ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОССИЙСКИЕ СЕТИ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ПАО «РОССЕТИ»

СТО 34.01-9.1-002-2018

ОБОРУДОВАНИЕ ВЧ-СВЯЗИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ ПО СЕТЯМ НИЗКОГО И СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Общие технические требования

Стандарт организации

Дата введения: 22.08.2018

ПАО «Россети»

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2012.

Сведения о стандарте организации

1 РАЗРАБОТАН:

АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

2 ВНЕСЕН:

Департаментом по работе с производителями оборудования ПАО «Россети»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ

Распоряжением ПАО «Россети» от 22.08.2018 № 370р

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в ПАО «Россети» согласно контактам, указанным на официальном информационном ресурсе, или по электронной почте gost.e-ecolog.ru

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен 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 организации необходимо уведомить ПАО «Россети».

Содержание

1. Область применения 4
2. Нормативные ссылки 4
3. Термины и определения, обозначения и сокращения 6
3.1. Термины и определения 6
3.2. Обозначения и сокращения 8
4. Общие требования к оборудованию 9
4.1. Устойчивость к климатическим воздействиям при эксплуатации 9
4.2. Стойкость к механическим воздействиям 9
4.3. Электропитание 10
4.4. Электрическая прочность изоляции 10
4.5. Электробезопасность 11
4.6. Пожаробезопасность 11
4.7. Электромагнитная совместимость 11
4.8. Надежность 17
4.9. Требования к конструкции 18
4.10. Требования к параметрам приемо-передающих трактов оборудования 18
5. Функциональные требования к оборудованию 19
5.1. Физический уровень 19
6. Методика проверки выполнения требований 27
6.1. Проверка общих требований к оборудованию 27
6.2. Проверка функциональных требований к оборудованию 27
6.3. Физический уровень 27
6.4. MAC уровень 28
6.5. CSMA/CA 28
6.6. Доступ с разделением по частотам 28
6.7. «Запрос – ответ» 28
6.8. Потоковая передача 28
6.9. Сетевой уровень 28
6.10. Регистрация новых узлов 28
6.11. Синхронизация времени 29
6.12. Анализ топологии сети, поиск маршрутов 29
6.13. Опрос информации от удаленных узлов 29
6.14. Регистрация событий 29
6.15. Уровень приложения 29
6.16. Управление сетью 29
6.17. Сквозной канал 29
6.18. Специальные приложения 30
7. Библиография 30

1. Область применения

Требования настоящего Стандарта организации (СТО) распространяются на оборудование уплотнения каналов высокочастотной (ВЧ) связи по линиям электропередачи низкого и среднего напряжения.

Оборудование предназначено для передачи в номинальной полосе частот нескольких видов информации - речь, телемеханика, данные.

Настоящий Стандарт устанавливает общие требования к оборудованию ВЧ-связи для передачи сигналов/команд по распределительной сети низкого (до 1 кВ) и среднего (6-20 кВ и 35 кВ) напряжения.

2. Нормативные ссылки

В настоящем Стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 17516.1-90 - Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 23216-78 - Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ Р МЭК 51179-98 - Устройства и системы телемеханики.

ГОСТ 12.2.007.0-75 - Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ Р МЭК 60950-1-2014 - Оборудование информационных технологий. Требования безопасности.

ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 30336-95 (МЭК 1000-4-9-93) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний (аутентичен ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93))

ГОСТ Р 50652-94 (МЭК 1000-4-10-93) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51525-99 (МЭК 60255-22-2-96) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость измерительных реле и устройств защиты к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ IEC 61000-4-12-2016 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-12. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к звенящей волне

ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам,

наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц. Требования и методы испытаний.

ГОСТ IEC 61000-4-29-2016 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-29. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к провалам напряжения, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения на входном порте электропитания постоянного тока.

ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к пульсациям напряжения электропитания постоянного тока. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.28-2000 (МЭК 61000-4-28-99) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к изменениям частоты питающего напряжения. Требования и методы испытаний.

ГОСТ 30804.4.13-2013 (IEC 61000-4-13:2002) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к искажениям синусоидальности напряжения электропитания, включая передачу сигналов по электрическим сетям. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебаниям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.

ГОСТ 32137-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний.

ГОСТ 30805.22-2013 (CISPR 22:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений.

ГОСТ Р МЭК 60605-6-2007. Надежность в технике. Критерии проверки постоянства интенсивности отказов и параметра потока отказов.

ГОСТ Р 50779.30-95 Статистические методы. Приемочный контроль качества. Общие требования.

ГОСТ 14255-69 (СТ СЭВ 592-77) МЭК 144 (1963) Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Оболочки. Степени защиты (с Изменениями N 1, 2).

ГОСТ Р 51317.3.8-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Передача сигналов по низковольтным электрическим сетям. Уровни сигналов, полосы частот и нормы электромагнитных помех.

СТО 70238424.17.220.20.005-2011 Системы связи для сбора и передачи информации в электроэнергетике. Условия создания. Нормы и требования.

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.

Примечание:

При пользовании настоящим Стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил и/или классификаторов) в информационной системе общего пользования - на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Сведения о действии сводов правил можно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3. Термины и определения, обозначения и сокращения

3.1. Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

Амплитудная модуляция: вид модуляции, при которой изменяемым параметром несущего сигнала является его амплитуда.

Амплитудно-фазовая модуляция: вид модуляции, при котором используется одновременное изменение двух параметров несущего колебания: амплитуды и фазы. Этот метод физического кодирования применяется в случаях большого дефицита ресурсов линии связи и/или при низких скоростях передачи данных (при которых для работы с таким сигналом требуются меньшие вычислительные ресурсы).

Базовая станция: системный комплекс приёмопередающей аппаратуры, осуществляющей централизованное обслуживание группы оконечных абонентских устройств.

Внеполосные излучения: излучения на частотах, непосредственно примыкающих к отведенной полосе частот, обусловленные искажениями модулирующего сигнала и «неидеальностью» характеристик модулятора.

Исполняемый код программы: система команд (набор кодов операций) конкретной вычислительной машины, которая интерпретируется непосредственно процессором или микропрограммами этой вычислительной машины.

Квадратурная амплитудная модуляция: разновидность амплитудной модуляции сигнала, которая представляет собой сумму двух несущих колебаний одной частоты, но сдвинутых по фазе относительно друг друга

на 90° ($\pi/2$ радиан, поэтому «квадратурная»), каждое из которых модулировано по амплитуде своим модулирующим сигналом

Кондуктивная помеха: Электромагнитная помеха, распространяющаяся по проводникам. [ГОСТ 30372—95]

Коэффициент пульсации напряжения (тока): величина, равная отношению наибольшего значения переменной составляющей пульсирующего напряжения (тока) к его постоянной составляющей.

Линии низкого напряжения: линии электропередач напряжением до 1,0 кВ.

