



и р

**Федеральное агентство железнодорожного транспорта**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»**  
(ФГБОУ ВПО ПГУПС)  
190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

**СОГЛАСОВАНО**

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА  
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО -  
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**


 **Е.О. СИЭРРА**

## **СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

Железнодорожная электросвязь участка Москва – Казань высокоскоростной  
железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург. Технические  
нормы и требования к проектированию и строительству железнодорожной  
радиосвязи

**РАЗРАБОТАНО**

Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВПО ПГУПС



**Т.С. Титова**

Санкт-Петербург 2014

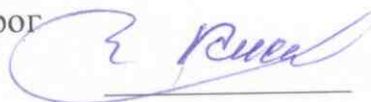
## Список исполнителей СТУ

Руководитель разработки  
доцент кафедры «Электрическая связь»,  
к.т.н., доцент



Д.Н. Роенков

Научный консультант  
профессор кафедры «Строительство дорог  
транспортного комплекса», д.и.н.



И.П. Киселев

ФГБОУ ВПО ПГУПС

А.Б. Никитин, А.К. Канаев, В.В. Шматченко, П.А. Плеханов,  
М.А. Бутузов, В.Г. Иванов

## Содержание

1 Общие положения .....	5
1.1 Наименование и адрес объекта.....	5
1.2 Сведения о заказчике .....	5
1.3 Сведения о генеральной проектной организации.....	5
1.4 Сведения о разработчике СТУ.....	5
1.5 Основание для строительства .....	5
1.6 Основание для разработки .....	5
1.7 Необходимость разработки СТУ.....	5
1.8 Область применения .....	6
1.9 Краткое описание объекта.....	6
2 Термины и определения. Обозначения и сокращения .....	7
2.1 Термины и определения .....	7
2.2 Обозначения и сокращения.....	7
3 Нормативные ссылки .....	9
4 Общие положения .....	11
4.1 Классификация, назначение и состав сетей железнодорожной радиосвязи в проекте ВСМ.....	11
4.2 Общие требования к проектированию и строительству сетей железнодорожной радиосвязи для ВСМ с учётом международных подходов к обеспечению безопасности, качества и эксплуатационной совместимости...	13
4.3 Общие требования по определению штата для обслуживания радиосетей.....	17
5 Цифровые системы технологической радиосвязи (ЦСТР) .....	17
5.1 Цифровая система технологической радиосвязи стандарта GSM-R .....	17
5.2 Цифровая система технологической радиосвязи стандарта DMR.....	25
6 Ремонтно-оперативная радиосвязь на базе коммерческих сетей сотовой связи стандарта GSM .....	30
6.1 Назначение системы технологической ремонтно-оперативной радиосвязи на базе подвижной радиотелефонной связи стандарта GSM (POPC GSM)....	30
6.2 Технические требования к системе технологической ремонтно-оперативной радиосвязи на базе сети подвижной радиотелефонной связи стандарта GSM .....	30
6.3 Требования к Оператору сети подвижной связи стандарта GSM.....	32
6.4 Технические решения по созданию системы технологической радиосвязи ОАО «РЖД» на базе сети подвижной связи стандарта GSM.....	33

7 Беспроводная система передачи данных для информационно-управляющих систем .....	36
7.1 Общие принципы организации беспроводных систем передачи данных .	36
7.2 Использование беспроводных систем передачи данных в системе управления движением поездов .....	36
7.3 Международный опыт организации беспроводной системы передачи данных для информационно-управляющих систем .....	38
7.4 Требования к проектированию применения беспроводных систем передачи данных в хозяйствах ВСМ.....	39
8 Антенно-фидерные устройства в системах железнодорожной радиосвязи в проекте ВСМ.....	40
8.1 Общие требования по организации антенно-фидерных устройств в системах железнодорожной радиосвязи в проекте ВСМ.....	40
8.2 Организация антенно-фидерных устройств в цифровых системах технологической радиосвязи стандарта GSM-R.....	40
8.3 Организация антенно-фидерных устройств в цифровых системах технологической радиосвязи стандарта DMR .....	41
8.4 Организация антенно-фидерных устройств в беспроводных системах передачи данных .....	41
8.5 Молниезащита стационарных антенн .....	41
9 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в сетях железнодорожной радиосвязи ВСМ.....	42
9.1 Общие требования по обеспечению электромагнитной совместимости в сетях радиосвязи ВСМ.....	42
9.2 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в сетях радиосвязи диапазона 160 МГц .....	43
9.3 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в сетях радиосвязи стандарта GSM-R .....	44
10 Электропитание устройств в сетях железнодорожной радиосвязи ВСМ .....	44
11 Требования пожарной безопасности к объектам инфраструктуры железнодорожной электросвязи .....	46
12 Требования к системе заземления и молниезащиты .....	46

# **1 Общие положения**

## **1.1 Наименование и адрес объекта**

Участок Москва – Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург.

## **1.2 Сведения о заказчике**

Открытое акционерное общество «Скоростные магистрали» (ОАО «СМ»).

Юридический адрес: 107078, г. Москва, ул. Каланчевская, д. 35.

Фактический адрес: 107078, Россия, г. Москва ул. Маши Порываевой, д. 34, блок 1, эт. 16.

Генеральный директор – Мишарин Александр Сергеевич  
ИНН 7708609931

## **1.3 Сведения о генеральной проектной организации**

## **1.4 Сведения о разработчике СТУ**

Федеральное агентство железнодорожного транспорта. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I" (ФГБОУ ВПО ПГУПС).

Юридический и фактический адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

Ректор: Панычев Александр Юрьевич  
ИНН 7812009592

## **1.5 Основание для строительства**

Сетевой план-график реализации проекта строительства высокоскоростной магистрали Москва–Казань, утвержденный Председателем Правительства Российской Федерации Д. А. Медведевым 30 сентября 2013 г., № 5858п-П9

## **1.6 Основание для разработки**

1.6.1 Федеральный закон № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 г. "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" п. 8 ст. 6.

1.6.2 "Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию", утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 пункт 5.

1.6.3 Приказ Минрегиона России от 01.04.2008 г. № 36 "О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства".

## **1.7 Необходимость разработки СТУ**

Необходимость разработки СТУ обоснована отсутствием Российских нормативных документов, регламентирующих требования по проектирова-

нию, строительству и эксплуатации специализированных железнодорожных линий для движения высокоскоростных пассажирских поездов с максимальной скоростью до 400 км/ч.

## **1.8 Область применения**

Настоящие Специальные технические условия (далее – СТУ) содержат нормы и требования к железнодорожной радиосвязи для проектирования и строительства участка Москва – Казань новой высокоскоростной железнодорожной магистрали "Москва – Казань – Екатеринбург" (далее – ВСМ), предназначенной для движения высокоскоростных пассажирских поездов со скоростью до 400 км/ч, пассажирских поездов со скоростью до 200 км/ч и специальных контейнерных поездов до 160 км/ч.

## **1.9 Краткое описание объекта**

1.9.1 ВСМ проектируется как технологический комплекс, включающий в себя совокупность подсистем железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава.

1.9.2 Трасса участка Москва – Казань высокоскоростной магистрали Москва-Казань-Екатеринбург проходит по территории семи субъектов Российской Федерации: города Москвы, Московской, Владимирской, Нижегородской областей, республик Чувашии, Марий-Эл, Татарстана.

Трасса соединяет крупные города: Москва, Нижний Новгород, Чебоксары, Казань.

1.9.3 Район строительства располагается на Восточно-Европейской (Русской) платформе и в геологическом отношении состоит из кристаллического фундамента, не выходящего на поверхность, и осадочного чехла. В составе кристаллического фундамента – граниты и гнейсы архейского и протерозойского возраста, в составе осадочного чехла – отложения палеозойской, мезозойской и кайнозойской эр. Ледники оставили после себя моренные суглинки с галькой и валунами различных пород (граниты, гнейсы, кварциты, доломиты, известняки, песчаники); особенно заметные следы на территории области оставило днепровское оледенение (мощность морены достигает 15 м). На территории Нижегородской области в местах прохождения трассы ВСМ развиты карстовые формы рельефа (пещеры, провалы и др.).

1.9.4 Климат района строительства – умеренно континентальный, сезонность чётко выражена: лето тёплое, зима умеренно холодная. Самый холодный месяц – январь, самый тёплый – июль.

Основные реки района строительства – Волга, Ока, Клязьма, Сура, Тёша, Илеть. Большинство рек относится к бассейну Волги.

1.9.5 ВСМ проектируется двухпутной с шириной колеи 1520 мм на скорость движения высокоскоростных пассажирских поездов до 400 км/ч при максимальной статической нагрузке на ось не более 170 кН, с возможностью пропуска пассажирских поездов со скоростью до 200 км/ч, специальных контейнерных поездов со скоростью до 160 км/ч.

Максимальная статическая нагрузка на ось электровозов для скоростных пассажирских и специальных контейнерных поездов принимается 226

кН, а вагонов-платформ для контейнерных поездов и пассажирских вагонов 210 кН.

1.9.6 ВСМ проектируется с электрической тягой.

1.9.7 Все подсистемы железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава должны быть совместимы между собой.

1.9.8 При проектировании объектов инфраструктуры ВСМ на участках, на которых реализуемые скорости поездов менее 200 км/ч, используется существующая нормативная база. При проектировании станционных путей (кроме главных и приемоотправочных), существующая нормативная база используется независимо от реализуемой скорости на участках. Исключение составляют объекты или их составные части, для которых применяются инновационные проектные решения, специфические для ВСМ.

1.9.9 Основные данные:

- длина участка Москва – Казань составляет 770 км;
- максимальный уклон 24 ‰.

## **2 Термины и определения. Обозначения и сокращения**

### **2.1. Термины и определения**

В настоящих СТУ применены термины действующих нормативных правовых и нормативных технических документов Российской Федерации и Таможенного Союза.

### **2.2. Обозначения и сокращения**

Для целей настоящих СТУ применены следующие обозначения и сокращения:

- АМС – антенно-мачтовые сооружения
- АСР – автоматизированная система расчетов
- ВСМ – высокоскоростная магистраль
- ГЛОНАСС – Глобальная навигационная спутниковая система
- ЕСМА – Единая система мониторинга и администрирования сети связи
- ОАО «РЖД»
- ОБТС – Общетеchnологическая телефонная связь
- ПО – программное обеспечение
- ПУ – периферийный узел
- ПУЭ – правила устройства электроустановок
- РОРС – ремонтно-оперативная радиосвязь
- РРЛ – радиорелейная линия связи
- РУ – региональный узел
- СОБИ – система обеспечения безопасности информации
- СОРМ – система технических средств по обеспечению функций оперативно-розыскных мероприятий
- СПД-ОБТН – сеть передачи данных общетеchnологического назначения
- СТУ – специальные технические условия

ТЗВ – типовое звено  
 ТП – тяговая подстанция  
 ТПУ – транзитно-периферийный узел  
 ТС – типовая секция  
 УАК – узел автоматической коммутации  
 УПАТС – учрежденческо-производственная автоматическая телефон-  
 ная станция  
 ЦТО – центр технического обслуживания  
 ЦТУ – центр технологического управления  
 ЭПУ – электропитающая установка  
 ASCI (Advanced Speech Call Item) – усовершенствованный речевой вы-  
 зов  
 BSS (Base Station Sub-System) – подсистема базовых станций  
 BTS (Base Transceiver Station) – базовая приемо-передающая станция  
 CCBS (Customer Care and Billing System) – система обслуживания и  
 учета клиентов  
 CRS (Common Registration Service) – служба общей регистрации  
 CSD (Circuit Switched Data) – режим передачи данных с коммутацией  
 цепей  
 CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) – «грубое спектраль-  
 ное уплотнение»  
 DMR (Digital Mobile Radio) – цифровое мобильное радио  
 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) – «интенсивное спек-  
 тральное уплотнение»  
 EDGE (Enhanced Data-rates for GSM Evolution) – усовершенствованная  
 технология передачи данных для развития сетей GSM  
 EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network) – Евро-  
 пейская интегрированная усовершенствованная сеть радиосвязи для желез-  
 ных дорог (стандарт)  
 GPS (Global Positioning System) – глобальная система позиционирова-  
 ния  
 FA (Functional Address) – адресация в зависимости от местоположения  
 FDN (Fixed Dialing Number) – фиксированный номер  
 GPH (General Purpose Radio) – носимая радиостанция общего назначе-  
 ния  
 GPRS (General Packet Radio Service) – служба общей пакетной передачи  
 данных по радиоканалу  
 GSM-R (Global System for Mobile communications – Railways) – гло-  
 бальная система мобильной связи для железных дорог  
 IP (Internet Protocol) – межсетевой протокол  
 ISDN (Integrated Services Digital Network) – цифровая сеть с интеграци-  
 ей обслуживания  
 LDA (Location-Dependent Address) – адресация в зависимости от место-  
 положения



LTE (Long Term Evolution) – технология подвижной связи четвертого поколения («развитие на длительный период»)

MAC (Media Access Control) – управление доступом к среде

MPLS (Multiprotocol Label Switching) – многопротокольная коммутация по меткам

MSISDN (Mobile Station International ISDN Number) – номер подвижной станции в сетях ISDN

