. 21 показаны основной путь (пунктирная линия) и резервный путь (точечная линия) для передачи команд между ПС1 и ПС2. В резервном пути переприем команд в УПАСК ЦС отсутствует. В данном случае по сравнению с решением, приведенным на рис. 20, уменьшается число возможных точек отказа. Подобным образом организуются основной и резервный пути передачи команд РЗ и ПА между другими ПС. Использование транспортных

мультиплексоров SDH и мультиплексоров доступа SDH/PDH с интерфейсами G.703.1, X.21 и C37.94 в данном решении невозможно. Для подключения УПАСК ЦС к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ необходимо использование преобразователей оптических интерфейсов в электрические. Прямое подключение УПАСК ЦС по электрическим интерфейсам Е1 требует проектного обоснования. При большем числе ответвлений ЛЭП, между которыми требуется передача команд, число УПАСК ЦС может быть увеличено. Данные схемы «точка-многоточка» с прямыми соединениями по ЦСС могут быть использованы для резервирования путей передачи команд ПА не только на одной ЛЭП, но и в пределах энергосистемы или ее части.

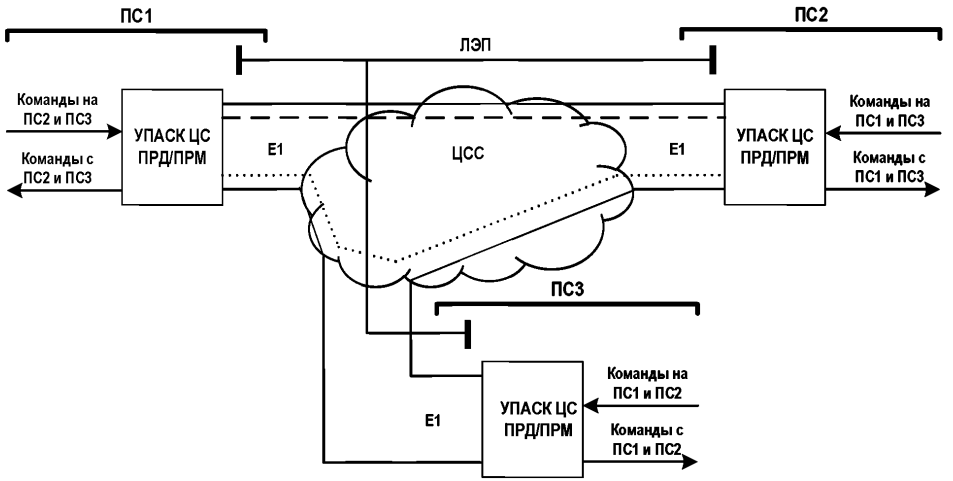

Рисунок 21 – Организация резервирования путей передачи команд РЗ и ПА по ЦСС без переприемов в промежуточных УПАСК ЦС (схема «точка-многоточка»)

19. Проектирование каналов связи для РЗА

19.1 Проектирование ВЧ каналов для РЗА.

19.1.1 Проектирование ВЧ каналов для РЗА должно проводиться согласно действующим нормативно-техническим документам (НТД) ПАО «Россети». Далее приведены пояснения и дополнения к действующим НТД.

19.1.2 При проектировании ВЧ каналов связи для РЗА должна быть приведена схема организации каналов с указанием:

- рабочих частот аппаратуры каналов для РЗА;
- параллельно подключенной аппаратуры при ее наличии;
- при наличии параллельно подключенной аппаратуры схемы прокладки ВЧ кабелей и мест установки РФ с указанием их типа и рабочих частот;

– типа аппаратуры, работающей по соседним фазам ЛЭП, и ее рабочих частот (при ее наличии);

– данных о ВЛ (напряжение, длина, тип опор, тип проводов и их число в фазе, тип проводов грозотросов, схемы и места расположения транспозиций фазных проводов и грозотросов при их наличии, наличие ответвление и место их положения);

– данных о КЛ при их наличии в ВЧ тракте (тип и длины кабелей, места заземления экранов кабелей, схемы и места расположения транспозиций экранов кабелей при их наличии);

– типа и рабочего диапазона ФП;

– емкости КС или ЕТН, к которому подключен ФП;

– типа и полосы заграждения ВЧЗ;

– типа и длины ВЧ кабелей.

19.1.3 При определении уровня широкополосных помех на воздушных линиях (ВЛ) 35 и 110 кВ недопустимо осуществлять расчеты в программе WinNoise, использование которой регламентируется действующими НТД. Уровни широкополосных помех на ВЛ 35 и 110 кВ должны выбираться согласно таблице 2.

При определении уровня широкополосных помех на ВЛ 220 кВ осуществление расчетов в программе WinNoise допустимо.

Если средняя высота прохождения ВЛ выше чем 300 м над уровнем моря, то уровни из таблицы 2 должны быть увеличены согласно формуле

$$p_{\text{пом}} = p_{\text{пом ном}} + H_{\text{ср}}/300 \text{ [дБм]}, \quad (19.1)$$

где $H_{\text{ср}}$ – средняя высота прохождения ВЛ над уровнем моря в метрах.