Линии среднего напряжения: напряжения 6, 10 и 35 кВ. Это наиболее распространенные напряжения сетей, к которым подключают абонентов, поэтому основной объём работ приходится на этот класс напряжения.

MAC уровень: подуровень канального (второго) уровня модели OSI, согласно стандартам IEEE 802 (группа стандартов семейства IEEE, касающихся локальных вычислительных сетей (LAN) и сетей мегаполисов (MAN).

Наработка на отказ: отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

Нетоковедущая часть устройства: токопроводящая часть электрического оборудования, доступная непосредственному прикосновению, которая обычно не находится под напряжением, но может оказаться под напряжением в случае повреждения

Независимый канал: элементарная часть полосы частот канала.

OFDM символ: суперпозиция сигналов (поднесущих), передаваемых по всем используемым каналам в определенном временном интервале, называемом длительностью OFDM символа.

Пиковое ударное ускорение: наибольшее абсолютное ударное ускорение

Провалы напряжения: внезапное и значительное снижение напряжения (менее 90 % u_{hom}) длительностью от нескольких периодов до нескольких десятков секунд с последующим восстановлением напряжения.

Пульсации напряжения электропитания постоянного тока: параметры постоянного тока. Размах пульсации напряжения (тока) — величина, равная разности между наибольшим и наименьшим значениями пульсирующего напряжения (тока) за определенный интервал времени.

Потоковая передача: специальный режим передачи большого объема информации, например, речи, в виде непрерывного потока.

Программный шлюз: как правило, это программное обеспечение, призванное организовать передачу трафика между разными сетями.

Сигнальное заземление: соединение общего провода цепи передачи сигнала с землей.

Рабочий диапазон: номинальная полоса частот канала.

«Сохраняемость» оборудования: свойство изделия непрерывно сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного в нормативно-технической документации.

Скремблирование: перестановка или перегруппировка данных для повышения безопасности хранящихся данных или эффективности схем защиты от ошибок.

Тело пакета: передаваемые данные.

Топология сети (маршрутная карта): информация о том, каким образом базовая станция может осуществлять обмен пакетами с удаленными узлами.

Узлы-ретрансляторы: устройства, которые принимает сигнал на определенной частоте и передают его на другой.

Фазовая модуляция: один из видов модуляции, при которой фаза несущего колебания управляется информационным сигналом

Энергонезависимая память: запоминающее устройство, сохраняющее записанные в него данные при отсутствии напряжения питания.

3.2. Обозначения и сокращения

В текущем документе используются следующие обозначения и сокращения:

АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическими процессами

АИИС КУЭ - автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии

АИИС ТУЭ - Автоматизированная информационно-измерительная система технического учета электроэнергии

ВЛ - воздушная линия электропередачи

ВН / НН / СН - высшее / низшее / среднее напряжение

ВЧ - высокочастотный

ПТК - программно-технический комплекс

ПУЭ - правила устройства электроустановок

РЗА - релейная защита и автоматика

СНиП - строительные нормы и правила

СТО - стандарт организации

ТМиС - системы телемеханики и связи

ЭМС - электромагнитная совместимость

BFDM - Bi-orthogonal Frequency Division Multiplexing - Би-ортогональное частотно разделяемое мультиплексирование сигналов

CP-OFDM - Cyclic Prefix - OFDM с циклическим префиксом (добавление защитного интервала между соседними OFDM символами)

CSMA - Carrier Sense Multiple Access - Механизм доступа к информационной среде одновременно нескольких абонентов на основе определения наличия несущей

CSMA/CA - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance - Множественный доступ с контролем несущей с предотвращением коллизий

Fast-OFDM - Разновидность OFDM, при которых частотные диапазоны каналов расположены вдвое чаще

IP(31) - степень электрической безопасности корпуса (против частиц

размером более 2,5 мм. и защита от капель воды, падающих вертикально)
LAN - Local Area Network - Локальная сеть
MAC - Media Access Control - Механизм доступа к информационной среде.
N-OFDM - Non-Orthogonal Frequency Division Multiplexing - Мультиплексирование с неортогональным частотным разделением каналов (цифровой метод модуляции, использующий множество близко расположенных, неортогональных по частоте поднесущих)
OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing - Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов
SYNCN - Sync Negative - Синхросимвол преамбулы с отрицательными фазами несущих
SYNCP - Sync Positive - Синхросимвол преамбулы с положительными фазами несущих
UF-OFDM - Universal Filtered OFDM - OFDM с универсальной фильтрацией внеполосных излучений
WAN - Wide Area Network - Глобальная сеть

4. Общие требования к оборудованию

4.1. Устойчивость к климатическим воздействиям при эксплуатации

Оборудование для линий до 35 кВ должно сохранять работоспособность при следующих условиях окружающей среды:

Оборудование должно функционировать в следующих условиях:

- рабочий температурный диапазон: от -25 до +55 °С;
- предельный температурный диапазон: от -40 до +70 °С;
- относительная влажность: не более 95 % при температуре +35 °С;
- атмосферное давление: 84 - 106,7 кПа.

Условия транспортирования и хранения:

- температура окружающего воздуха: от –50 до +70 °С;
- относительная влажность воздуха при 30 °С без конденсации влаги: 5 – 95 %;
- атмосферное давление воздуха: 60 – 106,7 кПа.

Оборудование для линий 35 кВ должно удовлетворять требованиям разделов 4.1 и 4.3 СТО 56947007-33.060.40.177-2014 «Технологическая связь. Типовые технические требования к аппаратуре ВЧ-связи по линиям электропередачи».

4.2. Стойкость к механическим воздействиям

4.2.1. Оборудование должно соответствовать (согласно ГОСТ 17516.1) группе механического воздействия М40 при воздействии одиночных ударов

при пиковом ударном ускорении 3g и длительности действия ударного ускорения 2 – 20 мс (степень жесткости 1), а также после синусоидальной вибрации в диапазоне частот 0,5 – 100 Гц при максимальной амплитуде ускорения 0,25 g (степень жесткости 8).

4.2.2. Оборудование в соответствии с ГОСТ 23216 при транспортировании должно соответствовать классу ОЛ.

4.2.3. Оборудование в соответствии с ГОСТ 17516.1 должно соответствовать требованиям в части сейсмостойкости группе механического исполнения М40 интенсивность землетрясения 9 баллов по MSK-64.

4.2.4. Оборудование в процессе и после механических внешних воздействий должно сохранять полную работоспособность.

4.3. Электропитание

Оборудование должно соответствовать требованиям Стандарта при питании от источников переменного тока, отвечающих следующим нормам:

- номинальное напряжение 220 В;
- допустимые отклонения напряжения от плюс 10 % до минус 15 %;
- номинальная частота 50 Гц;
- допустимые отклонения частоты (±5) %;
- форма синусоидальная, с коэффициентом искажения не более 10 %.

Оборудование для линий среднего напряжения должно быть обеспечено резервированием электропитания от аккумуляторной батареи напряжением 48 В (допускается - 12 В или 24 В) с нулевым временем переключения. Допустимые отклонения напряжения батареи от плюс 10 % до минус 20 %.