MSS (Mobile Station Sub-System) – подсистема мобильных станций

NMC (Network Management Centre) – центр обслуживания и управления сетью

NMS (Network Management Sub-System) – подсистема управления сетью

NSS (Network Sub-System) – сетевая подсистема

OADM (Optical Add and Drop Multiplexors) – мультиплексор оптического ввода-вывода

OPH (Operational radio) – носимая радиостанция технологического назначения

OPS (Operational Shunting Radio) – носимая радиостанция для работников, участвующих в маневровых работах

PBX-R (Private Branch eXchange – Railways) – железнодорожная автоматическая телефонная станция (АТС)

PTT («Push-To-Talk») – система симплексной связи («нажми, чтобы разговаривать»)

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) – синхронная цифровая иерархия

SMS (Short Message Service) – служба коротких сообщений

STM (Synchronous Transport Module) – синхронный транспортный модуль

TCH (Traffic Channel) – канал трафика

VBS (Voice Broadcast Service) – служба широковещательных голосовых вызовов

VGSC (Voice Group Call Service) – служба групповых голосовых вызовов

VPN (Virtual Private Network) – виртуальная частная сеть

WDM (Wavelength Division Multiplexing) – спектральное уплотнение

Wi-Fi (Wireless Fidelity) – стандарт беспроводной связи («беспроводная точность»)

### **3 Нормативные ссылки**

В настоящих СТУ использованы нормативные ссылки на следующие документы:

Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2003 г. № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации»;

Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ;

Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;

Федеральный закон Российской Федерации от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;

Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;

Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

Технический регламент Таможенного союза «ТР ТС 002/2011. Технический регламент ТС. О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (утв. решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710);

ГОСТ 26.205-88. Комплексы и устройства телемеханики. Общие технические условия;

ГОСТ 5237-83. Аппаратура электросвязи. Напряжения питания и методы измерений;

ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения;

ГОСТ 14254-96. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP);

ГОСТ 29192-91. Совместимость технических средств электромагнитная. Классификация технических средств;

ГОСТ 29322-92. Стандартные напряжения;

ГОСТ 31565-2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности;

ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения;

ГОСТ Р 50345-2010. Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Автоматические выключатели для переменного тока;

ГОСТ Р 53953-2010. Электросвязь железнодорожная. Термины и определения;

СНиП 32-01. Железные дороги колеи 1520 мм.

*Примечание.* При использовании настоящими СТД целесообразно проверить действие ссылаемых документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылаемый документ заменен (изменен), то при использовании настоящими СТД следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылаемый документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## **4 Общие положения**

### **4.1 Классификация, назначение и состав сетей железнодорожной радиосвязи в проекте ВСМ**

4.1.1 Железнодорожная радиосвязь в проекте ВСМ Москва – Казань – Екатеринбург должна включать следующие системы радиосвязи:

- цифровые системы технологической радиосвязи (ЦСТР) (основная – стандарта GSM-R, резервная – стандарта DMR);

- систему технологической ремонтно-оперативной радиосвязи (РОРС) на базе сетей подвижной связи коммерческих операторов (по данным радиосетям может передаваться только информация, не связанная с безопасностью движения поездов);

- цифровую беспроводную систему передачи данных (БСПД) для информационно-управляющих систем (ИУС).

4.1.2 Цифровая система технологической радиосвязи стандарта GSM-R должна обеспечивать при скоростях движения на ВСМ до 400 км/ч:

- организацию поездной радиосвязи с использованием индивидуальных, групповых и циркулярных вызовов следующих абонентов: поездных и энергодиспетчеров, машинистов локомотивов, моторвагонных поездов, специального подвижного состава, дежурных по станциям и по депо, начальников поездов и других работников, участвующих в выполнении поездной работы;

- организацию беспроводных каналов передачи данных для информационно-управляющих систем управления движением поездов и обеспечения безопасности движения.

4.1.3 Цифровая система технологической радиосвязи стандарта DMR (диапазона 160 МГц) является резервной системой поездной радиосвязи, а также основной системой станционной радиосвязи.

В связи с тем, что на момент разработки СТУ отечественный и международный практический опыт использования ЦСТР стандарта DMR на скоростях до 400 км/ч отсутствует, применение ЦСТР стандарта DMR в качестве резервной системы ПРС должно осуществляться со снижением скорости движения подвижных единиц до значений, для которых гарантировано обеспечение заданных требований к каналам ПРС.

ЦСТР стандарта DMR должна обеспечивать возможность передачи данных в информационно-управляющих системах.

4.1.4 Система технологической ремонтно-оперативной радиосвязи (РОРС) на базе сетей подвижной связи коммерческих операторов предназначена для обеспечения технологической радиосвязью персонала, не связанного непосредственно с организацией перевозочного процесса.

4.1.5 Цифровая беспроводная система передачи данных предназначена для организации беспроводных каналов передачи данных в станционных информационно-управляющих системах.

БСПД может организовываться с использованием цифровых систем радиосвязи стандартов GSM-R, DMR, Wi-Fi и др. Конкретный тип системы для БСПД должен определяться на этапе проектирования с учетом местных условий и требований к каналу передачи данных со стороны ИУС, а также требований по безусловному обеспечению электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств.

4.1.6 Для обеспечения пассажиров услугами связи во время поездки по ВСМ должны использоваться сети цифровой беспроводной связи коммерческих операторов.

4.1.7 На линии ВСМ может эксплуатироваться подвижной состав следующих типов:

- высокоскоростной электроподвижной состав (скорость до 400 км/ч);
- специальные контейнерные поезда (скорость до 160 км/ч);
- пассажирские поезда (скорость до 200 км/ч);
- хозяйственные поезда (скорость до 90 км/ч);
- специальный подвижной состав (пожарные поезда, снегоуборочные поезда и др.).

Подвижной состав любого типа, эксплуатируемый на линии ВСМ, должен быть оснащен следующими средствами радиосвязи:

- трехдиапазонными радиостанциями передачи речи с приемопередатчиками диапазонов 900 МГц (стандарт GSM-R), 160 МГц (стандарт DMR и аналоговая радиосвязь), 2 МГц (аналоговая радиосвязь). При этом аналоговая радиосвязь необходима для обеспечения радиосвязи с подвижным объектом при его выезде за пределы ВСМ на железнодорожные участки, оснащенные соответствующими аналоговыми системами технологической радиосвязи;
- радиостанциями для организации РОРС на базе сетей подвижной связи коммерческих операторов;
- радиостанциями передачи данных для работы ИУС.

Для обеспечения работы систем управления движением поездов, а также иных систем, требующих определения местоположения подвижного объекта, подвижной состав должен оснащаться модулями ГЛОНАСС/GPS.

Рабочие места начальников пассажирских поездов должны оснащаться двухдиапазонными радиостанциями передачи речи диапазонов 900 МГц (стандарт GSM-R) и 160 МГц (стандарт DMR и аналоговая связь).

Пассажирский подвижной состав должен оснащаться широкополосными репитерами стандарта GSM для обеспечения функционирования абонентских устройств пассажиров поезда, а также радиостанциями спутниковой связи.

4.1.8 Электропитание средств радиосвязи на подвижных объектах должно осуществляться от источников напряжением 48 В с допустимыми отклонениями от номинального напряжения не более  $\pm 20 \%$ .

4.1.9 Электроснабжение стационарных средств радиосвязи должно осуществляться как электроприемников I категории особой группы. Электроснабжение должно осуществляться от двух независимых фидеров. Кроме того, должна быть предусмотрена установка аккумуляторной батареи, обеспе-

чивающей не менее 8 часов непрерывной работы при пропадании электро-снабжения по внешним фидерам.

Помимо этого следует предусмотреть использование возимой дизельной электростанции, которая может быть доставлена и запущена в работу в течение не более восьми часов.

Электроснабжение средств радиосвязи должно быть обеспечено через источники бесперебойного питания и с обязательным использованием стабилизаторов напряжения, рассчитанных на диапазон входных напряжений 160–295 В. Схемы организации электропитания должны обеспечивать возможность подключения внешних возимых дизельных электростанций.

Все используемые источники электроснабжения должны удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТов.

## **4.2 Общие требования к проектированию и строительству сетей железнодорожной радиосвязи для ВСМ с учётом международных подходов к обеспечению безопасности, качества и эксплуатационной совместимости**

### **4.2.1 Общие положения**

Требованиям, приведенным в настоящем разделе, должна полностью удовлетворять ЦСТР стандарта GSM-R. ЦСТР стандарта DMR должна обеспечивать выполнение приведенных требований в объеме, определяемом техническими и функциональными возможностями данной ЦСТР.

### **4.2.2 Услуги связи цифровых систем технологической радиосвязи (ЦСТР)**

В ЦСТР должны быть предусмотрено предоставление следующих услуг связи:

- услуги передачи речи;
- услуги передачи данных;
- дополнительные услуги (например, управление вызовами и приоритетами);
- услуги связи, обусловленные железнодорожной спецификой (например, прямой вызов).

#### **4.2.2.1 Услуги передачи речи**

В мобильной сети радиосвязи должны быть предусмотрены следующие услуги передачи речи:

- индивидуальный вызов для дуплексного соединения;
- экстренный вызов (по номеру 112);
- широковещательный вызов;
- групповой вызов с возможностью предоставления одному абоненту нескольких групповых номеров (в любой момент времени говорить может только один абонент);
- вызов конференц-связи (до шести абонентов, все могут говорить и слушать одновременно).

Перечисленные в данном пункте функции могут использоваться или не использоваться в зависимости от реальных потребностей пользователей ЦСТР.

#### 4.2.2.2 Услуги передачи данных:

- передача текстовых сообщений;
- передача данных с коммутацией каналов (скорость передачи данных не менее 2,4 кбит/с);
- передача данных с коммутацией пакетов;
- передача ответственных данных в контуре безопасного управления движением поездов (передача данных о состоянии бортовых систем поезда и передача команд управления на поезд).

#### 4.2.2.3 Дополнительные услуги:

- логическая изоляция групп пользователей;
- многоуровневая система пользовательских приоритетов, в том числе прав на прерывание услуг связи, уже предоставленных другим пользователям;
- дополнительные услуги по управлению вызовами (удержание, перенаправление вызова, постановка в очередь и др.);
- автоответчик;
- информирование об освобождении занятой линии;
- баланс счёта.

Перечисленные в данном пункте функции являются дополнительными и могут использоваться или нет в зависимости от потребностей пользователей ЦСТР.

#### 4.2.2.4 Услуги связи с железнодорожной спецификой:

- функциональная адресация по номеру поезда, локомотива, вагона или по должностному номеру, отображение должности вызывающего абонента;
- вызов работника в зависимости от его местонахождения;
- обеспечение маневровой радиосвязи с постоянным контролем готовности линии;
- групповой вызов внутри поезда (для взаимодействия персонала);
- экстренные вызовы при управлении движением поездов;
- прямой вызов (без использования сетевой инфраструктуры);
- обеспечение бесперебойной радиосвязи на скоростях до 400 км/ч.

#### 4.2.2.5 Время установления соединения

Время установления соединения при предоставлении услуг передачи речи должно соответствовать значениям, приведённым в табл. 1. При этом время установления соединения включает время, затрачиваемое на преобразование функционального номера в номер конкретного абонента.

Таблица 1

## Требования по времени установления соединения

№	Тип вызова	Время установления соединения, с
1	Экстренные вызовы при управлении движением поездов	< 2
2	Групповой вызов между машинистами в группе соседних попутно-встречных поездов	< 5
3	Все оперативные вызовы стационарных абонентов мобильными абонентами, не попавшие в предыдущие категории	< 5
4	Все оперативные вызовы мобильных абонентов стационарными абонентами, не попавшие в предыдущие категории	< 7
5	Все оперативные вызовы мобильных абонентов мобильными же абонентами, не попавшие в предыдущие категории	< 10
6	Все низкоприоритетные вызовы	< 10

Примечание. Указанные требования должны выполняться не менее чем в 95 % соответствующих вызовов. В 99 % вызовов время соединения не должно превышать указанных в таблице значений, умноженных на 1,5.

## 4.2.3 Общие требования к проектированию ЦСТР

На этапе проектирования ЦСТР должно быть обеспечено выполнение следующих требований:

- проектировщики и производители технических систем и средств ЦСТР должны иметь сертификаты соответствия требованиям стандарта IRIS или, по крайней мере, стандарта ISO 9001;
- нормативная база проектирования должна опираться на действующие стандарты в области: комплексного управления надёжностью, готовностью, ремонтпригодностью и безопасностью на всех этапах жизненного цикла систем железнодорожного транспорта; управления безопасностью программного обеспечения, используемого в автоматизированных системах железнодорожного транспорта; формирования доказательства безопасности железнодорожных систем;

## 4.2.4 Общие требования к эксплуатационной совместимости

Для обеспечения эксплуатационной совместимости объектов инфраструктуры ВСМ, в том числе систем радиосвязи, необходимо использовать нормативные технические документы в области эксплуатационной совместимости.