Таблица 2 – Уровни широкополосных помех в полосе частот 4 кГц

Линейное напряжение ВЛ, кВ	Уровень помехи $p_{\text{пом ном}}$, дБм
35	-39
110	-32
220	-22

19.1.4 При определении уровня широкополосных помех на ВЛ 220 кВ выбирается большая из двух величин:

– уровень помех, определенный из таблицы 2 с учетом частотной поправки по формуле

$$p_{\text{пом}} = p_{\text{пом ном}} - 5\log(f/100) \text{ [дБм]}, \quad (19.2)$$

где f – верхняя рабочая частота ВЧ канала в [кГц];

и, если средняя высота прохождения ВЛ выше чем 300 м над уровнем моря, то по формуле

$$p_{\text{пом}} = p_{\text{пом ном}} - 5\log(f/100) + H_{\text{ср}}/300 \text{ [дБм]}, \quad (19.3)$$

– уровень помех, рассчитанный в программе WinNoise;

19.1.5 Для существующих линий, при наличии для них результатов долговременных статистических измерений, рекомендуется в качестве расчётного принимать среднестатистический уровень помех на данной ВЛ.

19.1.6 Минимальный уровень приема для УПАСК ВЧ определяется по формуле

$$p_{\text{прм мин}} = p_{\text{пом}} + 6 \quad [\text{дБм}], \tag{19.4}$$

где $p_{\text{пом}}$ – уровень широкополосных помех ВЛ в полосе 4 кГц.

Если уровень, определенный по формуле (19.4), меньше порога чувствительности приемника УПАСК ВЧ, то в качестве минимального уровня приема выбирается уровень чувствительности приемника данного УПАСК ВЧ.

19.1.7 Минимальный уровень приема для ВЧПП определяется по формуле

$$p_{\text{прм мин}} = p_{\text{прм мин ном}} + 10\ \log(\Delta f/1{,}4) - K\ \log(f/100) \quad [\text{дБм}], \tag{19.5}$$

где $p_{\text{прм мин ном}}$ – минимальный уровень приема из таблицы 3,

Δf – ширина полосы фильтра приема ВЧПП,

K – частотный коэффициент из таблицы 4.

Таблица 3 – Минимальные уровни приема ВЧПП с шириной полосы фильтра приема 1,4 кГц и рабочей частотой 100 кГц

Защита	Минимальный уровень приема $p_{\text{прм мин ном}}$, для каналов по ВЛ напряжением, кВ		
	35	110	220
ДФЗ	-5	-5	-2
НВЧЗ	-20	-20	-15.5

Таблица 4 – Частотный коэффициент

Напряжение ВЛ, кВ	35	110	220
K	0	0	5

Если уровень, определенный по формуле (19.5), меньше порога чувствительности приемника ВЧПП, то в качестве минимального уровня приема выбирается уровень чувствительности приемника данного ВЧПП.

19.1.8 Перекрываемое ВЧ аппаратурой для РЗА затухание определяется как разность между уровнем передачи сигнала команд или сигнала ВЧ защит и минимальным уровнем приема

$$a_{\text{пер}} = p_{\text{прд}} - p_{\text{прм мин}} \quad [\text{дБ}], \tag{19.6}$$

где $p_{\text{прд}}$ – уровень передаваемого сигнала команды или сигнала ВЧ защит в [дБм],

где $p_{\text{прм минм}}$ – минимальный уровень приема УПАСК ВЧ или ВЧПП в [дБм], определенный по приведенной выше методике.

19.1.9 При расчете затухания ВЧ тракта в программе WinTrakt, использование которой регламентируется действующими НТД, при подключении к ВЛ по оптимальным схемам необходимо производить расчет со

стрелой провиса фазных проводов ВЛ при их наименьших расстояниях до земли, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Наименьшее расстояние до земли фазных проводов ВЛ

Характеристика местности	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ		
	35	110	220
Населенная местность	7	7	8
Ненаселенная местность; районы тундры, степей с почвами, непригодными для земледелия, и пустыни	6	6	7
Труднодоступная местность	5	5	6

Примечание 1: Населенная местность - земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, курортные и пригородные зоны, зеленые зоны вокруг городов и других населенных пунктов, земли поселков городского типа в пределах поселковой черты и сельских населенных пунктов в пределах черты этих пунктов, а также территории садово-огородных участков.

Примечание 2: Труднодоступная местность - местность, недоступная для транспорта и сельскохозяйственных машин.

Примечание 3: Ненаселенная местность - земли, не отнесенные к населенной и труднодоступной местности.

При расчете затухания ВЧ тракта в программе WinTrakt при подключении к ВЛ по неоптимальным схемам необходимо производить расчет со стрелой провиса фазных проводов ВЛ при их наименьших, наибольших и промежуточных расстояниях до земли, т.к. в частотной характеристике затухания ВЧ тракта могут наблюдаться пики затухания, положение которых по частоте зависит от стрелы провиса фазных проводов.

19.1.10 Рассчитанный запас по затуханию определяется как разность между перекрываемым ВЧ аппаратурой затуханием и рассчитанным затуханием ВЧ тракта

$$a_{\text{зап рас}} = a_{\text{пер}} - A_{\text{тр}} \text{ [дБ]}, \quad (19.7)$$

где $a_{\text{пер}}$ – перекрываемое ВЧ аппаратурой для РЗА затухание в [дБ], рассчитанное по приведенной выше методике,

$A_{\text{тр}}$ – затухание ВЧ тракта.