4.3.1. Для оборудования, устанавливаемого на подстанциях, допускается резервирование от источника постоянного тока:

- номинальные напряжения 220 В, 110 В, 48 В.
- допустимые отклонения напряжения от плюс 10 % до минус 20 %;
- пульсация не более 10 %;
- помехи, измеренные на входных клеммах блока электропитания оборудования, не должны быть больше 3 мВ псофометрических.

4.4. Электрическая прочность изоляции

Изоляция цепей оборудования относительно корпуса должна выдерживать без повреждений испытательные напряжения в соответствии с Таблицей 1 (ГОСТ Р МЭК 51179):

Таблица 1

Класс напряжения	Цепи	Напряжение промышленной частоты в течение 60 с (кВ эфф)	Импульсное напряжение 1,2/50 мкс (кВ) макс)
VW1	Входные и выходные цепи с напряжением до 60 В	0,5	1

VW2	Цепи питания постоянного тока ниже 60 В	1	2
VW3	Все цепи с напряжением выше 60 В	2,5	5

4.5. Электробезопасность

Оборудование должно соответствовать следующему требованию по электробезопасности (ГОСТ 12.2.007.0): сопротивление между заземляющим болтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью устройства, которая может оказаться под напряжением, должно быть не более 0,1 Ом.

4.6. Пожаробезопасность

4.6.1. Требования к пожаробезопасности должны соответствовать нормам ГОСТ Р МЭК 60950-1.

4.6.2. Пожаробезопасность должна быть обеспечена:

- исключением использования легковоспламеняющихся материалов;
- отсутствием перегревов узлов и деталей оборудования во всех режимах работы и применением средств защиты для отключения в аварийном режиме работы (перегрев, короткое замыкание и др.).

4.7. Электромагнитная совместимость

Оборудование, в зависимости от его назначения, должно работать в соответствии с заданным критерием качества функционирования при различных воздействиях, указанных в Таблице 2.

На рисунке 1 изображены порты оборудования, которые должны быть подвержены испытаниям:

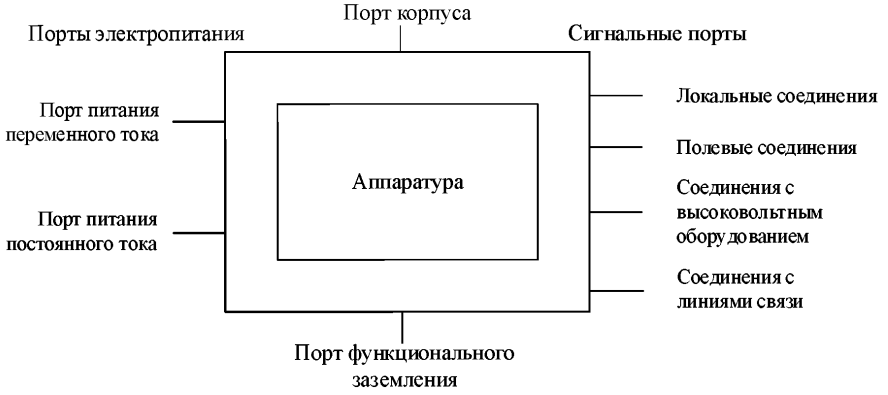


Рис. 1. Порты оборудования для испытаний

Таблица 2 Виды испытаний на помехоустойчивость и помехоэмиссию оборудования и рекомендуемые степени жесткости

I	II	III	IV	V	VI
№ п/п	**Вид испытаний**	**Нормативный документ**	**Степень жесткости испытаний**	**Параметр**	**Примечание**
	Порт корпуса				
1.	На устойчивость к воздействию магнитного поля промышленной частоты	ГОСТ Р 50648 (МЭК 61000-4-8)	5	100 А/м 1000 А/м	длительное воздействие кратко-временное воздействие
2.	На устойчивость к импульсному магнитному полю	ГОСТ Р 50649 (МЭК1000-4-9)	5	1000 А/м	кратко-временное воздействие
3.	Устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю (100 кГц,1 МГц)	ГОСТ Р 50652 (МЭК 1000-4-10)	5	100 А/м	кратко-временное воздействие
4.	На устойчивость к электростатическим разрядам	ГОСТ Р 51317.4.2 (МЭК 61000-4-2) ГОСТ Р 51525 (МЭК 60255-22-2)	4	8 кВ контактный 15 кВ воздушный	кратко-временное воздействие
	Сигнальные порты				
5.	На устойчивость к колебательным затухающим помехам	ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)	Локальное соединение		кратко-временное воздействие
			-	-	
			Полевое соединение		
			3 (для одиночных)	2 кВ («провод-земля») 1 кВ («провод-провод»)	
			2 (для повторяющихся 100 кГц, 1 МГц)	1 кВ «провод – земля» 0,5 кВ «провод – провод»	
			Соединение с высоковольтным оборудованием		

I	II	III	IV	V	VI
			4 (для одиночных)	4 кВ «провод – земля», 2 кВ «провод – провод»	
			3 (для повторяющихся 100 кГц, 1 МГц)	2,5 кВ «провод – земля», 1 кВ «провод – провод»	
			-	-	
			2	1 кВ «провод – земля»	
			1	0,5 кВ «провод – провод»	
			Полевое соединение		
			3	2 кВ «провод – земля»	
			2	1 кВ «провод – провод»	
			Соединение с высоковольтным оборудованием		
			4	4 кВ «провод-земля»	
			3	2 кВ «провод-провод»	
6.	На устойчивость к кондуктивным помехам, в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц	ГОСТ Р 51317.4.6 (МЭК 61000-4-6)	3	10 В	для всех сигнальных портов длительное воздействие
7.	На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц	ГОСТ Р 51317.4.16 (МЭК 61000 - 4-16)	Локальное соединение		

I	II	III	IV	V	VI
			-	-	длительное воздействие
			Полевое соединение		
			4	30 В, 50 Гц 30-3-30 В, 15 Гц – 150 кГц (согласно Таблице 3 ГОСТ Р 51317.4.16)	
				300 ВГц (1 с)	кратко-временное воздействие
			Соединение с высоковольтным оборудованием		
			4	30 В, 50 Гц, 30-3-30 В, 15 Гц – 150 кГц согласно Таблице 3 ГОСТ Р 51317.4.16	длительное воздействие
				300 В, 50 Гц (1 с)	кратко-временное воздействие
	Порты электропитания постоянного тока				
8.	Провалы напряжения	МЭК 61000-4-29	30 % (1с) 60 % (0,1с)		только для входных портов. Кратко-временное воздействие
9.	Прерывания напряжения		100 % (0,5 с)		
10.	На устойчивость к пульсациям напряжения электропитания постоянного тока	ГОСТ Р 51317.4.17 (МЭК 61000-4-17)	3	Не выше 10 %	для всех портов длительное воздействие