## 4.2.5 Требования к системе технических средств по обеспечению функций оперативно-розыскных мероприятий (СОРМ)

В цифровых сетях технологической радиосвязи на участке ВМС должны выполняться технические требования к системе технических средств по обеспечению функций оперативно-розыскных мероприятий на сетях подвижной радиотелефонной связи в соответствии с нормативными требованиями Минсвязи России.

#### 4.2.6 Требования к информационной безопасности ЦСТР

4.2.6.1 В ЦСТР должны выполняться требования обеспечения информационной безопасности по классу 1Г согласно РД Гостехкомиссии РФ «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации». Функциональные требования по защите информации должны реализовываться системой обеспечения безопасности информации (СОБИ), разрабатываемой дополнительно.

СОБИ должна содержать следующие подсистемы защиты информации:

- управления доступом;
- регистрации и учета;
- обеспечения целостности программных средств;
- антивирусной защиты.

4.2.6.2 Подсистема управления доступом должна обеспечивать:

– идентификацию и проверку подлинности субъектов доступа при входе в систему мониторинга и администрирования по идентификатору (коду) и паролю условно-постоянного действия длиной не менее шести буквенно-цифровых символов;

– идентификацию носимых и возимых терминалов, пультов управления, каналов связи, внешних устройств по уникальным физическим адресам;

– контроль доступа объектов к защищаемым ресурсам в соответствии с матрицей разграничения доступа;

– централизованное управление идентификационными и аутентификационными параметрами.

4.2.6.3 Подсистема регистрации и учета должна обеспечивать:

– регистрацию действий пользователей;

– регистрацию запуска/завершения программ и процессов (заданий, задач), предназначенных для обработки защищаемых ресурсов;

– регистрацию попыток доступа программных средств (программ, процессов, заданий, задач) к защищаемым ресурсам, линиям (каналам) связи, внешним устройствам, программам, томам, каталогам, файлам, записям, полям записей с возможностью передачи в ЕСМА;

– учет всех защищаемых носителей информации с помощью их маркировки. Учет защищаемых носителей должен проводиться в журнале (картотеке) с регистрацией их выдачи/приема.

4.2.6.4 Подсистема обеспечения целостности должна обеспечивать:

– целостность программных средств защиты, а также неизменность программной среды;



- физическую охрану средств вычислительной техники (устройств и носителей информации), предусматривающую контроль доступа в помещения посторонних лиц, наличие надежных препятствий для несанкционированного проникновения в помещения;

- периодическое тестирование функций средств защиты при изменении программной среды и персонала.

4.2.6.5 Подсистема антивирусной защиты должна обеспечивать:

- автоматическое блокирование внедрений вирусов;
- автоматическое обнаружение и удаление вирусов;
- централизованное управление (обновление баз данных ПО, баз данных вирусов и т. д.);

- возможность предоставления аналитической отчетности по вирусной активности.

4.2.6.6 Программные средства, используемые для обеспечения функционирования и управления системой, должны иметь резервные копии текущей конфигурации, которые позволяют восстановить работу системы после выявленных нарушений.

4.2.6.7 Возможность программного закрытия всех незадействованных физических и логических портов, слотов, разъемов.

4.2.6.8 Состав подсистем обеспечения безопасности информации, функциональные требования к СОБИ могут уточняться на этапе проектирования системы.

### **4.3 Общие требования по определению штата для обслуживания радиосетей**

4.3.1 Техническое обслуживание сетей радиосвязи на участке ВСМ должно проводиться в соответствии с ПТЭ и другими правилами, инструкциями, указаниями, связанными с обеспечением работоспособности устройств связи.

4.3.2 Расчет численности штата работников, необходимых для технической эксплуатации сетей радиосвязи на участке ВСМ должен производиться в соответствии с нормативными требованиями эксплуатирующей/предоставляющей услуги организации.

## **5 Цифровые системы технологической радиосвязи (ЦСТР)**

### **5.1 Цифровая система технологической радиосвязи стандарта GSM-R**

5.1.1 Функциональные требования к ЦСТР стандарта GSM-R и требования по гарантированной безопасности и надежности

5.1.1.1 Должны быть реализованы следующие функции передачи речи GSM-R:

- циркулярный голосовой вызов (VBS);

- групповой голосовой вызов (VGSC);
- вызовы, адресуемые в зависимости от места (LDA);
- функциональный вызов (FA);
- железнодорожный аварийный вызов;
- общегражданский аварийный вызов (112);
- вызовы между абонентами, включая использование номеров MSISDN.

На основе анализа технологических процессов формируется таблица доступности абонентов ВСМ Москва – Казань, в которой должны быть установлены группы и категории абонентов, условия доступности для абонентов сетей GSM-R и абонентов других сетей (DMR), права, обязанности, приоритеты вызовов и т. д.

5.1.1.2 Должны быть реализованы следующие функции передачи данных GSM-R:

- передача данных коммутируемых цепей (CSD);
- передача пакетных данных GPRS и EDGE;
- передача коротких сообщений (текста) (SMS).

Должна быть возможность отправки сообщений SMS с использованием адресации по номеру MSISDN, функциональной адресации и адресации, зависящей от места.

Должна иметься возможность отправки (приема) сообщений SMS из терминалов мобильной и фиксированной диспетчерской связи. Отправитель сообщения SMS должен автоматически получить подтверждение, что абонент, которому было отправлено сообщение, его получил.

5.1.1.3 Топология сети GSM-R, места размещения BTS по участку и высоты установки антенн должны обеспечивать непрерывность радиопокрытия при обеспеченности радиосвязью с вероятностью 95 % по времени и месту на границах зоны обслуживания каждой BTS при минимальном уровне радиосигнала на входе приемника локомотивной радиостанции минус 92 дБм и высоте установки антенны локомотивной радиостанции 4 м.

Обеспечение непрерывности радиопокрытия предполагает:

- организацию связи без переустановки соединения абонентом на все время занятия радиоканала для информационного обмена с учетом заданной вероятности обеспеченности связью по месту и времени;
- достижение перекрытия смежных зон обслуживания BTS, достаточного для реализации функции эстафетной передачи («хэндовера»);
- двойное покрытие зон обслуживания соседних BTS.

5.1.2 Архитектура ЦСТР стандарта GSM-R, основные компоненты

5.1.2.1 Система GSM-R должна быть построена как новая система с возможностью интеграции в существующие сети GSM-R ОАО «РЖД» и должна включать в себя следующие основные подсистемы:

- коммутации (NSS);
- базовых станций (BSS);

- управления сетью (NMS);
- регистрации переговоров абонентов (CRS);
- мобильных станций (MSS);
- фиксированной диспетчерской связи (FDN).

5.1.2.2 Подсистема коммутации (NSS) должна предусматривать обслуживание не менее 10 000 абонентов с параметрами, отвечающим требованиям к качественным показателям системы GSM-R.

NSS должна иметь не менее двух центров коммутации – основного и резервного. При проектировании устройств NSS необходимо предусмотреть не менее 30 % резерва для развития системы GSM-R.

Во время максимальной нагрузки уровень блокировки вызовов не должен превышать 0,1 %. Сигнальная сеть NSS должна обеспечивать нагрузку не менее 0,4 Эрл. Подрядчик обязан согласовать с Заказчиком места установки устройств NSS.

Оборудование NSS должно нормально функционировать в помещениях:

- при температуре от +5 до +45 °C;
- относительной влажности (без конденсации влаги) до 70 %;
- атмосферном давлении от 80 кПа до 110 кПа.

Оборудование NSS должно иметь внешние накопители, предназначенные для сохранения программного обеспечения и установок (настроек). В случае программного сбоя любой из составных частей NSS должна быть предусмотрена возможность восстановления данных, которые были сохранены перед возникновением сбоя. Восстановление данных в любой части NSS должно занимать не более 30 минут. Должны быть описаны процедуры восстановления данных для каждой составной части NSS и даны рекомендации относительно периодичности сохранения данных.

Работа оборудования NSS должна контролироваться соответствующими системами управления Центра обслуживания и управления сетью (NMC).

Необходимо обеспечить резервирование составных частей оборудования NSS с использованием технологии избыточности  $2n$  или  $n + 1$  для недопущения нарушения работы соответствующего функционального узла в случае неисправности отдельного устройства или его части.

Структура NSS должна быть модульной.

Оборудование и программное обеспечение NSS должны быть защищены от несанкционированного доступа (включая любую из его частей).

5.1.2.3 Подсистема базовых станций (BSS) должна удовлетворять спецификации GSM фазы 2+.

Каждая BTS должна быть сконфигурирована как «секторизованная сота», состоящая из направленных вдоль линии ВСМ секторов с излучением сигналов в противоположных направлениях.

Для каждой BTS или звена BTS должна быть предусмотрена возможность подключения к двум центрам коммутации.

Оборудование BSS (за исключением BTS) должно соответствовать техническим спецификациям и действовать надлежащим образом в помещениях:

- при температуре от +5 до +45 °C;
- относительной влажности (без конденсации влаги) до 70 %;
- атмосферном давлении от 80 кПа до 110 кПа.

Оборудование BTS должно соответствовать техническим спецификациям и действовать надлежащим образом при условиях окружающей среды, соответствующих территории прохождения трассы ВСМ (см. п. 1.9.4 настоящих СТУ).

Необходимо обеспечить резервирование составных частей оборудования BSS. Во всем оборудовании BSS должны быть использованы технологии избыточности  $2n$  или  $n + 1$  для недопущения нарушения работы соответствующего функционального узла в случае неисправности отдельного устройства или его части.

BSS должна удовлетворять следующим требованиям:

- степень блокировки канала трафика (Traffic Channel, TCH) радиointерфейса Um не должна превышать 2 %;
- базовые станции должны быть подключены к контроллеру базовых станций по принципу «пространственного кольца».

Должна быть возможность конфигурирования всех элементов оборудования BSS, обновления программного обеспечения, диагностики работы оборудования и устранения неисправностей из Центра управления сетью дистанционным способом, а также на месте установки устройств.

Аварийные сообщения BSS и сигналы контроля о состоянии внешних устройств должны в реальном времени передаваться в Центр управления сетью.

Оборудование и программное обеспечение BSS должны быть защищены от несанкционированного доступа (включая любую из его частей).

5.1.2.4 Подсистема управления сетью (NMS) должна гарантировать доступ только авторизованных пользователей в соответствии с предоставленными им правами.

Должна быть предусмотрена возможность дистанционного доступа авторизованных пользователей ко всем системам NMS через технологические сети связи ОАО «РЖД» (СПД ОБТН).

Должны быть использованы такие средства безопасности, как брандмауэры, VPN (Virtual Private Network), пароли, изменяющиеся в установленном порядке, фильтрация адресов IP, разрешения доступа только от устройства с определенным IP и адресом MAC и т. п.

В аппаратной и программной частях NMS должны быть использованы технологии и архитектура, позволяющие в случае какого-либо сбоя работы отдельного оборудования NMS сохранить полную функциональность системы NMS, неисправность отдельной части устройства не должна приводить к

нарушениям работы функционального узла, а также к снижению его функциональности.

Оборудование NMS должно иметь внешние независимые накопители, сохраняющие информацию при отсутствии питания, и предназначенные для сохранения программного обеспечения и настроек. В случае программного сбоя любой составной части NMS должна быть возможность восстановления данных, которые были заранее сохранены в этом накопителе. Восстановление данных в любой части NMS должно занимать не более 30 минут.

Структура NMS (включая все ее подсистемы) должна быть модульной.

Оборудование и программное обеспечение NMS должны быть защищены от несанкционированного доступа (включая любую его часть).

5.1.2.5 Оборудование регистрации переговоров мобильных абонентов (CRS) должно сохранять записанные переговоры в течение не менее 30 суток.

Оборудование CRS обязано регистрировать, записывать и сохранять все входящие и исходящие звонки (мобильных абонентов). Должна быть реализована возможность записи всех абонентов одновременно, любого разговора указанного мобильного абонента или группы совместно с атрибутами этих разговоров.

CRS должна удовлетворять следующим требованиям:

- автоматически начать/прекратить запись при:
    - поднятии/опускании трубки;
    - появлении/пропадании сигнала;
    - поступлении входящего вызова;
  - фиксировать атрибуты записи: дату, время, длительность, вид связи (входящая/исходящая), номер другого абонента (собеседника), тип вызова (FA, LDA, аварийный и т. п.);
  - сортировать, фильтровать, находить в базе записей записи по номеру абонента, дате, времени, длительности, виду связи (входящая/исходящая), номеру второго абонента (собеседника), типу вызова (FA, LDA и т. п.), а также выдавать их для прослушивания;
  - автоматически архивировать записи на энергонезависимом носителе.
- Должна быть предусмотрена возможность восстановления записей, удаленных из архива.

Возможность полноценной дистанционной работы с базами данных накопленных записей (прослушивать, искать запись, сортировать, фильтровать и пр.), используя компьютерную сеть.

Количество записей, накопленных в базе данных, не должно влиять на скорость работы системы.

Необходимо предусмотреть возможность конверсии записей в формат mp3 для прослушивания их на компьютере, на котором не установлено специальное программное обеспечение.