19.1.11 Нормируемый запас по затуханию определяется:

– для каналов ВЧ защит по формуле

$$a_{\text{зап нор}} = 8 + \Delta a_{\text{гол}} \text{ [дБ]}, \quad (19.8)$$

где $\Delta a_{\text{гол}}$ – приращение затухания ВЧ тракта из-за образования на нем гололеда [дБ];

– для каналов УПАСК ВЧ при подключении к ВЛ «фаза-земля» по формуле

$$a_{\text{зап нор}} = 22 + \Delta a_{\text{гол}} \text{ [дБ]}, \quad (19.8)$$

где $\Delta a_{гол}$ – приращение затухания ВЧ тракта из-за образования на нем гололеда [дБ];

– для каналов УПАСК ВЧ при подключении к ВЛ «фаза-фаза» по формуле:

$$a_{зап\ нор} = 8 + \Delta a_{гол}\ \text{[дБ]}, \quad (19.9)$$

где $\Delta a_{гол}$ – приращение затухания ВЧ тракта из-за образования на нем гололеда [дБ].

19.1.12 В проектном решении рассчитанный запас по затуханию $a_{зап\ рас}$ должен быть не меньше нормируемого $a_{зап\ нор}$.

19.1.13 Согласно действующей НТД по проектированию каналов ВЧ связи $\Delta a_{гол}$ определяется при стенке гололеда с вероятностью ее появления 1 раз в 5 лет (таблица 6).

Таблица 6 – Нормативная толщина стенки гололеда

Район по гололеду	Нормативная толщина стенки гололеда, мм	
	1 раз в 5 лет	1 раз в 10 лет
I	5	5
II	5	10
III	10	15
IV	15	20
Особый	20	22

Заказчик может предъявить требование выполнить проектирование ВЧ канала для стенки гололеда с вероятностью его появления 1 раз в 10 лет.

Вычисление приращения затухания из-за гололеда может быть произведено по формуле

$$\Delta a_{гол} = \frac{m_{гол} \log(1+2d_{л}/d_{пр})K_{э}}{1-0{,}38 \log(1+2d_{л}/d_{пр})K_{э}} L_{гол}\ \text{[дБ]}, \quad (19.10)$$

где $K_{э}$ – коэффициент, принимаемый в соответствии с таблицей 7,

$d_{л}$ – толщина стенки гололеда в [мм],

$d_{пр}$ – диаметр провода в [мм],

$m_{гол}$ – коэффициент, определяемый по рис. 22,

$L_{гол}$ – протяженность зоны гололеда в [км].

Таблица 7 – Значение коэффициента $K_{э}$

Число проводов в фазе	1	2	3	4	5
$K_{э}$	1	0,68	0,48	0,39	0,32

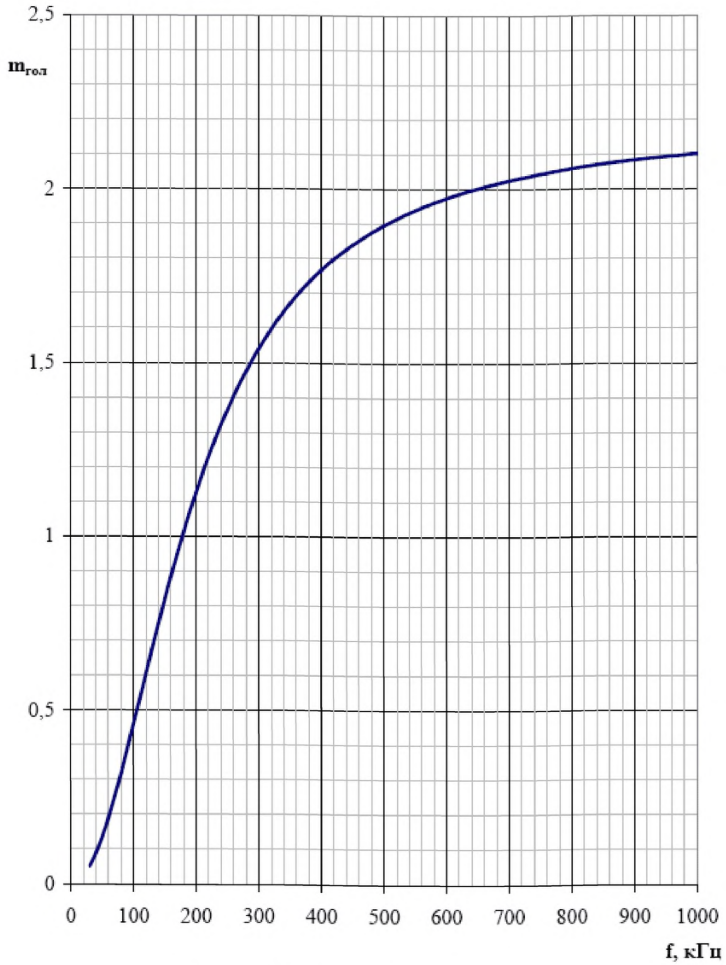

Рисунок 22 – Значение коэффициента $m_{гол}$

Примечание: протяженность зоны гололеда выбирается равной 30 км.

19.1.14 Затухание несогласованности ВЧ тракта может быть определено при проектировании только при использовании точных методик расчета, использующих модальную теорию распространения сигналов, например, программы WinTakt.

19.1.15 При выборе ФП необходимо учитывать характеристическое сопротивление ЛЭП, используемую емкость конденсатора связи (КС) или емкостного трансформатора напряжения (ЕТН). Не допускается применение

ФП на ЛЭП с другим характеристическим сопротивлением или с другим номиналом емкости КС или ЕТН.