I	II	III	IV	V	VI
11.	На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц	ГОСТ Р 51317.4.16 (МЭК 61000-4-16)	4	30 В, 50 Гц 30-3-30 В, 15 Гц – 150 кГц (согласно Таблице 3 ГОСТ Р 51317.4.16) 300 В, 50 Гц	для всех портов длительное воздействие кратко-временное воздействие
12.	На устойчивость к кондуктивным помехам, в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц	ГОСТ Р 51317.4.6 (МЭК 61000-4-6)	3	10 В	для всех портов длительное воздействие
13.	На устойчивость к колебательным затухающим помехам	ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)	4 (для одиночных)	4 кВ «провод – земля», 2 кВ «провод – провод»	для всех портов кратко-временное воздействие
			3 (для повторяющихся 100 кГц, 1 МГц)	2,5 кВ «провод – земля», 1 кВ «провод – провод»	
	Порты электропитания переменного тока				
14.	Провалы напряжения электропитания (при фазовых углах 0, 90, 270 градусов)	ГОСТ Р 51317.4.11 (МЭК61000-4-11)	ΔU 30 % (25 периодов) ΔU 60 % (50 периодов)		требование не применяют для выходных портов переменного тока
15.	Прерывания напряжения электропитания		ΔU 100 % (50 периодов)		
16.	На устойчивость к изменениям частоты питания в сети переменного тока	ГОСТ Р 51317.4.28 (МЭК 61000-4-28)	3	(±3) % (при tр =10 с), +4 % / -6 % (при tр =10 с) и (±15) % (при tр =1 с)	для входных портов кратко-временное воздействие

I	II	III	IV	V	VI
17.	На устойчивость к кондуктивным помехам, в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц	ГОСТ Р 51317.4.6 (МЭК 61000-4-6)	3	10 В	длительное воздействие
18.	На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц	ГОСТ Р 51317.4.16 (МЭК 61000-4-16)	4	30 В, 50 Гц 30-3-30 В, 15 Гц – 150 кГц (согласно Таблице 3 ГОСТ Р 51317.4.16) 300 В (1 с)	длительное воздействие кратко-временное воздействие
19.	На устойчивость к колебательным затухающим помехам (при фазовых углах 0, 90, 270 градусов)	ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12)	4 (для одиночных)	4 кВ «провод – земля», 2 кВ «провод – провод»	кратко-временное воздействие
			3 (для повторяющихся 100 кГц, 1 МГц)	2,5 кВ «провод – земля», 1 кВ «провод – провод»	
20.	Устойчивость к искажениям синусоидальности напряжения электропитания, включая передачу сигналов по электрическим	ГОСТ Р 51317.4.13 (МЭК 61000-4-13)	Класс 3	Не более 12 %	для входных портов длительное воздействие
22.	Устойчивость к колебаниям напряжения электропитания	ГОСТ Р 51317.4.14 (МЭК 61000-4-14)	3	$\Delta U = \pm 0{,}12 U_н$	для входных портов кратковременное воздействие
	Порт функционального заземления				
23.	На устойчивость к кондуктивным помехам, в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц	ГОСТ Р 51317.4.6 (МЭК 61000-4-6)	3	10 В	длительное воздействие

I	II	III	IV	V	VI
24.	На устойчивость к токам кратковременных синусоидальных помех частотой 50 Гц в цепях защитного и сигнального заземления	ГОСТ Р 50746 п. 4.1.2.13	4	200 А	кратко-временное воздействие
	Помехоэмиссия				
25.	Радиопомехи от оборудования	ГОСТ Р 51318.22 (СИСПР 22 – :2006) класс А ГОСТ Р 51318.11 (СИСПР 11:2004) группа 1, класс А	–	Напряжение радиопомех. Квазипиковое значение в диапазоне: (0,15-0,5 МГц) - 79 дБ(мкВ); 0,5-30 МГц -73 дБ (мкВ) Среднее значение в диапазоне: (0,15-0,5 МГц) - 66 дБ(мкВ); (0,5-30 МГц) -60 дБ(мкВ). Квазипиковое значение в диапазоне: (30-230 МГц)- 40 дБ (мкВ/м); (230-1000 МГц)- 47 дБ (мкВ/м)	

4.8. Надежность

Надежность функционирования оборудования должна обеспечиваться (ГОСТ Р МЭК 60605-6):

- автоматической диагностикой аппаратных средств и программного обеспечения;
- технологией замены неисправных модулей;
- современной, не требующей принудительного охлаждения, элементной базой с низким энергопотреблением;

- энергонезависимой памятью для хранения параметров настройки, осциллограмм и исполняемого кода программ.

4.8.1. Средняя наработка на отказ должна быть не менее 120 000 часов при испытаниях оборудования в заводских условиях (ГОСТ Р 50779.30).

4.8.2. Среднее время восстановления оборудования должно быть не более 60 мин. Время на доставку заменяемых блоков и на подготовку к работе измерительных приборов в эту норму не входит.

4.8.3. Средний срок службы оборудования должен быть не менее 20 лет.

4.8.4. Средний срок сохраняемости оборудования до ввода в эксплуатацию должен быть не менее 1,5 лет (за исключением аккумуляторных батарей резервного питания).

4.8.5. Гарантийный срок эксплуатации должен быть не менее 36 месяцев с момента ввода в промышленную (постоянную) эксплуатацию.

4.9. Требования к конструкции

4.9.1. Оборудование может размещаться в шкафах или в корпусах.

4.9.2. Корпус оборудования должен обеспечивать степень защиты не менее IP31 (по ГОСТ 14255). При наличии шкафа функции оболочки переходят к нему.

4.9.3. Шкафы для установки оборудования должны обеспечивать степень защиты не менее:

- Внутри помещений - IP52 D (по ГОСТ 14255),
- При наружной установке - IP 65 (по ГОСТ 14255).

4.9.4. Для оборудования ВЧ-связи по линиям среднего напряжения специальных требований к размерам конструкции не предъявляется. Рекомендуется придерживаться сложившихся традиций по размерам и монтажным элементам применяемого на объектах среднего напряжения технологического оборудования.

4.9.5. Оборудование ВЧ-связи по линиям низкого напряжения должно быть изготовлено в корпусе на DIN-рейку EN 50022. Типовой размер корпуса в соответствии со стандартом DIN 43800-1. Максимальная ширина – не более 9 модулей (157 мм).

4.10. Требования к параметрам приемо-передающих трактов оборудования

- максимальная выходная мощность P_m +46 дБм;
- номинальная выходная мощность аппаратуры должна находиться в пределах от 5 до 40 Вт (37-46 дБм). Конкретное значение номинальной выходной мощности и необходимые пределы ее регулировки определяются в зависимости от условий при проектировании;
- максимально допустимый уровень внеполосных излучений при

номинальной выходной мощности передатчика аппаратуры должен быть не более величин, указанных в Таблице 3:

Таблица 3

Номинальная выходная мощность аппаратуры, $P_{ном}$	**Уровень внеполосных излучений ($P_{внп}$) при отходе от края номинальной полосы частот на полосу Δf, кГц**		
	$0 \le \Delta f \le 4n$	$4n \le \Delta f \le 8n$	$8n \le \Delta f$
(+43) дБм и менее	$P_{внп} \le$ (-14) дБм	$P_{внп} \le$ (-24) дБм	$P_{внп} \le$ (-34) дБм

Примечание: n - число базисных полос в номинальной полосе частот аппаратуры.