Оборудование и программное обеспечение CRS должны быть защищены паролем и другими специальными средствами (брандмауэрами, фильтра-

цией IP-адресов, разрешениями доступа только с устройства с конкретным IP-адресом и т. п.) от несанкционированного доступа и прослушивания записей, а также от переконфигурирования CRS или изменения настроек. Кроме того, администратору должна быть предоставлена возможность конфигурировать, обслуживать различные профили и пользоваться CRS.

5.1.2.6 Должны применяться следующие носимые терминалы GSM-R:

- общего назначения (GPH);
- работников, работающих на открытом воздухе (OPH);
- работников, участвующих в маневровых работах (OPS).

Носимые терминалы GPH, OPH, OPS должны действовать в диапазоне частот GSM-R, поддерживать функции ASCII и соответствовать действующим требованиям по управлению гарантоспособностью и ремонтпригодностью оборудования. Носимые терминалы должны быть укомплектованы защитными футлярами с креплениями, а также устройствами зарядки аккумуляторов, питающимися от сети с напряжением 220 В. В носимых терминалах должна быть установлена антенна. Записи, индицируемые на дисплеях переносных терминалов, должны быть на русском или английском языках, чтобы у использующего их персонала была возможность выбора.

Диапазон рабочих температур терминала GPH должен соответствовать годовому диапазону температур атмосферного воздуха территории прохождения трассы ВСМ (см. п. 1.9.4 настоящих СТУ). Эти терминалы в течение одного цикла зарядки аккумуляторов должны действовать в течение не менее 8 часов (50 % – в дежурном режиме, 50 % – в режиме переговоров), а в дежурном режиме – в течение не менее 160 часов. Часть поставленных терминалов (20 % от общего количества) должна быть укомплектована автомобильными принадлежностями (внешней RF-антенной, держателем терминала, беспроводным оборудованием hands free, устройством зарядки аккумуляторов и т. п.).

Диапазон рабочих температур терминала OPH должен соответствовать годовому диапазону температур атмосферного воздуха территории прохождения трассы ВСМ (см. п. 1.9.4 настоящих СТУ). Этот терминал должен иметь класс защиты не менее IP54 по ГОСТ 14254, герметичный корпус, устойчивый к воздействию ударов, воды и пыли, отдельную кнопку аварийного вызова (emergency), специальную кнопку вызова (PTT), громкоговоритель увеличенного размера (по сравнению с GPH). Эти терминалы в течение одного цикла зарядки аккумуляторов должны действовать в течение не менее 8 часов (50 % – в дежурном режиме, 50 % – в режиме переговоров), а в дежурном режиме – в течение не менее 160 часов. Терминалы должны быть укомплектованы оборудованием hands free. Это оборудование должно иметь наушники, микрофон, кнопку PTT и держатель для крепления этого оборудования. Корпус оборудования hands free должен иметь класс защиты IP54.

Диапазон рабочих температур терминала OPS должен соответствовать годовому диапазону температур атмосферного воздуха территории прохождения трассы ВСМ (см. п. 1.9.4 настоящих СТУ). Этот терминал должен

иметь класс защиты IP54, герметичный корпус, устойчивый к воздействию ударов, воды и пыли, отдельную кнопку аварийного вызова (emergency), специальную кнопку вызова (PTT), громкоговоритель увеличенного размера, функции сигнала обеспечения связи (link assurance), а также кнопки защиты (dead man function), специальный держатель с поворачиваемым креплением, предназначенный для крепления терминала на работнике, участвующем в маневрах, дополнительный микрофон, управляемый PTT, запасную аккумуляторную батарею, емкость которой должна быть не менее 2300 мА·час. Эти терминалы в течение одного цикла зарядки аккумуляторов должны действовать в течение не менее 12 часов (50 % – в дежурном режиме, 50 % – в режиме переговоров), а в дежурном режиме – в течение не менее 160 часов. Терминалы должны быть укомплектованы оборудованием hands free. Оборудование должно иметь наушники, микрофон, кнопку PTT и держатель для крепления этого оборудования. Корпус устройства hands free должен иметь класс защиты IP54.

Для эксплуатации терминалов в условиях низких температур в комплекте поставки должны содержаться все необходимые приспособления.

5.1.2.7 Подсистема фиксированной диспетчерской связи (FDN) должна состоять из устройств коммутации фиксированной диспетчерской связи (PBX-R) и терминальных устройств, их систем управления, а также системы записи переговоров абонентов сети FDN.

Коммутирующие (PBX-R) и терминальные устройства фиксированной диспетчерской связи должны быть соединены непосредственно или через системы передачи данных. Терминалы FDN также должны действовать в качестве мобильных станций в сети GSM-R.

FDN должна быть соединена с системой GSM-R и с существующей сетью фиксированной диспетчерской связи. Соединительные каналы (2 Мбит/с) должны быть резервированы с использованием технологии  $n + 1$  в каждом отдельном направлении.

Система FDN должна быть установлена как система без потерь: любому абоненту связь должна быть доступна всегда, независимо от ситуации в сети (поездному диспетчеру, дежурному по станции или другому абоненту в любой ситуации должна быть предоставлена возможность связаться с помощью терминала FDN с любым поездом, находящимся в зоне его ответственности, или с другими устройствами, установленными на подвижном составе, а также с абонентами FDN, GSM-R и существующей сети технологической связи).

Необходимо установить для всех устройств FDN системы управления (EMS) и обеспечить, чтобы работа оборудования контролировалась из Центра обслуживания и управления сетью (NMC). Спонтанные сообщения о любых неисправностях устройств FDN должны в реальном времени передаваться в Центр обслуживания и управления сетью (NMC).

Необходимо предусмотреть возможность производить конфигурацию всех терминалов FDN, обновление программного обеспечения, а также

устранение нарушений работы устройств из Центра управления дистанционным способом или (по выбору) на месте установки устройства.

Программное обеспечение и базы данных устройств FDN должны быть защищены от несанкционированного доступа.

На дисплее пульта связи поездного диспетчера должны автоматически отображаться номера поездов, находящихся в зоне его ответственности – записи в специальном реестре, при помощи которых можно осуществлять вызовы.

Обновление программного обеспечения пультов диспетчерской связи FDN и настройки баз данных должны выполняться дистанционно из Центра обслуживания сети (используя фиксированное присоединение сети) и, по выбору, на месте эксплуатации оборудования.

Пульты диспетчерской связи FDN (терминалы) должны быть соединены с коммутатором PBX-R с использованием каналов E1 и IP-доступа.

При нарушениях сети электропитания переменного тока напряжением 220 В пульты связи должны быть обеспечены электроэнергией от резервного источника питания. Резервирование питания пультов связи должно обеспечиваться в течение 8 часов.

Все переговоры абонентов сети FDN должны записываться.

Все услуги связи, предоставляемые сетью FDN, должны учитываться в Системе обслуживания и учета клиентов (CCBS).

Оборудование FDN должно иметь внешние независимые носители, сохраняющие информацию при отсутствии питания и предназначенные для сохранения программного обеспечения и начальных установок. В случае программного сбоя любой составляющей части FDN должна быть предусмотрена возможность восстановления данных, которые были заранее сохранены в этом носителе. Восстановление данных в любом устройстве FDN должно занимать не более 30 минут.

### 5.1.3 Организация каналов связи между элементами ЦСТР стандарта GSM-R

5.1.3.1 Должна быть сформирована оптическая транспортная платформа на основе технологии WDM (DWDM и CWDM).

5.1.3.2 Транспортная (первичная) сеть должна быть сформирована на основе двух видов типовых сетевых фрагментов:

- типового звена (ТЗВ);
- типовой секции (ТС), включающей в себя цепочку ТЗВ и прямое соединение транзитно-периферийных узлов (ТПУ) ТПУ–ТПУ, организованное на свободной паре оптических волокон.

5.1.3.3 На прямом соединении ТПУ–ТПУ должна использоваться технология DWDM, в цепочке ТЗВ – технология CWDM.

5.1.3.4 Для организации СПД ОбТН в региональных узлах (РУ) необходимо установить маршрутизаторы MPLS с расширенной функциональностью.



В ТПУ по концам ТС необходимо также установить маршрутизаторы MPLS. На каждом ПУ в цепочке ТЗВ между ТПУ необходимо установить коммутаторы Ethernet, осуществляющие переключения на уровне L2.

5.1.4 Администрирование, конфигурирование ЦСТР стандарта GSM-R, включение в единую систему мониторинга и администрирования (ЕСМА) сетей связи ОАО «РЖД»

5.1.4.1 Для реализации функций администрирования и конфигурирования ЦСТР должно быть предусмотрено использование действующей Единой системы мониторинга и администрирования сети связи ОАО «РЖД» (ЕСМА).

5.1.4.2 Информация о состоянии оборудования должна передаваться в служебных каналах группового линейного тракта и поступать в сеть передачи данных ЕСМА через шлюзовые элементы.

5.1.4.3 Действующее серверное оборудование ЕСМА должно располагаться в Центре технологического управления (ЦТУ), а рабочие места операторов – в ЦТУ и центрах технического обслуживания (ЦТО).

## **5.2 Цифровая система технологической радиосвязи стандарта DMR**

5.2.1 Функциональные требования к ЦСТР стандарта DMR и требования по гарантированной безопасности и надежности

5.2.1.1 Должны быть реализованы следующие функции передачи речи:

- циркулярный голосовой вызов;
- групповой голосовой вызов;

На основе анализа технологических процессов должна быть сформирована таблица доступности абонентов ВСМ Москва – Казань, в которой должны быть установлены группы и категории абонентов, условия доступности для абонентов сетей DMR и абонентов других сетей (GSM-R), права, обязанности, приоритеты вызовов и т. д.

5.2.1.2 Должны быть реализованы следующие функции передачи данных:

- передача данных коммутируемых цепей.

5.2.2 Архитектура ЦСТР стандарта DMR, основные компоненты

5.2.2.1 Цифровая система DMR поездной радиосвязи должна включать:

- распорядительную станцию;
- диспетчерские абонентские терминалы (пульты);
- пульты дежурных по станции;
- сервер управления сетью радиосвязи (радиосервер);
- стационарные радиостанции;
- ретрансляторы;
- локомотивные (возимые) радиостанции по стандарту DMR в вариантах исполнения для телефонной связи и передачи данных;
- носимые радиостанции;

– программный комплекс для конфигурирования стационарных радиостанций, ретрансляторов станций, мобильных радиостанций и носимых радиостанций;

– программное обеспечение системы, включающее комплекс для конфигурирования стационарных радиостанций, ретрансляторов станций, мобильных радиостанций и носимых радиостанций; комплекс для диспетчерской станции;

– АРМ мониторинга, контроля, администрирования системы, взаимодействующий с ЕСМА;

– регистратор переговоров.

5.2.2.2 Цифровая система передачи данных по радиоканалу должна включать:

– стационарную радиостанцию с функцией передачи данных по радиоканалу;

– локомотивную радиостанцию с функцией передачи данных по радиоканалу;

– АРМ мониторинга, контроля, администрирования системы, взаимодействующий с ЕСМА.

5.2.2.3 Сооружения и устройства инфраструктуры:

– антенно-фидерные устройства;

– системы бесперебойного электропитания и заземления.

5.2.2.4 Радиоэлектронные средства цифровых сетей радиосвязи стандарта DMR должны соответствовать требованиям «Правил применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиосвязи. Часть IV. Правила применения оборудования подсистем базовых станций сетей подвижной радиосвязи стандарта DMR» (приказ Мининформсвязи от 5 февраля 2010 г. № 26).

Основные характеристики РЭС приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование	Базовая станция	Абонентская станция
Параметры радиоинтерфейса:		
Разнос частот между соседними каналами, кГц	12,5	
Тип модуляции несущей	4FSK (четырёхуровневая частотная манипуляция)	
Передача информации в радиоканале	Цифровая	
Метод уплотнения каналов на одной несущей	TDMA (многостанционный доступ с временным разделением каналов)	
Число временных каналов на одной несущей (число слотов в кадре)	2	
Скорость цифрового потока в радиоканале, кбит/с	9,6	
Способ разделения каналов	Частотно-временной	

Наименование	Базовая станция	Абонентская станция
Мощность несущей передатчика (на эквиваленте антенны), Вт	40	10 (возимая) 2 (носимая)
Приемник:		
Чувствительность, дБмкВ, соответствующая $BER = 10^{-2}$ , при нормальных условиях (НУ) не хуже значения электродвижущей силы (эдс)	3	
Избирательность по соседним каналам, дБ, соответствующая $BER = 10^{-2}$ при НУ не менее	60	
Избирательность по побочным каналам приема, дБ, при НУ, соответствующая $BER = 10^{-2}$ , не менее (для любой частоты, отстоящей от номинальной частоты приемника более чем на величину двух разносов частот между соседними каналами)	70	
Интермодуляционная избирательность, дБ, соответствующая $BER = 10^{-2}$ при НУ, не менее (для сигналов помехи на частотах $f + 50$ кГц и $f + 100$ кГц либо $f - 50$ кГц и $f - 100$ кГц)	70	—

### 5.2.3 Организация каналов связи между элементами ЦСТР стандарта DMR

#### 5.2.3.1 Организация передачи данных в системе цифровой поездной радиосвязи

Должна обеспечиваться передача данных между распорядительной станцией и локомотивной радиостанцией передачи данных по стандарту DMR.