19.1.16 При подключении к кабельным линиям электропередачи ее характеристическое сопротивление можно определить по формуле:

$$Z_{\text{кл}} = \frac{138}{\sqrt{\varepsilon_r}} \log\left(\frac{D_э}{D_ж}\right) \text{ [Ом]}, \quad (19.11)$$

где $D_э$ – внутренний диаметр экрана в [мм],

$D_ж$ –диаметр жилы в [мм],

ε_r – диэлектрическая проницаемость внутренней изоляции.

19.1.17 Не допускается использование ФП, в котором со стороны ВЧ кабеля не установлен последовательно конденсатор, ограничивающий ток промышленной частоты в жиле ВЧ кабеля при КЗ на ЛЭП из-за возникающего при этом выноса потенциала.

19.1.18 Вносимое в ВЧ тракт затухание при параллельном подключении ВЧ аппаратуры для РЗА к одному ФП не должно превышать 1 дБ. При этом минимальный разнос частот должен быть не менее следующих величин.

– 12 кГц на частотах ниже 500 кГц и 2,5% от граничной частоты канала на частотах выше 500 кГц;

– 10% от центральной частоты канала при использовании одноконтурных РФ.

19.1.19 Суммарная пиковая мощность огибающей ВЧ передатчиков, подключаемых к одному ФП, не должна быть больше предельно допустимой для ФП. При расчетах следует учитывать, что при определении пиковой мощности необходимо складывать напряжения, а не мощности ВЧ передатчиков. Например, при подключении двух ВЧ передатчиков с одинаковой мощностью пиковая мощность огибающей суммарного сигнала увеличится в 4 раза.

19.1.20 Используемые в ВЧ тракте ВЧ заградители (ВЧЗ) должны вносить затухание не более 2,6 дБ, т.е. активная составляющая их сопротивления должна в 1,43 раза превышать номинальное характеристическое сопротивление ЛЭП.

19.1.21 На всех ответвлениях ЛЭП, не используемых для организации ВЧ каналов для РЗА, должны быть установлены ВЧЗ. Они устанавливаются в месте подключения ответвления к основной линии. Возможна установка ВЧЗ на расстоянии от места ответвления не более

$$L_{\text{допустимое}} = 15/f \text{ [км]}, \quad (19.12)$$

где f – верхняя частота ВЧ канала в [кГц].

Если установка ВЧЗ на указанном выше расстоянии от места ответвления невозможна, то используют ВЧЗ и ФП с КС, включаемые в конце ответвления на ПС. При этом ФП должны быть нагружены со стороны ВЧ кабеля на резистор с сопротивлением 75 Ом и мощностью 100 Вт.

19.2 Проектирование каналов связи для РЗА по выделенным ОВ.

19.2.1 При проектировании каналов связи для РЗА по выделенным ОВ должна быть приведена схема организации каналов с указанием:

– длины и типа ВОК;

– длин волн оптических приемопередатчиков УПАСК ОВ и ДЗЛ;

– типов оптических разъемов приемопередатчиков УПАСК ОВ и ДЗЛ;

– кроссового оборудования и типа его оптических разъемов;

– длины оптических соединительных кабелей;

– типа оптических усилителей и их оптических разъемов, если используются;

– типа оборудования CWDM или DWDM и их оптических разъемов, если используется;

– типа оптических циркуляторов и их оптических разъемов, если используются.

19.2.2 При проектировании волоконно-оптического тракта должен быть выполнен расчет его затухания на рабочей длине волны каналов для УПАСК ОВ или ДЗЛ исходя из километрического затухания используемого оптического волокна, числа сварных соединений и т.д.

19.2.3 Оптический бюджет приемопередатчиков определяется как

$$B = L_{\text{ПРД}} - L_{\text{Ч ПРМ}} \text{ [дБ]}, \quad (19.13)$$

где $L_{\text{ПРД}}$ – уровень оптического сигнала передатчика в [дБм],

$L_{\text{П ПРМ}}$ – уровень чувствительности оптического приемника в [дБм].

19.2.4 Запас по затуханию вычисляется как разность между бюджетом и затуханием оптического тракта

$$M = B - A_{\text{тр}} \text{ [дБ]}, \quad (19.14)$$

где B – оптический бюджет используемых приемопередатчиков в [дБ],

$A_{\text{тр}}$ – рассчитанное затухание оптического тракта в [дБ].

19.2.5 Оптический бюджет приемопередатчиков B, применяемых для организации каналов для УПАСК ОВ и ДЗЛ должен быть больше затухания оптического тракта $A_{\text{тр}}$ не менее чем на величину системного запаса. Рекомендуемый диапазон устанавливаемых значений системного запаса от 2 дБ (наиболее благоприятные условия эксплуатации) до 6 дБ (наихудшие условия эксплуатации).

19.2.6 Задержка, вносимая оптическим трактом, может быть определена по формуле

$$D = L/0{,}2 \text{ [мкс]}, \quad (19.15)$$

где L – длина ВОК в [км].

19.3 Проектирование каналов связи для РЗА по выделенным ЦСС.

19.3.1 При проектировании каналов связи по ЦСС для УПАСК ЦСС и ДЗЛ должна быть приведена схема организации каналов с указанием:

– всех промежуточных мультиплексоров доступа SDH/PDH и транспортных мультиплексоров SDH, используемых для организации канала;

– типа цифровых интерфейсов и разъемов для подключения УПАСК ЦС и ДЗЛ;

– длины и типа всех кабелей, используемых для подключения УПАСК ЦС и ДЗЛ;

– типа преобразователей оптических интерфейсов в электрические при их наличии,

– кроссового оборудования и типа его оптических разъемов, если используется;

– скорости передачи данных на интерфейсах, используемых для подключения УПАСК ЦС и ДЗЛ к ЦСС.