• порог чувствительности приемника аппаратуры по уровню КЧ на ВЧ входе аппаратуры должен находиться в пределах между (-26) дБм и (-30) дБм.

5. Функциональные требования к оборудованию

5.1. Физический уровень

5.1.1. Рабочий частотный диапазон

Оборудование должно работать в диапазонах:

• 16…1000 кГц - для линий среднего напряжения (СТО 70238424.17.220.20.005-2011, СТО 56947007-33.060.40.045-2010).

• 3…148,5 кГц – для линий низкого напряжения (ГОСТ Р 51317.3.8-99).

Для оборудования связи по линиям низкого напряжения необходимо предусмотреть возможность обеспечения работоспособности в расширенном частотном диапазоне до 1000 кГц.

При соотношении сигнал/шум больше 27 дБ оборудование должно обеспечивать физическую скорость передачи не менее 6 бит/с на 1 Гц используемой полосы.

5.1.2. Разделение рабочего диапазона на независимые каналы

Задача минимизации ошибок связи, вызванных неравномерностью шумов, затуханий и фазовых искажений на различных частотах, требует организации параллельного потока информационного обмена путем разделения рабочего частотного диапазона на множество узких частотных поддиапазонов (каналов). Для достижения максимальной эффективности при разделении рабочего диапазона на несколько каналов должен применяться метод OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Возможно применение других многочастотных методов мультиплексирования (N-OFDM, Fast-OFDM, CP-OFDM, UF-OFDM, BFDM и другие).

С целью обеспечения совместимости с частотным планом существующего оборудования ВЧ-связи для применяемого на линиях среднего напряжения оборудования необходимо использовать ширину частотного канала, кратную 4 кГц/N.

5.1.2.1. Метод модуляции

Для каждого из подканалов необходимо предусмотреть возможность независимого использования одного из следующих методов модуляции:

- амплитудная модуляция;
- фазовая модуляция;
- амплитудно-фазовая модуляция;
- квадратурная амплитудная модуляция.

Выбор метода и схемы модуляции в каждом подканале должен производиться в динамической зависимости от текущей помеховой обстановки.

Информация об используемом методе и схеме модуляции должна содержаться в заголовке пакета.

5.1.2.2. OFDM символ

OFDM символ - это суперпозиция сигналов (поднесущих), передаваемых по всем используемым каналам в определенном временном интервале, называемом длительностью OFDM символа.

Для уменьшения искажений информации, вызванных влиянием друг на друга соседних по времени символов, необходимо использовать защитные интервалы. Величина защитного интервала должна быть выбрана из ряда: $^1/_{32}$,$^1/_{16}$, $^1/_8$, $^1/_4$ длительности OFDM символа.

OFDM символ с реальными данными должен быть расположен между двумя защитными интервалами. Первый защитный интервал должен содержать хвост сигнала OFDM символа, второй – начало OFDM символа.

Для уменьшения внеполосных излучений в моменты переходов между OFDM символами требуется частичное перекрытие последовательных OFDM символов на половину величины защитного интервала с наложением на область перекрытия весовой оконной функции.

5.1.3. Структура пакета

Пакет должен состоять из 3 частей:

- преамбула,
- заголовок,
- тело пакета (в некоторых случаях – необязательно).

5.1.4. Преамбула

Служит для:

- сигнализации о начале передачи пакета,
- подстройки коэффициента усиления приемника к амплитуде принимаемого сигнала,
- синхронизации приемника с передатчиком пакетов.

Преамбула состоит из последовательности восьми так называемых SYNCP символов и двух так называемых SYNCN символов. Переход между последовательностями SYNCP и SYNCN символов маскируется оконной

функцией. SYNCP символ формируется из синусоид всех используемых несущих частот единичной амплитуды, начальные фазы которых задаются определенным образом. SYNCN символ тождественен SYNCP символу со сдвинутыми на величину π начальными фазами синусоид.

5.1.5. Заголовок

Заголовок должен содержать информацию, необходимую для корректной обработки пакета.

Содержимое заголовка различается для пакетов разного типа.

Заголовок должен быть модулирован наиболее помехоустойчивым методом модуляции.

Необходимо предусмотреть контекстную проверку корректности приема заголовка.

5.1.6. Тело пакета

Тело пакета – это передаваемые данные.

В заголовке пакета присутствует информация о примененных к телу пакета процедурах помехоустойчивого кодирования. В зависимости от связных характеристик среды должна быть обеспечена возможность реализовать следующие операции помехоустойчивого кодирования:

- скремблирование,
- блочное кодирование,
- сверточное кодирование,
- перемежение.

5.2. Доступ к среде передачи информации (MAC уровень)

Необходимо реализовать следующие протоколы доступа к среде передачи:

- CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) — доступ при отсутствии сигнала с разрешением коллизий;
- доступ с разделением по частотам;
- «запрос – ответ» - арбитражный протокол;
- потоковая передача – передача большого объема в виде непрерывного потока.

5.2.1. CSMA/CA

Протокол CSMA/CA предоставляет узлам информационной сети механизм произвольного доступа к среде передачи.

В основе протокола лежит анализ состояние среды и передача узлом информации только в случае, если нет передачи другими узлами сети. Если среда занята, то передача откладывается до ее освобождения.

После освобождения среды узел в течение определенного времени (время ожидания) продолжает слушать среду, анализируя, не началась ли передача

нового пакета другим узлом. Если передача другим узлом началась, то ожидание продолжается.

Величина времени ожидания зависит от типа ожидающего передачи пакета. Время ожидания делится на три непересекающихся последовательных интервала, предназначенных для:

1) подтверждение приема/сообщение об ошибке;
2) отправка срочного / высокоприоритетного пакета;
3) отправка обычного пакета.

Если тип пакета не требует подтверждения приема, то интервал (1) опускается.

Момент начала передачи внутри временного интервала выбирается случайным образом.

5.2.2. Доступ с разделением по частотам

Оборудование должно поддерживать режим работы в нескольких логических частотных поддиапазонах в пределах рабочего частотного диапазона.

Количество логических поддиапазонов в рамках одной физической сети – не менее 16.

Требуется обеспечить логическую независимость работы сети в каждом из поддиапазонов.

5.2.3. Запрос-ответ

5.2.3.1. Описание протокола. Простой алгоритм

Инициатором информационного обмена является базовая станция. Базовая станция передает удаленному узлу пакет с командой. Удаленный узел обрабатывает принятую команду и передает базовой станции пакет с ответом на команду. В случае отсутствия ответа за определенный промежуток времени или приема пакета с ошибкой, команда повторяется, но не более 3 раз. Максимальное время ожидания ответа на команду – 20 OFDM символов.