Должна обеспечиваться передача данных между внешним устройством (сервером), подключенным к сети передачи данных с использованием протокола TCP/IP и локомотивной радиостанцией передачи данных по стандарту DMR.

Передача данных и голоса должна осуществляться по одному радиочастотному каналу в полосе 12,5; 25 кГц по различным слотам.

Должна обеспечиваться передача данных между абонентскими (стационарными, локомотивными, носимыми) радиостанциями в зоне работы одного репитера или репитеров, сгруппированных по технологии IP Site Connect.

Данные должны передаваться с использованием групповой и индивидуальной адресации.

Данные о местоположении локомотивных (возимых) радиостанций, а также система спутниковой навигации должны отображаться на терминалах (пультах управления) ДНЦ и ДСП и АРМ администратора сети.

Должна быть предусмотрена возможность передачи текстовых сообщений на локомотивы от внешних управляющих устройств.

#### 5.2.3.2 Организация цифровой системы передачи данных

Цифровая сеть передачи данных предназначена для использования в информационно-управляющих системах и организуется при помощи радиостанций передачи данных (радиомодема) в диапазоне 160 МГц.

Радиомодем должен работать в одно- или двухчастотном симплексном режиме и обеспечивать:

- радиодоступность абонентов на контролируемом участке с вероятностью не менее 0,95 по месту и времени;
- вероятность ошибки на бит принимаемой информации не хуже  $1 \times 10^{-3}$ ;
- неразрывность установленных сеансов связи при переходе локомотивного радиомодема из зоны одной базовой (стационарной) радиостанции в зону другой базовой станции (хендовер);
- увязку стационарных устройств радиосвязи с системой ЕСМА технологической сети связи ОАО «РЖД».

Требования к радиомодемам сети передачи данных для информационно-управляющих систем разрабатывается по отдельному заданию.

5.2.4 Администрирование, конфигурирование ЦСТР стандарта DMR, включение в единую систему мониторинга и администрирования (ЕСМА) сетей связи ОАО «РЖД»

5.2.4.1 В системе DMR должен обеспечиваться мониторинг и администрирование стационарных радиостанций, репитеров, локомотивных радиостанций, терминалов и пультов управления и работы системы в целом на АРМ администратора сети и взаимодействие с ЕСМА.

5.2.4.2 Единая система мониторинга и администрирования должна обеспечивать взаимодействие с базой данных системы ПРСЦ-160 (система передачи данных в радиочастотном диапазоне 160 МГц):

- возможность задавать пользовательские папки для хранения архивов базы данных и записей переговоров;
- просмотр информации о базе данных (сервер, имя, размер базы данных, общий размер аудиофайлов записей переговоров);
- архивирование старой базы данных (все данные старше указанной даты удаляются и создается архив базы данных с возможностью его последующего восстановления);
- архивирование базы данных по расписанию (База данных архивируется регулярно в соответствии с пожеланиями администратора);
- возможность восстановления всех данных системы из имеющегося архива базы данных и записей переговоров;
- сохранение всех данных при обновлении версии ПО.

5.2.4.3 ЕСМА ПРСЦ-160 должна обеспечивать работу с радиоканалом и голосовыми функциями:

- настройки различных схем перенаправления вызовов, позволяющих соединять между собой различные радиосети (каналы), в том числе аналоговые и цифровые, объединяя их в общую радиосеть;

- подключения внешнего микрофона (тангенты) к распорядительной станции (нажатие тангенты автоматически инициирует вызов на выбранном канале).

5.2.4.4 ЕСМА должна обеспечивать выполнение следующих требований к работе с абонентскими радиостанциями:

- добавление радиостанций и радиогрупп в системе;
- настройку свойств абонента (разрешить текстовые сообщения и ГЛОНАСС/GPS (с возможностью настройки индивидуального интервала опроса координат), выбрать картинку для отображения абонента, указать номер поезда и локомотива);
- удаленную блокировку абонентской радиостанции диспетчером (если абонент недоступен, радиостанция будет заблокирована при попытке включения);
- создание логических групп и подгрупп и включения в них конкретных абонентов.

5.2.4.5 ЕСМА должна обеспечивать выполнение следующих требований к работе со стационарными радиостанциями (ретрансляторами):

- просмотр и редактирование свойств стационарной радиостанции (слота ретранслятора);
- задание зон и каналов (возможность задавать пользовательские названия для канала или зоны);
- возможность задавать доступные группы вызовов для данного канала;
- возможность указать дополнительную стационарную станцию (слот) для персональных вызовов;
- настройку уровня громкости звука на «Приеме» и «Передаче» данной базовой станции (слота ретранслятора);
- удаленное переключение канала (зоны) на стационарной радиостанции;
- удаленную перезагрузку стационарной радиостанции.

5.2.4.6 ЕСМА должна обеспечивать выполнение следующих требований к работе с распорядительной станцией:

- добавление в систему новых пользователей для диспетчерского аппарата, дежурных по станциям и др. (задание имени пользователя и пароля);
- определение доступных каналов и разговорных групп для конкретного абонента;
- отображение и фиксацию прав абонентов (перечень посылаемых вызовов, доступ к базовой радиостанции, блокировка абонентов и т. д.).

## **6 Ремонтно-оперативная радиосвязь на базе коммерческих сетей сотовой связи стандарта GSM**

### **6.1 Назначение системы технологической ремонтно-оперативной радиосвязи на базе подвижной радиотелефонной связи стандарта GSM (POPC GSM)**

Назначение системы POPC GSM – предоставление подвижной радиотелефонной связи персоналу ОАО «РЖД» для выполнения технологических процессов технического обслуживания, ремонта объектов инфраструктуры и подвижного состава.

По сети POPC GSM может передаваться только та информация, которая непосредственно не связана с обеспечением безопасности движения поездов.

### **6.2 Технические требования к системе технологической ремонтно-оперативной радиосвязи на базе сети подвижной радиотелефонной связи стандарта GSM**

6.2.1 POPC GSM должна обеспечивать:

6.2.1.1 Радиотелефонную связь для персонала ОАО «РЖД»:

- между собой и внутри структурного подразделения по заданным параметрам доступности соединений абонентов;
- между структурными подразделениями и филиалами ОАО «РЖД» по заданным параметрам доступности соединений;
- с оперативно-диспетчерским аппаратом структурных подразделений, филиалов и центрального аппарата ОАО «РЖД»;
- с руководителями структурных подразделений, филиалов, центрального аппарата ОАО «РЖД»;
- с экстренными службами;

6.2.1.2 Ведение переговоров между абонентами POPC GSM с использованием индивидуальных вызовов;

6.2.1.3 Ведение переговоров между абонентами POPC GSM с использованием групповых вызовов по заданным параметрам доступности соединений абонентов;

6.2.1.4 Выход абонентов POPC GSM в общетехнологическую телефонную сеть связи ОАО «РЖД» по заданным параметрам доступности соединений абонентов;

6.2.1.5 Выход абонентов POPC GSM в сеть оперативно-технологической связи ОАО «РЖД» по заданным параметрам доступности соединений абонентов;

6.2.1.6 Использование приоритетов для абонентов POPC GSM различных категорий;

6.2.1.7 Регистрацию переговоров абонентов POPC GSM;

6.2.1.8 Тарификацию переговоров абонентов POPC GSM;

6.2.1.9 Организацию факсимильной связи и передачи данных (с мест проведения работ) для абонентов POPC GSM;

6.2.1.10 Передачу данных в режиме коммутации каналов и в режиме GPRS;

6.2.1.11 Возможность работы абонентов POPC GSM с использованием «коротких номеров», используемых в нумерации сети ОБТС.

6.2.2 Для каждой железной дороги ОАО «РЖД», по территории которой проходит ВСМ Москва – Казань, в рамках выделенного диапазона нумерации ОБТС должны быть разработаны таблицы доступности абонентов, в которых указываются:

- полный список абонентов POPC GSM ВСМ;
- сформированные группы абонентов;
- связанность между группами;
- DEF-абонентские номера оператора и соответствующие им номера ведомственной сети.

6.2.3 В POPC GSM могут использоваться следующие абонентские терминалы:

- носимые терминалы;
- терминалы, устанавливаемые на подвижных объектах;
- стационарные терминалы для оперативно-диспетчерского аппарата ОАО «РЖД».

Необходимость использования терминалов с функциями GPRS и GLONASS/GPS определяется для каждой категории абонентов дополнительно.

6.2.4 Сеть POPC GSM должна обеспечивать предоставление следующих услуг (функций):

6.2.4.1 Услуги мобильной связи:

- передачу речевых сообщений (телефония, аварийные вызовы);
- передачу коротких сообщений;
- передачу факсимильных сообщений;

6.2.4.2 Дополнительные услуги GSM:

- отображение информации о вызывающем и вызываемом абоненте;
- переадресацию вызова при занятости абонента, безусловную переадресацию;

- ожидание вызова, ожидание ответа;

- трехстороннюю конференц-связь;

- информацию о нахождении в роуминге;

- ограничение по входящим и исходящим вызовам;

6.2.4.3 Функции сетевой поддержки и технического обслуживания для оператора и абонентов POPC GSM:

- регистрацию абонентских радиостанций в сети POPC GSM;
- автоматический роуминг для отдельных категорий абонентов в пределах всей сети сотового оператора;
- установку приоритетов вызовов для различных категорий абонентов;

- управление приоритетами абонентов, изменение параметров временных ограничений на длительность переговоров, длительность ожидания ответа и т.п.;

- динамическое формирование, переформирование групп абонентских радиостанций оператором системы; назначение ограничений и приоритетов при связях между группами;

- обработку и выдачу в реальном времени на специализированные дорожные АРМ-ы информации о месте положения абонентов ROPS GSM с точностью до 100 м.

6.2.4.4 Перечень услуг и функций может меняться по мере развития сетей GSM, сетей технологической связи ОАО «РЖД» по договоренности между сторонами.

6.2.5 Центр тарификации, мониторинга и администрирования сети ROPS GSM должен размещаться в Центральной станции связи ОАО «РЖД». Региональные центры должны располагаться в городах Москва, Нижний Новгород.

6.2.6 Подключение сотовой сети связи стандарта GSM к технологической сети связи ОАО «РЖД» должно осуществляться в соответствии со следующими принципами:

6.2.6.1 Должна быть организована интеллектуальная платформа взаимодействия сетей связи;

6.2.6.2 Соединительные линии от коммутаторов операторов сотовой связи стандарта GSM необходимо подключать через оборудование интеллектуальной платформы к ближайшим к ним цифровым УПАТС ОБТС ОАО «РЖД»;

6.2.6.3 Подключение к оборудованию интеллектуальной платформы со стороны оператора сотовой связи стандарта GSM должно осуществляться по потокам E1 с сигнализацией ОКС № 7 (в расчете 0,15 Эрл на соединительную линию);

6.2.6.4 Соединительные линии со стороны цифровых УПАТС ОБТС ОАО «РЖД» должны подключаться к оборудованию интеллектуальной платформы по одному потоку E1 (в перспективе до трех) с сигнализацией EDSS-1;

6.2.6.5 Взаимодействие (контроль, управление) между оборудованием интеллектуальной платформы (программные коммутаторы, медиа-шлюзы, сервера приложений и т. д.) должно осуществляться по сети технологической связи ОАО «РЖД».

### **6.3 Требования к Оператору сети подвижной связи стандарта GSM**

Оператор сети подвижной связи стандарта GSM должен обеспечить:

- присоединение коммутаторов Оператора к технологической сети ОАО «РЖД»;

- установление соединений между мобильными абонентами и абонентами технологической сети связи ОАО «РЖД».



При этом абоненты POPC GSM должны представлять собой корпоративную группу.

На абонентов сети POPC GSM должны распространяться все правила набора номеров по сетям ОБТС ОАО «РЖД». Для выхода мобильных абонентов в технологическую сеть связи ОАО «РЖД» допускается использование префикса «\*» или временно «\*xx»;

- техническую поддержку мобильного сегмента POPC GSM.

Под зоной ответственности Оператора понимается сетевая инфраструктура, являющаяся частью сети связи Оператора.

Зона ответственности Оператора заканчивается на цифровом кроссе (DDF) либо на порте мультиплексора, обеспечивающего присоединение к ОАО «РЖД»;

- взаимодействие с элементами сети GSM оператора по стандартным протоколам для осуществления определения местоположения абонента по одному из следующих параметров: LAC, Cell ID, MSRN;

- заключение договора на основании действующего законодательства и Правил оказания услуг подвижной связи.

#### **6.4 Технические решения по созданию системы технологической радиосвязи ОАО «РЖД» на базе сети подвижной связи стандарта GSM**

6.4.1 Технические решения (ТР) разработаны на основе Технических требований к системе технологической ремонтно-оперативной радиосвязи на базе подвижной радиотелефонной связи стандарта GSM и Общих принципов формирования нумерации на сети общетехнологической связи ОАО «РЖД».