19.3.2 Должна быть приведена величина задержки в канале связи по ЦСС для УПАСК ЦСС и ДЗЛ с учетом переприемов в оконечных и промежуточных мультиплексорах, задержки оптического сигнала в ВОК.

19.3.3 Для ДЗЛ должна быть указана асимметрия задержки в канале.

19.3.4 При подключении к оборудованию ЦСС по многомодовым ОВ должны быть использованы оптические приемопередатчики с бюджетом не менее 9 дБ, что обеспечит системный запас 2 дБ на длине волны 850 нм при длине многомодового ВОК протяженностью 2 км.

20. Эксплуатация и мониторинг каналов связи и оборудования РЗА

20.1 Мониторинг каналов для РЗА может осуществляться локально визуальным контролем светодиодов и ламп сигнализации на оборудовании и/или дистанционно/удаленно по сигналам, выдаваемым в соответствии с данным стандартом в АСУ ТП.

20.2 Техническое обслуживание (ТО) ВЧ каналов для РЗА.

20.2.1 Техническое обслуживание каналов ВЧ защит и УПАСК ВЧ должно проводиться согласно действующим НТД ПАО «Россети».

20.2.2 Печень приборов, необходимых для проведения ТО ВЧ каналов приведен, в приложении А.

20.2.3 При ТО ВЧПП и УПАСК ВЧ для проверки ВЧ трактов в полосе частот канала должны быть измерены:

– частотная характеристика рабочего затухания ВЧ тракта,

– уровень помех в ВЧ тракте,

– затухание несогласованности ВЧ тракта при нагрузке всех удаленных концов на сопротивление 75 Ом.

Примечание 1: Для каналов УПАСК ВЧ частотная характеристика рабочего затухание ВЧ тракта может быть измерена только в направлении от передатчика к приемнику. Для каналов ВЧПП частотная характеристика рабочего затухание ВЧ тракта должна быть измерена в обоих направлениях.

Примечание 2: Измерение рабочего затухания и затухания несогласованности ВЧ тракта должны быть проведены с шагом не более 1 кГц.

При несоответствии рабочего затухания и затухания несогласованности требуемым значениям должны быть проверены:

– ВЧ кабели,

– РФ, если они установлены,

– ФП,

– ВЧЗ (в том числе ВЧЗ на ответвлениях ЛЭП, если они установлены);

– КС или ЕТН, к которым подключены ФП.

Примечание: плановое ТО ВЧ кабелей, РФ, ФП, ВЧЗ и КС/ЕТН должно проводиться с периодичностью, указанной в действующих НТД ПАО «Россети».

20.2.4 С помощью магазина затухания должен быть проверен запас по затуханию в ВЧ канале.

20.2.5 В ВЧПП и УПАСК ВЧ должно быть проверено отсутствие сигнализаций неисправности и предупреждения.

20.2.6 В ВЧПП должна быть проведена проверка работы АПК.

20.2.7 В УПАСК ВЧ должно быть проконтролировано прохождение команд РЗ и ПА подачей напряжения опертока на дискретные входы команд.

20.3 ТО каналов связи для УПАСК ОВ и ДЗЛ по выделенным ОВ.

20.3.1 Перечень приборов, необходимых для проведения ТО каналов по выделенным ОВ, приведен в приложении Б.

20.3.2 При ТО каналов по выделенным ОВ должно быть измерено затухание оптического тракта и уровни передаваемых и принимаемых устройствами сигналов.

20.3.3 По встроенным средствам мониторинга каналов в УПАСК ОВ и ДЗЛ должно быть проверено отсутствие ошибок в цифровом канале как минимум в течение 15 минут (просмотрен журнал событий на предмет наличия кратковременных неисправностей канала связи).

20.3.4 С помощью оптического аттенюатора должен быть проверен системный запас.

20.3.5 В ДЗЛ и УПАСК ОВ должно быть проверено отсутствие сигнализаций неисправности и предупреждения.

20.3.6 В УПАСК ОВ должно быть проверено прохождение команд РЗ и ПА подачей напряжения опертока на дискретные входы команд.

20.3.7 Если ДЗЛ или УПАСК ОВ имеют два линейных интерфейса для работы по основному и резервному каналу, то должно быть произведено прерывание основного канала и проверен успешный переход на резервный канал. Так же должен быть проверен успешный переход на основной канал при его восстановлении и последующем за ним прерывании резервного канала.

20.4 ТО каналов связи для УПАСК ЦС и ДЗЛ по ЦСС.

20.4.1 Перечень приборов, необходимых для проведения ТО каналов по ЦСС, приведен в приложении В.

20.4.2 При ТО каналов по ЦСС, в которых подключение УПАСК ЦС и ДЗЛ к оборудованию ЦСС осуществляется по многомодовым ОВ, должны быть измерены их затухание, уровни передаваемых и принимаемых устройствами сигналов и с помощью оптического аттенюатора проверен системный запас.