5.2.3.2. Работа в режиме ретрансляции

При информационном обмене с удаленными узлами, с которыми нет прямой связи, требуется использовать промежуточные узлы-ретрансляторы.

В этом режиме пакет с командой от базовой станции принимается не узлом, которому он предназначается, а узлом-ретранслятором. Узел-ретранслятор подтверждает прием пакета и передает его следующему узлу-ретранслятору по маршруту передачи команды.

Пакет с ответом на команду доставляется по обратному маршруту.

Передача команды через ретрансляторы отличается от команды для узла в «прямой видимости» тем, что суммарное время ожидания ответа увеличивается с учетом времени «движения» пакета с командой и ответного пакета по маршруту, а также с учетом возможных повторов пакетов при возникновении ошибок на промежуточных узлах. Также базовая станция в

ответ на команду может получить ответ от промежуточного ретранслятора, что передача команды невозможна из-за ошибки связи.

5.2.4. Потоковая передача

Потоковая передача – специальный режим передачи большого объема информации, например, речи, в виде непрерывного потока.

Каждый пакет исходной информации формируется и нумеруется тем узлом, где информация генерируется.

Передача по маршруту из нескольких ретрансляторов пакетов в режиме потока выглядит следующим образом:

- передатчик формирует, нумерует и передает новый пакет. Передача начинается сразу же после возникновения паузы в передачах пакетов другими узлами;
- приемник анализирует принятый пакет и сообщает передатчику:
  - ошибка приема пакета;
  - пакет принят успешно.
- при приеме сообщения об ошибке передатчик повторяет пакет;
- если пакет принят успешно, то приемник передает пакет следующему ретранслятору и ждет от него подтверждения приема
- при получении от следующего ретранслятора подтверждения приема приемник передает передатчику команду «жду следующий пакет»;
- при получении команды «жду следующий пакет» передатчик формирует и передает следующий пакет;
- если некоторое время нет ни сообщения об ошибке, ни подтверждения приема, то считается, что пакет не принят, и он повторяется;
- повторные передачи могут осуществляться некоторое время или вплоть до формирования (приема) очередного пакета;
- если приемник повторно принял пакет, который он уже ретранслировал, то он его игнорирует и отправляет передатчику команду «жду следующий пакет».

Если на потоковую передачу выделено более одного частотного диапазона, то пакет со следующим номером передается в другом частотном диапазоне. Диапазоны выбираются циклически.

Ретрансляция, вплоть до базовой станции, пакета определенного номера осуществляется в частотном диапазоне выбранным самым первым передатчиком, который первоначально формирует пакеты.

Для обеспечения устойчивости потоковой передачи (разборчивости речи) эффективная пропускная способность сети, построенной с помощью оборудования ВЧ-связи по линиям 35 кВ, должна составлять не менее 100 кбит/с.

5.3. Сетевой уровень

Необходимо использовать «древовидную» топологию информационной сети. В корне дерева находится базовая станция. Остальные узлы сети являются удаленными.

Базовая станция – мастер сети. Она выполняет следующие функции:

- регистрация новых узлов;
- синхронизация времени;
- анализ топологии сети, поиск маршрутов информационного обмена с удаленными узлами;
- опрос информации от удаленных узлов;
- регистрация событий;
- делегирование узлу функции генератора потоковой информации.

5.3.1. Регистрация в сети

На одной физической сети электропередачи может быть развернуто несколько информационных сетей. Каждая сеть обладает следующими параметрами:

- номер сети;
- используемые частотные диапазоны.

5.3.2. Алгоритм регистрации в сети

Регистрация новых узлов в сети осуществляется по следующему алгоритму:

1) базовая станция передает широковещательный пакет «поиск незарегистрированных узлов»;

2) незарегистрированный узел при приеме пакета «поиск незарегистрированных узлов» отвечает пакетом «запрос регистрации в сети»;

3) при приеме запроса регистрации в сети, базовая станция посылает команду «разрешение регистрации в сети»;

4) при получении разрешения удаленный узел отвечает пакетом «подтверждение регистрации в сети».

5.3.3. Алгоритм удаления из сети

Удаление из сети зарегистрированных узлов из сети осуществляется по следующему алгоритму:

1) базовая станция передает удаленному узлу команду «удаление из сети»;

2) удаленный узел отвечает пакетом «подтверждение удаления из сети».

Если узел долгое время не участвует в информационном обмене, он должен самостоятельно удаляться из сети.

5.3.4. Синхронизация времени

Должна быть реализована процедура синхронизации времени удаленных узлов со временем базовой станции.

5.3.5. Анализ топологии сети

Топология сети (маршрутная карта) – это информация о том, каким образом базовая станция может осуществлять обмен пакетами с удаленными узлами.

В пакетах, передаваемых от базовой станции к удаленным узлам, содержится информация о маршруте – списке промежуточных узлов-ретрансляторов.

Обратный пакет с ответом на команду, в зависимости от того как указано в команде, направляется по тому же маршруту, по заданному маршруту или через основные ретрансляторы.

Маршрутная карта объекта есть только в базовой станции. У удаленных узлов есть только «основной ретранслятор». Основной ретранслятор – это адрес, через который удаленный узел может послать пакет для базовой станции. Этот адрес сообщается узлу при регистрации и может изменяться по команде от базовой станции.

Необходимо предусмотреть возможность внесения изменений в «ручном» режиме в информацию о зарегистрированных узлах и в маршрутную карту сети. Базовая станция при этом должна «сообщить» узлам о внесенных изменениях.

Для передачи пакета, возникшего по инициативе удаленного узла (например, событий), используются «основные ретрансляторы».

Маршрутная карта поддерживается в актуальном состоянии во время опросов удаленных узлов или посредством передачи специальных пакетов, исследующих качество связи между узлами сети.

5.3.6. Опрос удаленных узлов

Конфигурирование и чтение информации от удаленных узлов осуществляется по алгоритму «запрос - ответ». Базовая станция передает команду удаленному узлу, а удаленный узел выполняет команду и возвращает ответ.

В ответе может содержаться как подтверждение выполнения команды, так и запрошенная информация.

Информация приоритизируется по степени важности. Сначала считывается более приоритетная, затем - менее приоритетная информация.

5.3.7. Регистрация событий

Узлы сети имеют возможность при возникновении важных событий по своей инициативе передавать базовой станции пакеты с информацией о событиях.

Разрешение/запрет передачи событийной информации передается узлу в команде от базовой станции.

Информация о событии передается базовой станции по маршруту из «основных ретрансляторов» с использованием CSMA/CA - протокола доступа к среде.

5.3.8. Делегирование узлу функции генератора потоковой информации

Для случая, когда у удаленного узла возникает источник потоковой информации, например, инициируется голосовой канал, существует специальная команда от базовой станции.