##### **6.4.2 Общие принципы организации сети POPC GSM**

6.4.2.1 Для организации POPC GSM необходимо предусмотреть на сети ОБТС ОАО «РЖД» – GSM-операторов уровень интеллектуальной платформы FMC. Это позволит обеспечить систему гибкой маршрутизации (анализ цифр номера и выбор кратчайшего пути прохождения вызова, обходная маршрутизация при занятости каналов, в случае повреждения и т. д.), а также конвертацию сигнализаций и внедрение конвергентных услуг связи.

6.4.2.2 План нумерации абонентов в сети POPC GSM должен формироваться по следующим принципам:

- центром ведения тарификации должна быть Центральная станция связи – филиал ОАО «РЖД» (ЦСС);

- абоненты POPC GSM должны представлять собой корпоративные группы;

- для абонентов POPC GSM должна обеспечиваться возможность использования пятизначных номеров для соединений между собой в режиме индивидуальных вызовов;

- для абонентов POPC GSM должна обеспечиваться возможность взаимных соединений с абонентами телефонной сети ОБТС ОАО «РЖД»;

- на абонентов сети POPC должны распространяться все правила набора номеров по сетям ОБТС ОАО «РЖД»;

– правила набора для доступа к специализированным справочным службам оператора GSM и ОБТС должны согласовываться дополнительно.

6.4.3 При организации РОРС GSM построение схем узлов коммутации должно идти с привязкой к существующим крупным узлам железных дорог ОАО «РЖД», которые являются центрами концентрации нагрузки.

6.4.4 Функциональные требования к платформе FMC

6.4.4.1 Платформа FMC должна предоставлять среду для работы FMC оператора и включать в себя:

- устройство интерактивного голосового ответа IVR с соответствующими интерфейсами;
- организацию групп пользователей;
- систему подготовки данных для автоматизированной системы расчетов за услуги связи ОАО «РЖД»;
- систему регистрации вызовов и записи телефонных переговоров;
- систему увязки (сопряжения) с Единой системой мониторинга и администрирования сетей технологической связи ОАО «РЖД» (ЕСМА).

6.4.4.2 Модули платформы FMC должны поддерживать подходящий интерфейс для соединения с внешним сервисным приложением. Платформа FMC должна иметь программный интерфейс для предоставления услуг.

6.4.4.3 РОРС GSM на базе платформы FMC должна иметь возможность линейного расширения без замены важного оборудования.

6.4.4.4 Платформа FMC должна иметь надежное запоминающее устройство для хранения общих данных, такая база данных предназначена для осуществления возможного сохранения/поиска прикладных данных (профилей пользователя и т. п.). Сервисное приложение (Service Application) должно иметь возможность выполнять операции, связанные с профилем пользователя, используя одну точку взаимодействия с платформой FMC.

6.4.4.5 Платформа FMC должна предоставлять программируемый API-интерфейс для взаимодействия со статическими и динамическими данными реестра HLR сотового оператора (т. е. текущее расположение/история регистрации и т. д.) по протоколу MAP или PARLAY.

6.4.4.6 Платформой FMC должна обеспечиваться маршрутизация входящих звонков при роуминге из «домашней» сети на текущее место пребывания через цифровые сети ОБТС.

6.4.4.7 Платформой FMC должно обеспечиваться функционирование беспроводной телефонной системы PBX с заявленными возможностями, включающими:

- голосовую сеть VPN (с замкнутыми абонентскими группами (ограничениями и т. д.);
- автоматическое распределение вызовов;
- поиск/многокольцевую структуру.

6.4.4.8 Платформа FSC должна обеспечивать:

- генерирование отчетов и сохранение истории;
- тарифные планы/организация тарифов.

6.4.4.9 Требования к функционированию, управлению, организации и контролю:

- система должна предоставить средства для обновления параметров системы, запуска и остановки всей системы или отдельных модулей. Обновление/загрузка приложений должна иметь возможность происходить без прерывания сервиса;

- система должна иметь инструмент настройки (configuration tool) для управления интерфейсами сетевых элементов. Система должна предоставить средства для создания журналов регистрации (historical logs) в целях эксплуатации и обслуживания;

- платформа ФМС должна предоставить систему мониторинга (monitoring system), сопряженную и включенную в Единую систему мониторинга и администрирования сетей технологической связи ОАО «РЖД» (ЕСМА).

Система мониторинга должна обеспечивать гибкую настройку списков неполадок (alarm lists) с возможностью фильтрации по типам ошибок, критическому состоянию, комплектации/недокомплектации, типу сетевого элемента, группе сетевых элементов и пр.

6.4.5 Платформа FMS должна:

- предоставлять программируемый API-интерфейс для взаимодействия со статическими и динамическими данными реестра HLR (т. е. текущее расположение/история регистрации и т. д.) по протоколу MAP или PARLAY;

- обеспечивать маршрутизацию звонков при роуминге из домашней сети на текущее место пребывания через выделенную сеть ОБТС.

6.4.6 Система регистрации переговоров сети POPC GSM должна обеспечивать:

- функционирование в круглосуточном необслуживаемом режиме;
- регистрацию факта установления соединения с указанием даты и времени;

- регистрацию номеров вызывающего и вызываемого абонентов с указанием категории (железнодорожный/не железнодорожный номер);

- продолжительность переговоров;

- запись содержания переговоров;

- возможность просмотра имеющейся информации по времени и номеру абонента;

- возможность прослушивания записей переговоров;

- хранение зарегистрированной информации в течение заданного времени с обеспечением регламента доступа к информации и возможностью резервирования данных.

## **7 Беспроводная система передачи данных для информационно-управляющих систем**

### **7.1 Общие принципы организации беспроводных систем передачи данных**

7.1.1 Беспроводная система передачи данных может строиться с использованием общего комплекса инфраструктуры с цифровыми системами железнодорожной радиосвязи (поездной, станционной или ремонтно-оперативной) или с использованием отдельных специализированных РЭС.

7.1.2 Линейные сети передачи данных обеспечивают передачу информации между стационарным(ми) пунктом(ами) и подвижными объектами, находящимся на перегонах и станциях участка железной дороги.

7.1.3 Станционные сети передачи данных обеспечивают передачу информации между стационарным пунктом и подвижными объектами на территории станции.

7.1.4 Внутрипоездные сети передачи данных обеспечивают передачу информации между объектами, находящимися в составе одного поезда.

### **7.2 Использование беспроводных систем передачи данных в системе управления движением поездов**

7.2.1 Система управления движением поездов включает в себя каналы сети железнодорожной электросвязи (магистральной сети связи, систем радиодоступа, технологических систем связи), объединяющие структурные звенья системы управления движением поездов с интеллектуальной бортовой системой высокоскоростного (ВС) подвижного состава.

7.2.2 Система управления движением поездов (СУДП) должна идентифицировать каждый ВС подвижной состав и формировать базу данных параметров их движения, параметров технического состояния комплекса устройств ЖАТ, бортового оборудования ВС состава и сети железнодорожной электросвязи.

7.2.3 Интеллектуальное бортовое оборудование ВС состава, отвечающее за безопасность движения, должно получать агрегированную информацию от всех подсистем, участвующих в управлении движением, контролировать предельные скорости движения и рассчитывать параметры движения, а также передавать в системы управления движением контрольную информацию о выполнении ограничений на движение и состоянии приборов безопасности.

7.2.4 В СУДП должен быть предусмотрен контроль соединения с бортовым оборудованием ВС состава и оценкой качества связи, реализованный средствами мониторинга сети железнодорожной электросвязи совместно с аппаратно-программным комплексом систем технической диагностики и мониторинга (СТДМ) ЖАТ.

7.2.5 В проектной документации Центра управления ВСМ необходимо предусмотреть реализацию функции получения агрегированной информации о состоянии инфраструктуры ВСМ из Центров мониторинга, системы комплексной безопасности и – в случае возникновения нештатных ситуаций – передачи в систему ЖАТ и на бортовое оборудование ВС подвижного состава команд на временное ограничение скорости.

7.2.6 Основным режимом управления движением ВС составов должно являться диспетчерское управление из центра управления ВСМ.

С целью обеспечения высокой надежности управления ВС составами в СУДП должны быть реализованы два контура управления с обратными связями. Расчет параметров движения в двух контурах управления системы ЖАТ должен осуществляться на основе моделей подвижных блок-участков с использованием информации от независимых датчиков.

7.2.7 В состав систем и устройств ЖАТ должны, в частности, входить системы интервального регулирования (ИР); радиоблокцентры; системы диагностики и мониторинга устройств ЖАТ.

7.2.8 Системы ЖАТ должны строиться с двумя контурами управления:

1) организация движения поездов с использованием радиоблокцентра. Контур работает на основе информации, получаемой от бортового интеллектуального оборудования безопасности, включая геокоординаты, и встроенных датчиков контроля целостности ВС состава;

2) организация движения поездов без путевых светофоров на перегонах и станциях (в автоматическом режиме пропуска по главным путям) по сигналам АЛС (АЛСО с подвижными блок-участками на базе тональных рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализацией непрерывного типа).

7.2.9 Комплекс аппаратно-программных средств радиоблокцентр должен выполнять следующие функции:

- обмен с базой данных идентификации ВС составов на участке ВСМ и контроль их проследования;

- контроль за непрерывным соединением по сети радиодоступа с бортовым оборудованием высокоскоростного состава;

- передачу на бортовое оборудование высокоскоростного состава информации о координатах движения впереди идущего состава.

7.2.10 Система управления стрелками и сигналами светофоров на станциях должна обеспечивать, в частности:

- передачу команд экстренной остановки поезда и разрешения на проследование запрещающего сигнала;

- взаимодействие с радиоблокцентром с целью передачи информации о поездном положении на бортовое оборудование ВС подвижного состава.

7.2.11 Подсистема диспетчерского управления должна предусматривать взаимодействие с радиоблокцентром с целью обмена данными о дислокации поездов, скорости их движения, состоянии бортовых устройств (с другими подсистемами управления) и возможности передачи на борт ВС состава управляющих сигналов от поездного диспетчера:

- о принудительной остановке поезда;

– разрешения проезда запрещающего сигнала и разрешения на движение.

#### 7.2.12 Требования к сети передачи данных

Интеграция ЖАТ с системой радиодоступа (с двойным радиопокрытием между базовыми станциями) к бортовому оборудованию ВС состава осуществляется через радиоблокцентр, со временем доставки пакетов (в обоих направлениях) до движущегося состава в соответствии с нормами выбранного стандарта радиосвязи на скорости движения 400 км/ч.

### 7.3 Международный опыт организации беспроводной системы передачи данных для информационно-управляющих систем

*Основные требования к БСПД и требования по гарантированной безопасности и надежности*

Возможности беспроводной передачи данных в сочетании с возможностями обработки данных позволяют создавать программно-аппаратные информационно-управляющие системы, которые можно применять для полностью автоматического (т. е. без участия человека) управления движением поездов (Communications-Based Train Control – CBTC). Типовые требования к основным параметрам систем CBTC приведены в табл. 3.

Таблица 3

Типовые требования к основным параметрам систем CBTC

№	Параметр	Типовые значения
1	Максимальное количество поездов, обрабатываемых одной системой	10 – 40 поездов
2	Степень разрешения при определении местоположения поезда	От $\pm 0,25$ м до $\pm 6,25$ м
3	Точность определения местоположения поезда (т. е. максимальная ошибка определения местоположения поезда в штатных условиях функционирования системы)	От $\pm 5$ м до $\pm 10$ м
4	Точность прицельной остановки поезда у платформы, не оборудованной дверями для пропуска пассажиров в вагоны или из вагонов поезда	$\pm 0,25$ м
5	Точность прицельной остановки поезда у платформы, оборудованной дверями для пропуска пассажиров в вагоны или из вагонов поезда	$\pm 0,05$ м
6	Точность представления расстояния между поездами при интервальном регулировании движения поездов для функций автоматической поездной защиты	От $\pm 0,25$ м до $\pm 6,25$ м
7	Степень разрешения при определении скорости движения поезда для функций автоматической поездной защиты	От $\pm 0,5$ км/ч до $\pm 2$ км/ч
8	Точность определения скорости движения поезда для функций автоматической поездной защиты (т. е. максимальная ошибка определения скорости движе-	$\pm 3$ км/ч

	ния)	
9	Степень разрешения при установке командного значения скорости движения поезда	От $\pm 0,5$ км/ч до $\pm 5$ км/ч
10	Задержка передачи сообщения по каналу связи «поезд – наземная инфраструктура»	0,5–2 с (номинальные значения)
11	Задержка передачи сообщения по каналу связи «наземная инфраструктура – поезд»	0,5–2 с (номинальные значения)
12	Время реагирования напольного оборудования системы СВТС	0,07–1 с (номинальные значения)
13	Время реагирования бортового оборудования системы СВТС	0,07–0,75 с (номинальные значения)
14	Критерий движения поезда в направлении, обратном установленному	Перемещение назад на расстояние от 0,5 м до 2 м
15	Критерий нулевой скорости	От $< 1$ км/ч до $< 3$ км/ч за 2 с

#### **7.4 Требования к проектированию применения беспроводных систем передачи данных в хозяйствах ВСМ**

Применение системы беспроводной передачи данных (БСПД) в хозяйствах инфраструктуры ВСМ (помимо поездной радиосвязи) может быть представлено двумя направлениями: 1) применение БСПД для усовершенствования технологических карт хозяйств, 2) применение БСПД для мониторинга и управления напольными устройствами, используемыми в хозяйствах.