20.4.3 При новом включении проверка канала ДЗЛ и УПАСК ЦС производится в два этапа:

– на первом этапе с использованием средств измерений должно быть проверено отсутствие ошибок при передаче псевдослучайной последовательности (ПСП) в канале по ЦСС в течение 15 минут;

– при наличии ошибок на первом этапе должна быть найдена и устранена причина их возникновения, и после этого произведена новая проверка канала с использованием средства измерения в течении 15 минут;

– после успешного прохождения первого этапа на втором этапе в течение одних суток должно быть проверено отсутствие ошибок в канале по ЦСС с использованием встроенных в УПАСК ЦС и ДЗЛ средств мониторинга (просмотрен журнал событий на предмет наличия кратковременных неисправностей канала связи);

– при наличии ошибок на втором этапе должна быть найдена и устранена их причина, и суточные испытания должны быть проведены вновь.

20.4.4 При плановом и внеплановом ТО: по встроенным средствам мониторинга каналов в УПАСК ЦС и ДЗЛ проверено отсутствие битовых ошибок в цифровом канале.

– по встроенным в УПАСК ЦС и ДЗЛ средствам мониторинга каналов должно быть проверено отсутствие ошибок в цифровом канале (просмотрен журнал событий на предмет наличия кратковременных неисправностей канала связи как минимум в течение последних суток);

– при наличии ошибок, выявленных встроенными в УПАСК ЦС и ДЗЛ средствами мониторинга, должна быть найдена и устранена причина их возникновения, и после этого произведена проверка в объеме нового включения согласно п. 20.4.3.

20.4.5 В ДЗЛ и УПАСК ЦС должно быть проверено отсутствие сигнализаций неисправности и предупреждения.

20.4.6 В УПАСК ЦС должно быть проверено прохождение команд РЗ и ПА подачей напряжения опертока на дискретные входы команд.

20.4.7 Если ДЗЛ или УПАСК ЦС имеют два линейных интерфейса для работы по основному и резервному каналу, то должно быть произведено прерывание основного канала и проверен успешный переход на резервный канал. Так же должен быть проверен успешный переход на основной канал при его восстановлении и последующем за ним прерывании резервного канала.

21. Требования по информационной безопасности каналов для РЗА

Каналы для РЗА должны организовываться с учетом выполнения требований Федерального закона от 26.07.2017 N 187-ФЗ [27] и распоряжения ПАО «Россети» от 01.04.2016 № 140р [28].

Аппаратура, используемая при построении каналов связи для РЗА должна соответствовать требованиям, установленным действующими нормативными документами ПАО «Россети» по информационной безопасности [29].

Оборудование каналов для РЗА, поставляемое и эксплуатируемое на объектах электросетевого комплекса, должно обладать встроенными

средствами защиты информации (ВСЗИ). Изготовитель оборудования обязан подтвердить соответствие ВСЗИ в форме сертификации указанного оборудования и/или программного обеспечения в системе сертификации ФСТЭК России на соответствие:

– заданию по безопасности, разработанному с учетом требований ПАО «Россети»;

– требованиям руководящего документа Гостехкомиссии России «Защита от несанкционированного доступа к информации. Часть 1. Программное обеспечение средств защиты информации. Классификация по уровню контроля отсутствия недекларированных возможностей» по 4 уровню контроля.

Приложение А

Список приборов для проведения ТО ВЧ трактов:

1. Генератор синусоидальных сигналов

- Диапазон частот
  нижняя граница: не более 16 кГц;
  верхняя граница: не менее 1000 кГц;
- Погрешность установки частоты: не более $\pm 2 \times 10^{-6}$;
- Уровень выходного сигнала: не менее 10 дБм;
- Погрешность формирования уровня: не более ±0,2 дБ;
- Тип выхода: несимметричный (коаксиальный);
- Номинальное выходное сопротивление: 75 Ом и нулевое (не более 3 Ом).

2. Избирательный измеритель уровня

- Диапазон частот
  нижняя граница: не более 16 кГц;
  верхняя граница: не менее 1000 кГц;
- Погрешность установки частоты: не более $\pm 2 \times 10^{-6}$;
- Диапазон измерения уровня
  нижняя граница: не более -50 дБм;
  верхняя граница: не менее 30 дБм;
- Погрешность измерения уровня: не более ±0,2 дБ;
- Тип детектора: детектор среднеквадратичных значений;
- Избирательность
  широкополосные изменения;
  узкополосные измерения полоса не более 25 Гц;
- Возможность усреднения результатов измерений;
- Тип входа: несимметричный (коаксиальный);
- Номинальное выходное сопротивление: 75 Ом и высокое (не менее 10 кОм).

3. Измеритель затухания несогласованности

- Диапазон частот
  нижняя граница: не более 16 кГц;
  верхняя граница: не менее 1000 кГц;
- Диапазон измерения затухания несогласованности
  нижняя граница: не более 4 дБм;
  верхняя граница: не менее 30 дБм;
- Тип измерительного входа: несимметричный (коаксиальный).

4. Магазин затухания

- Диапазон частот
  нижняя граница: не более 16 кГц;
  верхняя граница: не менее 1000 кГц;
- Устанавливаемое рабочее затухание
  нижняя граница: 0 дБ;
  верхняя граница: не менее 50 дБ;
  шаг установки: не более 1 дБ;
- Точность установки затухания: не более ±0,2 дБ;
- Тип входа и выхода: несимметричный (коаксиальный);
- Номинальное сопротивление входа и выхода: 75 Ом;
- Затухание несогласованности входа и выхода по отношению к 75 Ом: не менее 30 дБ;
- Допустимое длительно воздействующее напряжение ВЧ сигнала на входе и выходе: 50 В, действующее.