По этой команде узлу дается право по собственной инициативе передавать по выделенному маршруту много пакетов. Для этих пакетов существует специальная процедура проверки их целостности и запросов повторной передачи ошибочных пакетов.

5.4. Уровень приложения

Протокол уровня приложения должен решать следующие задачи:

- **Управление сетью**. Контроль работы сети с возможностью вмешательства.
- **Сквозной канал**. Возможность информационного обмена между базовой станцией и любым удаленным узлом пакетами, формат которых не известен.
- **Специальные приложения**. Оптимизация информационного обмена в сети с учетом информации о протоколах, используемых в различных приложениях.

5.4.1. Управление сетью

Протокол управления сетью должен осуществлять:

- конфигурирование
- частоты (рабочие и запрещенные)
- идентификатор сети
- регистрация/удаление узлов
- статистическая информация
- маршрутная карта (чтение и изменение)
- связные характеристики объекта (чтение и команды на измерения)
- трафик (состав информации и распределение по времени)

5.4.2. Сквозной канал

Необходимо реализовать возможность доставки информации в неизменном виде от базовой станции до любого удаленного узла и обратно.

Для пакетов большого размера необходимо предусмотреть процедуры разбиения (на стороне передатчика) на порции оптимального размера для передачи по сети и сборки (на стороне приемника).

5.4.3. Специальные приложения

Поддержка специальных приложений – это обеспечение работы информационной сети в составе автоматизированных информационно-измерительных систем (АИИС):

- АИИС КУЭ, АИИС ТУЭ;
- АСУ ТП;
- многоуровневых систем телемеханики и связи (ТМиС) и др.

Должен быть обеспечен «программный шлюз», который на основе информации о протоколах вышеперечисленных систем и специфики работы сети связи по линиям среднего и низкого напряжения будет оптимизировать информационные потоки.

6. Методика проверки выполнения требований

6.1. Проверка общих требований к оборудованию

Соблюдение общих требований к оборудованию проверяется по методикам, отраженным в соответствующих ГОСТах.

6.2. Проверка функциональных требований к оборудованию

Для проверки функциональных требований используется специализированное оборудование:

- анализатор канала - специализированное управляемое от ПК оборудование со следующим функционалом:
  - передача сигнала заданной формы;
  - прием и протоколирование сигналов;
- специализированный испытательный стенд со следующим функционалом:
  - имитация линии связи: затухание, фазовые искажения, шумы;
  - возможность подключения не менее трех элементов приемо-передающего оборудования ВЧ-связи.

6.3. Физический уровень

6.3.1. Рабочий частотный диапазон

Тестируемый образец конфигурируется в режим работы - «базовая станция».

Задается определенный поддиапазон. Устанавливается запрет на использование некоторых частот в заданном диапазоне.

Посредством анализатора канала фиксируется информационный обмен. Анализируется спектр используемых частот.

Изменяется задаваемый тестируемому образцу диапазон рабочих частот. Измерения повторяются.

Посредством нескольких итераций задания частотных поддиапазонов проверяется способность работы тестируемого образца во всем частотном диапазоне.

Разделение рабочего диапазона на независимые каналы

На основе анализа описанных выше измерений проверяется работа с независимыми каналами, при этом:

- вычисляются используемые методы модуляции;

- определяется содержимое OFDM символа.

6.3.2. Структура пакета

На основе анализа описанных выше измерений проверяется структура информационных пакетов, а именно:

- преамбула, состав и фазировка несущих частот;
- заголовок;
- тело пакета.

6.4. MAC уровень

Поддержка тестируемым устройством MAC протоколов проверяется при работе на испытательном стенде. При этом в качестве абонента тестируемого устройства выступает подключенный в ПК анализатор канала. Программное обеспечение на стороне ПК имитирует среду информационного обмена. При этом проверяется поддержка следующих протоколов доступа к среде:

6.5. CSMA/CA

Проверяется алгоритм доступа к среде при различных параметрах имитации передачи информационных пакетов.

6.6. Доступ с разделением по частотам

Проверяется имитацией различных сервисов, которые работают на разных частотах.

6.7. «Запрос – ответ»

Имитируется информационная среда как для базовой станции, так и для удаленного узла.

6.8. Потоковая передача

Осуществляется как функциональное, так и нагрузочное тестирование.

6.9. Сетевой уровень

Сетевой уровень работы тестируемого оборудования в информационной сети проверяется при работе на испытательном стенде. При этом в качестве абонента тестируемого устройства выступает подключенный в ПК анализатор канала. Программное обеспечение на стороне ПК имитирует среду информационного обмена.

Тестирование осуществляется в два этапа. На первом этапе тестируемое оборудование конфигурируется и тестируется как базовая станция (режим «базовая станция»), на втором этапе тестируемое оборудование конфигурируется и тестируется как удаленный узел (режим «удаленный узел»).

6.10. Регистрация новых узлов

В режиме «базовая станция» имитируются запросы на регистрацию в сети новых узлов, в том числе и запрещенных к регистрации. Так же имитируются

как самопроизвольное удаление из сети узлов, так и удаление узлов по команде верхнего уровня.

В режиме «удаленный узел» имитируется регистрация и удаление узла из сети. Так же проверяется режим автоматического удаления из сети узла из-за отсутствия информационного обмена с ним.

6.11. Синхронизация времени

Проверяется передача по маршруту широковещательных пакетов с метками времени.

6.12. Анализ топологии сети, поиск маршрутов

В режиме «базовая станция» имитируется измерение топологии сети. По внешнему интерфейсу проверяется изменение в маршрутной карте.

6.13. Опрос информации от удаленных узлов

В режиме «базовая станция» фиксируются информационные пакеты от базовой станции в режиме опроса.

В режиме «удаленный» узел тестируются ответы узла на опросы со стороны базовой станции.

6.14. Регистрация событий

В режиме «базовая станция» фиксируется реакция базовой станции на пакеты с событиями от удаленных узлов.

В режиме «удаленный узел» тестируются генерация пакетов с событиями и их ретрансляция до базовой станции.

6.15. Уровень приложения

Уровень приложения относится только к работе базовой станции.

Тестирование функционала осуществляется по внешнему каналу с использованием протокола связи с верхним уровнем.

Со стороны испытательного стенда анализатор каналов имитирует работу удаленных узлов информационной сети.

6.16. Управление сетью

Проверяется соответствие считанной маршрутной карты маршрутной карте имитируемой сети.

Промеряется корректность пакетов к удаленным узлам при изменении маршрутной карты по внешней команде.

6.17. Сквозной канал

Проверяется передача по внешней команде пакета произвольного формата до удаленного узла и обратно.

Проверяется процедура разбиения на стороне передатчика пакетов большого размера на более мелкие и восстановление исходного пакета из более мелких на стороне приемника.