Анализ целесообразности и возможности применения БСПД по этим двум направлениям должен стать основой для оценки суммарного трафика передачи данных на различных участках и станциях ВСМ и потребностей в каналообразующем оборудовании БСПД.

**7.4.1 Применение БСПД для усовершенствования технологических карт.**

При проектировании применения (БСПД) в хозяйствах ВСМ необходимо опираться на анализ возможностей усовершенствования технологических карт хозяйств при помощи БСПД. Для этого должны быть рассмотрены все технологические карты каждого хозяйства (СЦБ, электроснабжение, путь и др.), чтобы определить, как БСПД может применяться для повышения эффективности и безопасности работ, регламентируемых данной картой.

В табл. 4 представлена примерная форма, которую необходимо заполнить при решении этого вопроса применительно к каждой технологической карте.

**7.4.2 Применение БСПД для мониторинга и управления напольными устройствами**

При проектировании применения БСПД для мониторинга и управления напольными устройствами хозяйств инфраструктуры ВСМ должна быть рассмотрена сначала целесообразность и возможность такого мониторинга и управления. С этой целью должны быть рассмотрены все типы напольных устройств, в том числе устройств системы защиты ВСМ от противоправных

действий людей, включая беспилотные летательные аппараты (БПЛА), если их применение будет признано целесообразным.

Для устройств, критичных для безопасности движения, необходимо также провести анализ риска в соответствии с действующими нормативными документами.

## **8 Антенно-фидерные устройства в системах железнодорожной радиосвязи в проекте ВСМ**

### **8.1 Общие требования по организации антенно-фидерных устройств в системах железнодорожной радиосвязи в проекте ВСМ**

8.1.1 Установка антенных мачт для ЦСТР должна осуществляться на расстоянии не менее половины высоты мачты от границы крайнего рельса со стороны установки мачты.

8.1.2 Расстояние между смежными антенными мачтами должно определяться с условием обеспечения надежного «хэндовера» в радиосети на скоростях до 400 км/ч.

### **8.2 Организация антенно-фидерных устройств в цифровых системах технологической радиосвязи стандарта GSM-R**

8.2.1 В состав антенно-фидерного тракта (АФТ) базовых станций ЦСТР, как правило, входят:

- приемо-передающие антенные системы (Rx/Tx) или отдельно приемные (Rx) и передающие (Tx) антенные системы;
- радиочастотные коаксиальные кабели;
- соединительные радиочастотные кабельные вставки (джамперы);
- дополнительные элементы (сумматоры/делители мощности, предварительные усилители, заземлители и т. д.).

8.2.2 При выборе антенн для каждой конкретной базовой станции сети следует исходить из конфигурации территории, которую требуется покрыть радиосвязью. Если базовая станция расположена в центре этой территории и радиосвязь необходима во всех направлениях, то целесообразно использовать ненаправленные антенны. В сетях сотовой связи для обеспечения связи во всех направлениях, как правило, используют несколько секторных антенн, обеспечивающих совместно излучения во всех направлениях. При линейной конфигурации радиосети (вдоль железнодорожного участка) достаточно обеспечить двустороннее излучение сигналов от базовой станции. В этом случае целесообразно использовать двунаправленные антенны или две секторные антенны с достаточно узким лепестком диаграммы направленности, каждая из этих антенн должна обеспечивать излучение в сторону одного из перегонов.

8.2.3 Точная ориентация антенн должна производиться в соответствии с заложенным в проекте сети азимутальным направлением, выбранным по



результатам расчетов радиопокрытия с обеспечением электромагнитной совместимости.

8.2.4 Секторные антенны, устанавливаемые на верхней площадке антенно-мачтового сооружения, должны крепиться к трубостойкам. Крепление антенн к металлоконструкциям производится с помощью стандартных крепежных элементов. Конструкции элементов крепления антенн рассчитаны на устойчивость к метеорологическим воздействиям (ветер, гололед), характерным для района строительства, с учетом веса самих антенн. Металлоконструкции для крепления антенн соединяются с проектируемой системой молниезащиты.

8.2.5 При разработке схем АФТ следует стремиться к минимизации разнообразия типов применяемых антенн, фидеров и дополнительных устройств, поскольку в дальнейшем это позволит существенно упростить обслуживание ЦСТР.

8.2.6 Базовые станции GSM-R должны оснащаться приемопередающими панельными антеннами с вертикальной поляризацией. При этом в антенно-фидерном тракте производится объединение трактов передачи и приема.

8.2.7 Для подключения антенной системы к базовым приемопередающим станциям должны применяться радиочастотные коаксиальные кабели с погонным затуханием не более 0,036 дБ/м на частоте 900 МГц.

8.2.8 Для распределения радиочастотного сигнала по разнонаправленным антеннам необходимо подключать их через сплиттер.

### **8.3 Организация антенно-фидерных устройств в цифровых системах технологической радиосвязи стандарта DMR**

8.3.1 Для оснащения участков ПРС, работающих в диапазоне 160 МГц, должны применяться стационарные антенны, разрешенные для применения на железнодорожном транспорте.

8.3.2 В качестве радиочастотных кабелей, используемых для соединения радиостанции с антенной, необходимо использовать кабели по ГОСТ 31565-2012.

### **8.4 Организация антенно-фидерных устройств в беспроводных системах передачи данных**

Требования к организации АФУ БСПД зависят от диапазона и стандарта радиосвязи, в которых организуется БСПД.

При организации БСПД на базе систем стандарта GSM-R или DMR требования к АФУ аналогичны требованиям к ЦСТР, содержащимся, соответственно, в разделах 8.1. и 8.2. настоящего документа.

### **8.5 Молниезащита стационарных антенн**

8.5.1 При оснащении стационарных объектов антенно-мачтовыми сооружениями поездной радиосвязи необходимо принимать меры по их защите

от прямых ударов молний в соответствии с нормативными требованиями Минэнерго России.

8.5.2 Молниезащите должны подлежать все антенны, находящиеся на крышах зданий и на отдельно стоящих опорах или мачтах. Молниезащита антенн должна состоять в их заземлении и в установке дополнительных устройств – молниеприемников.

8.5.3 Соединение токоотводов между собой, а также присоединение их к молниеприемнику и к заземляющему устройству должно выполняться сваркой или болтовыми соединениями, но при этом площадь контакта между соединяемыми деталями должна быть не менее величины удвоенного сечения токоотводов.

Токоотводящие спуски следует прокладывать от молниеприемника к заземлителю кратчайшим путем без образования петель или острых углов.

8.5.4 При защите антенн с помощью специальных молниеприемников последние должны устанавливаться на расстоянии не менее 2 м от антенн, причем они не должны находиться в направлении связи.

8.5.5 Более подробно требования по молниезащите антенн, а также по организации заземлений рассмотрены в разделе 12 настоящих специальных технических условий.

## **9 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в сетях железнодорожной радиосвязи ВСМ**

### **9.1 Общие требования по обеспечению электромагнитной совместимости в сетях радиосвязи ВСМ**

9.1.1 Обеспечение ЭМС во всех сетях радиосвязи ВСМ должно осуществляться на основе действующих документов Роспотребнадзора.

9.1.2 Все устройства, излучающие электромагнитную энергию и используемые на ВСМ, должны иметь сертификаты безопасности по электромагнитной совместимости.

9.1.3 Для всех сетей технологической радиосвязи, организуемых на участке ВСМ, должны быть определены и согласованы в установленном порядке зоны ограничения застройки (ЗОЗ) и санитарно-защитные зоны (СЗЗ).

9.1.4 При организации мобильной связи для пассажиров, организуемой с использованием сетей подвижной связи коммерческих операторов, должна обеспечиваться их электромагнитная совместимость с сетями технологической радиосвязи ВСМ.

9.1.5 Вопросы выделения радиочастот для организации сетей технологической радиосвязи на участке ВСМ должны решаться в установленном действующим законодательством порядке, при необходимости включая организацию конверсии радиочастот.

## **9.2 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в сетях радиосвязи диапазона 160 МГц**

9.2.1 Электромагнитная совместимость (ЭМС) радиоэлектронных средств обеспечивается за счет:

- выбора частот в соответствии с действующим обобщенным частотным планом ОАО «РЖД» в диапазоне 160 МГц, распределяющим радиочастотные каналы между системами радиосвязи различного назначения (ПРС, СРС, БСПД);
- выполнения проверочных расчетов минимально необходимых частотных и пространственных разнесов при формировании частотно-территориальных планов конкретных сетей радиосвязи;
- проверки непревышения предельно допустимых значений уровней помех, создаваемых объектами инфраструктуры и подвижными объектами.

9.2.2 Радиоэлектронные средства, применяемые для построения систем и сетей цифровой железнодорожной радиосвязи, должны соответствовать техническим требованиям, изложенным в «Правилах применения базовых станций и ретрансляторов систем подвижной радиотелефонной связи. Часть IV. Правила применения оборудования подсистем базовых станций сетей подвижной радиосвязи стандарта DMR» и «Правилах применения абонентских радиостанций с цифровой модуляцией сетей подвижной радиосвязи стандарта DMR». Все РЭС должны иметь соответствующие сертификационные документы.

### **9.2.3 Условия распределения радиочастот**

9.2.3.1 При планировании цифровых сетей радиосвязи и передачи данных шаг сетки частот должен составлять 12,5 кГц, а в перспективе – 6,25 кГц.

9.2.3.2 Цифровые РЭС систем и сетей радиосвязи и РЭС передачи данных при использовании общей инфраструктуры (стационарных/базовых станций, ретрансляторов) должны работать в режиме двухчастотного симплекса или дуплекса. При этом на каждом физическом канале (рабочей частоте) организуется два логических канала. Разнос между частотами приема и передачи может составлять 1–2 или 2–4 МГц. Величина разнеса определяется типом используемых фильтрующих устройств (дуплексных фильтров). Вне общей инфраструктуры РЭС передачи данных могут работать в режиме одночастотного симплекса.

9.2.3.3 Для построения систем и сетей радиосвязи и передачи данных могут использоваться одно- и многоканальные стационарные (базовые) станции цифровых систем радиосвязи. Для минимизации взаимных мешающих влияний между сетями различного назначения на одной стационарной (базовой) станции не должны использоваться номиналы частот соседних радиочастотных каналов (при шаге сетки частот 12,5 или 6,25 кГц).

При выборе номиналов рабочих частот для многоканальных стационарных (базовых станций) должны быть исключены наборы частот, вызывающие интермодуляционные влияния вида  $2-F_i - F_j = F_3$  (вид А). При высокой интенсивности использования радиоканалов и высокой плотности установки

РЭС, что особенно важно на крупных станциях и в узлах, при частотном планировании дополнительно может быть применено условие исключения частот, вызывающих влияния вида  $F1 + F2 - F3 = F4$ .

9.2.3.4 Максимально допустимое число приемо-передающих устройств в составе одной стационарной (базовой) станции должно определяться техническими характеристиками применяемой аппаратуры.

9.2.3.5 При использовании более одного приемо-передающего устройства для организации антенно-фидерного тракта передатчиков должны применяться комбайнеры, а тракта приемников – распределительные панели. Допустимый разнос частот между частотами передатчиков на одной стационарной (базовой станции) определяется типом применяемых комбайнеров: при гибридных комбайнерах – не менее 25 кГц (при шаге сетки частот 12,5 кГц), при резонаторных – в соответствии с техническими характеристиками на применяемое устройство (ориентировочно 150–200 кГц). Выбор типа комбайнера должен определяться допустимой величиной затухания в антенно-фидерном тракте. При построении многоканальных стационарных (базовых станций) для снижения величины затухания в антенно-фидерном тракте передатчиков возможно использование комбинаций из гибридных и резонаторных комбайнеров.

### **9.3 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в сетях радиосвязи стандарта GSM-R**

Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в сетях стандарта GSM-R должна обеспечиваться за счет корректного формирования частотно-территориального плана на этапе проектирования радиосети.

## **10 Электропитание устройств в сетях железнодорожной радиосвязи ВСМ**

10.1. Электроснабжение стационарных средств радиосвязи должно осуществляться как электроприемников I категории особой группы.

Электроснабжение аппаратуры радиосвязи должно осуществляться от шины гарантированного питания вводной панели, к которой подведены два фидера электроснабжения.

10.2. Номинальные значения напряжения источников энергии должны соответствовать ГОСТ 29322-92. Контроль качества электрической энергии должен осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 13109-97.

10.3. Вводно-распределительное устройство должно использовать втычную распределительную систему со встроенными сборными шинами, которая обеспечивает компактность конструкции, максимальную гибкость и экономию времени и средств при первичной установке и модернизации.

10.4. Учёт электроэнергии должен быть обеспечен с возможностью работы в составе АСКУЭ. Должны использоваться приборы учета энергоресурсов повышенного класса точности со встроенными интерфейсами связи для

передачи накопленной информации через оптопорт и цифровой интерфейс RS485.