5. Цифровой осциллограф

- Число каналов: не менее 2;
- Полоса пропускания: не менее 50 МГц;
- Максимальная частота дискретизации: не менее 1 ГГц/с;
- Длина записи: не менее 500 мс;
- Число записей в памяти: не менее 30.

Приложение Б

Список приборов для проведения ТО каналов по выделенным ОВ:

1. Источник оптического излучения

- Длины волн:	850, 1310 и 1550 нм;
- Погрешность длины волны:	±20 нм;
- Уровень оптического излучения:	не менее -10 дБм;
- Стабильность уровня в течение 15 минут:	не более 0,2 дБ.

2. Измеритель уровня оптических сигналов

- Диапазон длин волн	
нижняя граница:	не более 800 нм;
верхняя граница:	не менее 1600 нм;
Калиброванные длины волн:	850, 1310 и 1550 нм;
- Диапазон измерения уровней	
нижняя граница:	не более -50 дБм;
верхняя граница:	не менее 5 дБм;
- Погрешность измерения уровня:	не более 0,2 дБ.

3. Регулируемый оптический аттенюатор

- Диапазон длин волн	
нижняя граница:	не более 800 нм;
верхняя граница:	не менее 1600 нм;
- Калиброванные длины волн:	850, 1310 и 1550 нм;
- Устанавливаемое затухание	
нижняя граница:	2 дБ;
верхняя граница:	не менее 60 дБ;
шаг установки:	не более 0,1 дБ;
- Погрешность установки затухания	не более 1 дБ;
- Затухание несогласованности входов/выходов:	не менее 30 дБ.

Приложение В

Список приборов для проведения ТО каналов по ЦСС:

1. Измеритель цифровых каналов

- Синхронные цифровые интерфейсы:	G.703.1 (сонаправленный; скорость 64 кбит/с); X.21 (скорость Nx64 кбит/с, N=1-31); E1 (G.703, G704; скорость Nx64 кбит/с, N=1-31); C37.94 (скорость Nx64 кбит/с, N=1-12);
битовые последовательности:	псевдослучайные и задаваемые пользователем;
обнаружение и измерение ошибок согласно	G.821, G.826, M.2100;
- Интерфейс Ethernet:	10, 100 и 1000 Мбит/с;
проверки согласно	RFC 2544.

2. Источник оптического излучения

- Длины волн:	850, 1310 и 1550 нм;
- Погрешность длины волны:	±20 нм;
- Уровень оптического излучения:	не менее -10 дБм;
- Стабильность уровня в течение 15 минут:	не более 0,2 дБ.

3. Измеритель уровня оптических сигналов

- Диапазон длин волн	
нижняя граница:	не более 800 нм;
верхняя граница:	не менее 1600 нм;
Калиброванные длины волн:	850, 1310 и 1550 нм;
- Диапазон измерения уровней	
нижняя граница:	не более -50 дБм;
верхняя граница:	не менее 5 дБм;
- Погрешность измерения уровня:	не более 0,2 дБ.

4. Регулируемый оптический аттенюатор

- Диапазон длин волн	
нижняя граница:	не более 800 нм;
верхняя граница:	не менее 1600 нм;
- Калиброванные длины волн:	850, 1310 и 1550 нм;
- Устанавливаемое затухание	
нижняя граница:	2 дБ;
верхняя граница:	не менее 60 дБ;
шаг установки:	не более 0,1 дБ;
- Погрешность установки затухания	не более 1 дБ;
- Затухание несогласованности входов/выходов:	не менее 30 дБ.

Библиография

1. Концепция развития релейной защиты и автоматики электросетевого комплекса (приложение 1 к протоколу Правления ОАО «Россети» от 22.06.2015 № 356пр).

2. Положение ПАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе. Утверждено Советом директоров ПАО «Россети», протокол от 22.02.2017 № 252.

3. Политика инновационного развития, энергосбережения и повышения энергетической эффективности ОАО «Россети». Утверждена Советом директоров ОАО «Россети», протокол № 150 от 23.04.2014.

4. СТО 59012820.29.240.001-2011 Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования.

5. СТО 59012820.29.020.002-2012 Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и организации эксплуатации.

6. РД 34.35.310-97 Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем.

7. Общие требования к системам противоаварийной и режимной автоматики, релейной защиты и автоматики, телеметрической информации, технологической связи в ЕЭС России. Приложение 1 к приказу ОАО РАО «ЕЭС России» № 57 от 11.02.2008.

8. СТО 56947007-29.120.70.042-2010 Требования к шкафам управления и РЗА с микропроцессорными устройствами.

9. СТО 56947007-29.240.10.248-2017 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС).

10. СТО 59012820.29.020.009-2016 Релейная защита и автоматика. Автоматизированный сбор, хранение и передача в диспетчерские центры АО «СО ЕЭС» информации об аварийных событиях с объектов электроэнергетики, оснащенных цифровыми устройствами регистрации аварийных событий. Нормы и требования.

11. СТО 56947007-33.060.40.045-2010 Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по линиям электропередачи 35, 110, 220, 330, 500 и 750 кВ

12. СТО 56947007-33.060.40.108-2011 Нормы проектирования систем ВЧ связи.

13. СТО 56947007-33.060.40.125-2012 Общие технические требования к устройствам обработки и присоединения каналов ВЧ связи по ВЛ 35-750 кВ.

14. СТО 56947007-33.060.40.134-2012 Типовые технические решения по системам ВЧ связи.

15. СТО 56947007-33.060.40.177-2014 Технологическая связь. Типовые технические требования к аппаратуре высокочастотной связи по линиям электропередачи.