6.18. Специальные приложения

Проверяется процедуры оптимизации информационного обмена при получении из внешней сети пакетов специального формата. Проверка осуществляется на основе анализа информационного трафика базовой станции. Трафик фиксируется анализатором каналов, установленным в непосредственной близости к базовой станции.

7. Библиография

1. ПУЭ (6-е издание), утверждены Главтехуправлением, Госэнергонадзором Минэнерго СССР 05.10.1979 (ред. от 20.06.2003).
2. ПУЭ (7-е издание), утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
3. РД 153-34.3-20.409-99 Руководящие указания об определении понятий и отнесении видов работ и мероприятий в электрических сетях отрасли «Электроэнергетика» к новому строительству, расширению, реконструкции и техническому перевооружению.
4. Указание «Об организации работ по техническому перевооружению и реконструкции электрических сетей» (утверждено Минтопэнерго СССР № Д-453 от 13.08.1986).
5. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (в ред. от 12.11.2016, с изм. от 28.01.2017) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
6. Письмо Минрегиона РФ от 22.06.2009 № 19088-СК/08 «О применении Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
7. Постановление Правительства РФ от 24.02.2009 № 160 (ред. от 26.08.2013) «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон» (вместе с «Правилами установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон»).
8. Федеральные авиационные правила «Размещение маркировочных знаков и устройств на зданиях, сооружениях, линиях связи, линиях электропередачи, радиотехническом оборудовании и других объектах, устанавливаемых в целях обеспечения безопасности полетов воздушных судов», утвержденные приказом Росаэронавигации от 28.11.2007 № 119.
9. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-33.180.10.172-2014 Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше.
10. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.240.01.219-2016 Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при техническом обслуживании и ремонте.

11. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.240.01.218-2016 Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при проектировании, сооружении, реконструкции и ликвидации.

12. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21.08.2007 № 60 «Об утверждении ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07» (вместе с ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07.2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях. Гигиенический норматив).

13. РД 34.20.185-94 Инструкция по проектированию городских электрических сетей (с изм. от 29.06.1999).

14. РД 34.20.508 Инструкция по эксплуатации силовых кабельных линий. Часть 1. Кабельные линии напряжением до 35 кВ.

15. СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства.

16. СТО ПАО «Россети» 34.01-23.1-001-2017 Объем и нормы испытаний электрооборудования.

17. СТО АО «СО ЕЭС» СО 153-34.20.118-2003 Методические рекомендаций по проектированию развития энергосистем.

18. СТО ПАО «Россети» 34.01-3.1-002-2016 Типовые технические решения подстанций 6-110 кВ.

19. Приказ Минэнерго РФ от 19.06.2003 № 229 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.06.2003 № 4799).

20. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.240.043-2010 Руководство по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудования и систем связи электросетевых объектов.

21. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.130.15.114-2012 Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ.

22. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.240.044-2010 Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства.

23. РД 153-34.3-35.125-99 Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений.

24. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.130.15.114-2012 Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ.

25. РД 34.20.116-93. Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и ПС от импульсных помех. РАО «ЕЭС России».

26. Положение ПАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе (утверждено Советом директоров ПАО «Россети» (протокол от 22.02.2017 № 252).

27. Концепция развития релейной защиты и автоматики электросетевого комплекса. (Приложение № 1 к протоколу Правления ПАО «Россети», приказ от 22.06.2015 № 356).

28. Методические указания по применению в ПАО «Московская объединенная электросетевая компания» основных технических решений по эксплуатации, реконструкции и новому строительству электросетевых объектов (приказ ПАО «МОЭСК» от 04.07.2014 № 723).

29. Методические указания по устойчивости энергосистем. Приказ Минэнерго России от 30.06.2003 № 277.

30. Руководящие указания по противоаварийной автоматике энергосистем (основные положения), 1986 г.

31. СТО ПАО «Россети» 34.01-6.1-001-2016 Программно-технические комплексы подстанций 6-10 (20) кВ. Общие технические требования.

32. СТО ПАО «Россети» 34.01-6.1-002-2016 Программно-технические комплексы подстанций 35-110 (150) кВ. Общие технические требования.

33. Типовые требования к ПТК АСУ ТП подстанций и к обмену технологической информацией для осуществления телеуправления оборудованием и устройствами РЗА подстанций из диспетчерских центров АО «СО ЕЭС» и центров управления сетями (утверждены ПАО «Россети», ПАО «ФСК ЕЭС» и АО «СО ЕЭС» 27.10.2016).

34. РД 50-34.698-90 Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

35. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-33.060.40.177-2014 Технологическая связь. Типовые технические требования к аппаратуре высокочастотной связи по линиям электропередачи (с изменениями от 22.12.2016).

36. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-33.060.40.125-2012 Общие технические требования к устройствам обработки и присоединения каналов ВЧ связи по ВЛ 35-750 кВ» (с изменениями от 30.09.2014, 08.10.2015).

37. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-33.060.40.045-2010 Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по линиям электропередачи 35, 110, 220, 500 и 750 кВ.

38. СТО ПАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.130.20.104-2011 Типовые технические требования к КРУ классов напряжения 6-35 кВ (с изменениями от 23.04.2013, 24.04.2018).

39. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

40. Федеральный закон от 10.07.2012 № 117-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

41. Федеральный закон от 21.07.2011 № 256-ФЗ (в ред. от 06.07.2016) «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса».

42. Постановление Правительства РФ от 05.05.2012 № 458 дсп «Об утверждении Правил по обеспечению безопасности и антитеррористической защищенности объектов топливно-энергетического комплекса».

43. Постановление Правительства РФ от 19.09.2015 № 993 дсп «Требования к обеспечению безопасности и линейных объектов ТЭК».

44. Концепция обеспечения информационной безопасности ПАО «Россети» (утверждена распоряжением ПАО «Россети» от 17.06.2014 № 249р).

45. Распоряжение ПАО «Россети» № 140р от 01.04.2016 «Об утверждении минимальных требований к информационной безопасности АСТУ».

46. Приказ ФСТЭК России от 14.03.2014 № 31 «Об утверждении Требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.06.2014 № 32919).

47. РД 153-34.0-11.209-99 (СО 34.11.209-99) Рекомендации. Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии и мощности. Типовая методика выполнения измерений электроэнергии и мощности.

48. СТО ПАО «Россети» 34.01-3.1-003-2017 Построение распределительной сети напряжением 0,4-10 кВ с применением столбовых трансформаторных подстанций 6, 10/0,4 кВ.

49. МИ БП 10/01-01/2012 Методическая инструкция Установка вольтодобавочных трансформаторов в распределительных сетях 0,4 кВ.

50. СТО ПАО «Россети» 34.01-3.2-013-2017 Вольтодобавочные трансформаторы. Общие технические требования.

51. НТП ЭПП-94 (взамен СН 174-75) Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. Нормы технологического проектирования. Первая редакция.

52. СТО ПАО «Россети» 34.01-21.1-001-2017 Распределительные электрические сети напряжением 0,4-110 кВ. Требования к технологическому проектированию.

gost.e-ecolog.ru