10.5. Для защиты оборудования от коротких замыканий и перегрузок должны использоваться автоматические выключатели (АВ), соответствующие требованиям ГОСТ Р 50345-2010.

10.6. Должны быть использованы средства мониторинга и диспетчеризации низковольтных распределительных сетей на основе внедрения системы измерения токов, что позволит обеспечить повышение безопасности и эффективности эксплуатации распределительных сетей 0,4 кВ, и предоставит возможность анализировать потребление каждой нагрузки распределительной системы, с целью увеличения эффективности потребления электроэнергии.

10.7. Для автоматического поддержания выходного напряжения должны использоваться стабилизаторы напряжения каждой фазы в диапазоне допустимых значений установившегося отклонения в соответствии с ГОСТ 13109-97 при кратковременных и длительных отклонениях напряжения сети от номинального значения в диапазоне от 160 до 295 В. Стабилизаторы напряжения должны иметь последовательный порт RS-232 и поддерживать функции дистанционного контроля и управления.

10.8. Электропитание устройств радиосвязи должно обеспечиваться от источников бесперебойного питания (ИБП) и электропитающих установок постоянного тока (ЭПУ), имеющих в своем составе аккумуляторные батареи.

10.9. Электропитающие установки должны состоять из выпрямительных модулей с номинальным напряжением минус 48 В и буферной аккумуляторной батареи. Резервирование выпрямительных модулей проектируемых ЭПУ должно осуществляться по схеме N+1.

10.10. Аккумуляторные батареи должны состоять из герметизированных необслуживаемых аккумуляторов. Номинальная емкость аккумуляторных батарей определяется десятичасовым режимом разряда до конечного напряжения 1,8 В на элемент при температуре 20°C (если иное не рекомендуется производителем). Должна быть предусмотрена защита аккумуляторной батареи от ее чрезмерного заряда или разряда.

10.11. При обеспечении требований электромагнитной совместимости установок питания с другим оборудованием должны быть учтены все виды воздействий в части помехоустойчивости и помехоэмиссии в соответствии с ГОСТ 29192-91.

10.12. Должна быть предусмотрена система диагностики и мониторинга оборудования электропитания на узлах связи. Контроль состояния вводно-распределительных устройств электроснабжения устройств железнодорожной радиосвязи и приборов учета электроэнергии должен быть включен в Единую систему мониторинга и администрирования сетей технологической связи ОАО «РЖД».

## **11 Требования пожарной безопасности к объектам инфраструктуры железнодорожной электросвязи**

11.1. Пожарная безопасность объектов инфраструктуры железнодорожной радиосвязи участка Москва-Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва-Казань-Екатеринбург обеспечивается в соответствии с действующими нормативными правовыми и нормативными техническими документами в области пожарной безопасности

## **12 Требования к системе заземления и молниезащиты**

12.1 Заземляющие устройства сооружений радиосвязи должны обеспечивать:

- электробезопасность;
- молниезащиту.

Организация системы заземления и молниезащиты должна осуществляться с учетом положений действующей концепции комплексной защиты технических средств и объектов железнодорожной инфраструктуры от воздействия атмосферных и коммутационных перенапряжений и влияния тягового тока.

12.2 Для обеспечения требований электробезопасности заземление всех видов аппаратуры радиосвязи, устанавливаемых внутри служебно-технических зданий, осуществляется подсоединением ее отдельными проводниками к шинам защитной проводки, которые присоединены к защитному заземляющему устройству служебно-технического здания.

Корпуса радиостанций (шкафы радиооборудования) должны заземляться на общий контур заземления объекта (служебно-технического здания дома связи, поста ЭЦ) отдельным медным проводом (или медной шиной) сечением не менее 16 мм<sup>2</sup>.

12.3 Защита антенно-мачтовых сооружений от прямых ударов молнии осуществляется путем заземления антенных опор и антенно-фидерных устройств.

Молниезащите подлежат антенные сооружения, состоящие из антенных опор, антенн и фидерных линий с учетом их вводов в техническое здание.

Молниезащите подлежит каждая металлическая и железобетонная антенная опора и каждая металлическая оконечная фидерная опора независимо от их числа на территории радиообъекта.

У антенных опор (металлических и железобетонных мачт) заземлению подлежит ствол мачты, а также оттяжки у каждого анкера. Все оттяжки у общего анкера должны присоединяться к одному заземлителю.

Деревянные и асбестоцементные мачты и их оттяжки, секционированные изоляторами, а также деревянные и асбестоцементные фидерные опоры молниезащите не подлежат.

12.4 Молниезащите должны подлежать все антенны, находящиеся на крышах зданий и на отдельно стоящих опорах или мачтах. Молниезащита

антенн должна состоять в их заземлении и в установке дополнительных устройств – молниеприемников.

Молниеприемники не устанавливаются, если:

- антенны находятся в зоне защиты молниеприемников других зданий, сооружений или контактной сети;
- на расстоянии до 200 м от антенн находятся объекты (здания и сооружения), высота которых на 10 м и более превышает отметку верхней точки антенны;
- верхняя точка антенны находится на высоте не более 10 м.

Не допускается использовать в качестве токоотвода оплетку коаксиального кабеля, соединяющего антенну с радиостанцией.

В качестве токоотводов следует использовать металлические мачты или стальной прут сечением не менее 20 мм<sup>2</sup>.

При установке антенн на железобетонных мачтах (опорах) токоотводом может служить их арматура.

12.5 Для защиты от наведения и заноса высокого потенциала по высокочастотным кабелям, которые прокладываются от антенны до радиотехнического оборудования, установленного в техническом здании, необходимо обеспечить электрический контакт экрана высокочастотных кабелей с металлическими конструкциями опоры и фидерного моста (при его наличии), в местах ввода в техническое здание, в местах подключения к антенне на опоре. Кроме того, высокочастотные кабели следует заземлять в местах изгиба по всему маршруту прокладки и в распаячных коробках, установленных на опоре.

При применении кабелей без металлической оболочки они должны прокладываться в металлических трубах. Заземление труб выполняется аналогично заземлению металлопокрывов кабелей.

12.6 Антенны и фидеры заземляются в точке, имеющей нулевой потенциал по напряжению высокой частоты. Если технология работы антенно-фидерных устройств не допускает их заземления, то на входе антенны и вводе ее фидеров в техническое здание необходимо установить грозоразрядники.

При вводе высокочастотных кабелей в аппаратную следует предусматривать разрядники для защиты радиотехнического оборудования. Воздушный зазор грозоразрядника рассчитывается на 1,3 пикового амплитудного напряжения в месте установки грозоразрядника при 100-процентной модуляции передатчика. Конструкция грозоразрядника определяется проектом.

12.7 Антенные опоры, устанавливаемые на крышах зданий, оборудованных молниезащитой в соответствии с требованиями нормативных документов Минэнерго России, должны быть не менее чем в двух местах электрически соединены с устройством молниезащиты.

12.8 Если здание не имеет молниезащитных устройств, антенные опоры, устанавливаемые на здании, должны быть оборудованы устройством молниезащиты. Молниезащита выполняется в соответствии с требованиями нормативных документов Минэнерго России как для объектов III категории. Не следует оборудовать устройством молниезащиты антенные опоры, кото-

рые попадают в зону молниезащиты другого сооружения (высотного здания, дымовой трубы и т. п.).

12.9 Антенные опоры, устанавливаемые на зданиях, имеющих контур молниезащиты, должны быть электрически соединены с контуром заземления здания.

Молниезащита троса, к которому крепятся кабели, осуществляется путем заземления опор. К молниезащитному заземлению должны быть присоединены лотки и другие металлоконструкции, по которым прокладываются кабели.

12.10 При проектировании молниезащитного заземляющего устройства следует руководствоваться требованиями нормативных документов Минэнерго России.

Норма сопротивления молниезащитного заземления в указанных документах не приведена и отсутствует.

Нормируемая величина импульсного сопротивления заземления металлических опор должна быть не более 20 Ом, а оттяжек – не более 50 Ом. Расчет сопротивления заземления при импульсных токах производится в соответствии с рекомендациями «Руководства по проектированию, строительству и эксплуатации заземлений в установках проводной связи и радиотрансляционных узлов» – глава «Расчет сопротивления заземлителей при импульсных токах».

12.11 В качестве заземлителей для молниезащиты рекомендуется использовать естественные заземлители:

- высокочастотный заземлитель антенны;
- металлические сваи, на которых устанавливаются башни или мачты и закрепляются оттяжки;
- заземлители дистанционно управляемых шлейфов настройки, антенных переключателей, экранов концентрических фидеров и т. п., выполненные по технологическим требованиям или по требованиям техники безопасности.

При невозможности использования естественных заземлителей выполняют искусственные заземлители: каждый токоотвод молниеприемника должен быть присоединен к специально установленному заземлителю.

12.12 Выбор заземлителя защиты от прямых ударов молнии (естественного или искусственного) определяется требованиями нормативных документов Минэнерго России. Во всех возможных случаях в качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений.

При невозможности их использования выполняют искусственные заземлители:

- каждый токоотвод от стержневых и тросовых молниеприемников должен быть присоединен к заземлителю, состоящему минимум из двух вертикальных электродов длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом длиной не менее 5 м;
- при использовании в качестве молниеприемников сетки или металлической кровли по периметру здания в земле на глубине не менее 0,5 м дол-



жен быть проложен наружный контур, состоящий из горизонтальных электродов. В грунтах с эквивалентным удельным сопротивлением  $500 < \rho \leq 1000$  Ом·м и при площади здания менее  $900 \text{ м}^2$  к этому контуру в местах присоединения токоотводов следует приваривать по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной 2–3 м.

Минимально допустимые сечения (диаметры) электродов искусственных заземлителей определяются по табл. 6.

В зданиях большой площади (шириной более 100 м) наружный контур заземления может также использоваться для уравнивания потенциалов внутри здания в соответствии с требованиями нормативных документов Минэнерго России.

Во всех возможных случаях заземлитель защиты от прямых ударов молнии должен быть объединен с заземлителем электроустановки, указанным в главе 1.7 ПУЭ (седьмое издание).

Таблица 6

Форма токоотвода и заземлителя	Сечение (диаметр) токоотвода и заземлителя, мм	
	Снаружи здания в воздухе	В земле
Круглые токоотводы и перемычки	6	—
Круглые вертикальные электроды	—	10
Круглые горизонтальные* электроды	—	10
Прямоугольные электроды:		
сечение	48	160
толщина	4	4

Примечание. \* Только для уравнивания потенциалов внутри зданий и для прокладки наружных контуров на дне котлована по периметру здания.

12.13 Для уравнивания высоких потенциалов, возникающих при ударе молнии, согласно требованиям нормативных документов Минэнерго России во всех случаях, за исключением использования отдельно стоящего молниеотвода, следует соединять между собой близко расположенные молниезащитные заземлители антенных сооружений и заземлители электроустановок технического здания. Подключение контура молниезащитного заземления к контуру заземления служебно-технического здания должно выполняться вне здания двумя стальными полосами  $4 \times 40$  мм путем сварки заземляющих шин до ввода в здание.

12.14 Соединение токоотводов между собой, а также присоединение их к молниеприемнику и к молниезащитному заземляющему устройству должно выполняться сваркой или болтовыми соединениями. Площадь контакта между соединяемыми деталями должна быть не меньше удвоенного сечения токоотводов.

Токоотводящие спуски следует прокладывать от молниеприемника к заземлителю кратчайшим путем без образования петель и проводников.

12.15 При проектировании заземляющих контуров следует учитывать расположение кабельных сетей и подземных сооружений на площадке служебно-технического здания и требования нормативных документов Минэнерго России.

Допустимые расстояния между действующими кабелями и заземляющим контуром (мачтой, опорой) определяются с учетом удельного сопротивления грунтов в соответствии с табл. 7.

Таблица 7

<b>Удельное сопротивление грунта, Ом·м</b>	<b>Наименьшее допустимое расстояние, м</b>
До 100	5
От 100 до 1000	10
Более 1000	15

Если расстояние между проложенным кабелем и объектом (опорой или ее фундаментом – подземной частью) меньше расстояний, приведенных в табл. 7 для различных значений удельного сопротивления земли, то следует предусматривать их защиту в соответствии с рекомендациями ПУЭ (седьмое издание).

Допускается уменьшение приведенных расстояний до 5 м на участках стесненной трассы в случае защиты кабелей с целью экранирования стальными трубами или покрытия его швеллером и т. п. по длине, равной расстоянию между опорами антенно-мачтовых сооружений (АМС) плюс по 10 м с каждой стороны от опор. В этом случае броню и оболочку кабеля следует соединять со швеллером или трубкой и заземлять по обоим концам.

12.16 При проектировании заземляющих устройств для объектов сетей радиосвязи стандарта GSM-R следует руководствоваться требованиями к заземлению, молниезащите и защите от заноса высокого потенциала в техническое здание (помещение), изложенными в нормативных документах Минсвязи России. Молниезащита антенных опор выполняется в соответствии с требованиями нормативных документов Минэнерго России, как для объектов III категории.