16. СТО 34.01-4.1-004-2018 ВЧ аппаратура для РЗА. Технические требования к ВЧ аппаратуре разных производителей для обеспечения совместной работы в одном ВЧ канале.

17. СТО 56947007-33.060.40.178-2014 Технологическая связь. Руководство по эксплуатации каналов высокочастотной связи по линиям электропередачи 35-750 кВ.

18. СТО 56947007-33.180.10.239-2016 Технологическая связь. Типовые технические требования. Аппаратура цифровых систем передачи информации по волоконно-оптическому кабелю синхронной (SDH) и плезиохронной цифровой иерархии (PDH), оптического спектрального уплотнения (WDM).

19. СТО 56947007-33.180.10.185-2014 Технологическая связь. Правила проведения технического надзора за проектированием и строительством волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше.

20. Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей. Приказ Минсвязи России от 10.08.1996 № 92.

21. Руководящий технический материал по построению тактовой сетевой синхронизации на цифровой сети связи Российской Федерации. Решение ГКЭС России от 01.11.1995 № 13.

22. РД 45.047-99 Линии передачи волоконно-оптические на магистральной и внутризоновых первичных сетях ВСС России. Техническая эксплуатация. Руководящий технический материал.

23. Правила применения приемо-передающих устройств для волоконно-оптических и атмосферных оптических линий передачи. Приказ Мининформсвязи России от 27.02.2007 N 23.

24. СТО 56947007-33.180.10.211-2016 Технологическая связь. Типовые технические решения по организации системы мониторинга состояния оптических волокон ВОЛС-ВЛ.

25. СТО 56947007-33.180.10.172-2014 Технологическая связь. Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше.

26. 59012820.29.020.004-2018 Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика. Нормы и требования.

27. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации. Федеральный закон от 26.07.2017 N 187-ФЗ.

28. Минимально необходимые организационные и технические требования к обеспечению информационной безопасности АСТУ, используемых для функционирования электросетевого комплекса. Приложение 1 к распоряжению ПАО «Россети» от 01.04.2016 № 140р (в редакции распоряжений ПАО «Россети» от 27.04.2016 № 178р, от 08.02.2019 № 70р).

29. Требования к встроенным средствам защиты информации автоматизированных систем технологического управления электросетевого комплекса группы компаний «Россети». Приложение 1 к распоряжению ПАО «Россети» № 282р от 30.05.2017.

30. IEC 60834-1. Teleprotection equipment of power systems – Performance and testing – Part 1: Command systems (Каналообразующее оборудование для РЗА энергосистем – Характеристики и тестирование – Часть 1: Системы передачи команд).

31. IEEE Std C37.94. IEEE Standard for N Times 64 Kilobit Per Second Optical Fiber Interfaces Between Teleprotection and Multiplexer Equipment (Стандарт IEEE для оптических интерфейсов Nx64 кбит/с между каналообразующим оборудованием для РЗА и мультиплексирующим оборудованием).

32. ITU-T Recommendation X.21 (09/92). Interface between data terminal equipment and data circuit-terminating equipment for synchronous operation on public data networks (Синхронный интерфейс между оконечным оборудованием данных и оборудованием передачи данных в сетях общего пользования).

33. ITU-T Recommendation G.703 (11/2001). Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces (Физические/электрические характеристики интерфейсов цифровой иерархии).

34. ITU-T Recommendation G.703 (10/98). Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels (Структуры синхронных циклов, используемых на уровнях иерархии 1544, 6312, 2048, 8448 и 44736 кбит/с).

35. ITU-T Recommendation G.775 (10/98), Loss of Signal (LOS), Alarm Indication Signal (AIS) and Remote Defect Indication (RDI) defect detection and clearance criteria for PDH signals (Критерии установления и снятия сигнализации потери сигнала (LOS), сигнала индикации аварии (AIS) и индикации удаленного дефекта для PDH).

36. ITU-T Recommendation G.821 (12/2002), Error performance of an international digital connection operating at a bit rate below the primary rate and forming part of an Integrated Services Digital Network (Показатели ошибок международного цифрового соединения, работающего со скоростью передачи ниже базовой скорости и являющейся частью цифровой сети с интегрированными услугами).

37. ITU-T Recommendation G.826 (12/2002), End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections (Параметры и требования к ошибками международных каналов с постоянным соединением и заданной скоростью передачи данных).

38. ITU-T Recommendation G.826 (04/2003), Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international multi-operator PDH paths and connections (Предельные параметры при вводе в эксплуатацию и обслуживании международных PDH трактов и соединений, включающих большое число операторов связи).

39. RFC 2544. Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices (Методология тестирования производительности входящих в состав сети устройств).

40. IEEE 802.3. IEEE Standard for Ethernet (Стандарт IEEE для Ethernet).

41. CIGRE WG D2.35. Technical Brochure. Scalable Communication Transport Solutions over Optical Networks (Техническая брошюра рабочей группы D2.35 СИГРЭ. Масштабируемые решения для транспортных коммуникаций по оптическим сетям).

42. СТО 34.01-21-004-2019 «Цифровой питающий центр. Требования к технологическому проектированию цифровых подстанций напряжением 110-220 кВ и узловых цифровых подстанций напряжением 35 кВ».

43. СТО 34.01-21-005-2019 «Цифровая электрическая сеть. Требования к проектированию цифровых распределительных электрических сетей 0,4-220 кВ».

gost.e-ecolog.ru