


Приложение №6
к Техническому Заданию

УТВЕРЖДЕНО
Приказом ПАО «Ростелеком»
от «08» августа 2019 г. № 01/01/1019-19

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА
проектирования и строительства сетей беспроводного
широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»
(Редакция 1)


Москва

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 2 из 29

2019

Содержание

1. НАЗНАЧЕНИЕ.....	3
2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2.1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
2.2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	3
2.3. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	3
3. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ	6
3.1. ЦЕЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ	6
3.2. ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ЗАДАЧИ СТРОИТЕЛЬСТВА СЕТЕЙ БШПД	6
3.3. ПРИНЦИПЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РАЗВИТИЯ ПАО «РОСТЕЛЕКОМ» ПО ПОСТРОЕНИЮ СЕТЕЙ БШПД	7
3.4. ЭТАПЫ И МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СЕТЕЙ БШПД	7
3.4.1. ЧАСТОТНЫЕ ДИАПАЗОНЫ И ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ.....	7
3.4.2. КРИТЕРИИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЕТИ БШПД	9
3.4.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ БШПД	10
3.4.4. ПРИНЦИП ВЫБОРА АНТЕНН	13
3.4.5. АРХИТЕКТУРА И СЕРВИСНАЯ МОДЕЛЬ СЕТИ БШПД	16
3.4.6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И РАЗМЕЩЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ	21
3.4.7. ОБСЛЕДОВАНИЕ МЕСТА УСТАНОВКИ	22
3.4.8. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ	22
3.4.9. ФИЗИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ.....	23
3.4.10. РАДИО-ЧАСТОТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ	23
3.4.11. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ БШПД	24
3.5. МЕРЫ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАЩИТА ОТ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ.	25
3.6. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАКУПОЧНЫХ ПРОЦЕДУР.....	27
3.7. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРИТЕЛЬНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ	27
3.8. ТРЕБОВАНИЯ К ЗИП.....	29
3.9. ТРЕБОВАНИЯ К МОНИТОРИНГУ SLA ОБОРУДОВАНИЯ	29
4. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПИСЯМИ.....	29
5. ХРАНЕНИЕ И АРХИВИРОВАНИЕ	29
6. РАССЫЛКА И АКТУАЛИЗАЦИЯ.....	29

 Ростелеком	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 3 из 29

1. Назначение

Настоящая Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком» (Далее – Техническая политика) предназначена для единообразного представления в ПАО «Ростелеком» методов проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа (далее сетей БШПД).

2. Общие положения

2.1. Область применения

Требования Технической политики распространяются на структурные подразделения Корпоративного центра, Макрорегиональных и Региональных филиалов участвующие в расчете затрат (бюджетной оценке), формировании инвестиционных проектов и технических решений для реализации сетей БШПД.

Техническая политика устанавливает:

- Алгоритм выбора технологии связи и соответствующих типов оборудования.
- Основные требования при проектировании компонентов сетей БШПД.
- Технические требования на рекомендуемые типы оборудования.

Требования Технической политики не распространяются на проектирование временных, уникальных и специальных сооружений связи.

Применение данного документа в макрорегиональных/региональных филиалах ПАО «Ростелеком» - «для руководства».

2.2. Нормативные ссылки

В данной технической политике использованы ссылки на нормативные документы ПАО «Ростелеком»:

- [Инструкция по делопроизводству в ПАО «Ростелеком» \(Редакция 5\);](#)
- [Глоссарий терминов и определений ПАО "Ростелеком";](#)
- [Процедура управления записями ПАО «Ростелеком»;](#)
- [Регламент бизнес-процесса ПР5 Планирование и развитие сети связи.](#)
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»
- «Правила безопасности при эксплуатации электроустановок»
- «Правила устройства электроустановок».


2.3. Термины, определения и сокращения

В настоящем документе используются следующие определения:


Заказчик	- ПАО «Ростелеком» в лице своего регионального филиала или Макрорегионального филиала ПАО «Ростелеком»
МРФ	- Макрорегиональный филиал ПАО «Ростелеком»
Общество	- ПАО «Ростелеком»

В настоящем документе используются следующие сокращения:


АС	Абонентская станция
АУ	Абонентское устройство (синоним АС)

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 4 из 29

БС	Базовая станция
БШПД	Беспроводный широкополосный доступ
ВЛ	Высоковольтная линия
ВОЛС	Волоконно-оптическая линия связи
ГКРЧ	Государственная комиссия по радиочастотам
ГРЧЦ	Главный радио-частотный центр
ДН	Диаграмма направленности
КУ	Коэффициент усиления, G_a – Коэффициент усиления антенны
НШПИ	Необходимая ширина полоса излучения
ОСПШ	Отношение сигнал / (помеха + шум)
РРЛС	Радиорелейная линия связи
РИЧ	Разрешение на использование радиочастот
РРВ	Распространение радио-волн
РЧЗ	Радиочастотная заявка
РЧО	Радиочастотное обследование
РЭС	Радиоэлектронное средство
СОРМ	(Система технических средств для обеспечения функций оперативно-розыскных мероприятий) — комплекс технических средств и мер, предназначенных для проведения оперативно-розыскных мероприятий в сетях связи (согласно Закону «О связи» и приказу Министерства связи № 2339 от 9 августа 2000 г.).
ТД	Точка доступа – синоним БС.
УБШПТ	Установка бесперебойного питания постоянного тока
ЭИИМ	Эквивалентная изотропно излучаемая мощность
ЭМС	Электро-магнитная совместимость
AP	Access Point (Точка доступа)
BRAS	(Broadband Remote Access Server) – сервер широкополосного удаленного доступа, устройство, отвечающее за маршрутизацию внутри сервисной сети и предоставления доступа подписчикам к конкретным широкополосным сервисам Triple Play (Интернет, IP-телефония, IP-телевидение) посредством одного физического подключения.
GE	Gigabit Ethernet (GE, GbE, или 1 GigE) технология передачи Ethernet-кадров со скоростью 1 гигабит в секунду, определяемая стандартами группы IEEE 802.3.
DHCP	(Dynamic Host Configuration Protocol — протокол динамической настройки узла) — сетевой протокол, позволяющий сетевым устройствам автоматически получать IP-адрес и другие параметры, необходимые для работы в сети TCP/IP.
DSCP	Differentiated Services Code Point (Точка кода дифференцированных услуг) – элемент архитектуры компьютерных сетей, описывающий простой масштабируемый механизм классификации, управления трафиком и обеспечения качества обслуживания.
FTTB	Fiber-To-The-Building” (“Оптика до дома”). К многоквартирному дому провайдером подводится оптоволоконный кабель, входящий

 Ростелеком	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 5 из 29

	далее в коммутатор.
FTTC	FTTC (Fiber to the Curb) — оптическое волокно до микрорайона.
FTTH	Fiber to the home — оптическое волокно до квартиры. В квартире устанавливается терминал, а от терминала кабель до ПК. FTTH чаще всего организуется на базе технологии PON
FM / PM	Fault Management / Performance management. Система регистрации и управления неисправностями / Система управления производительностью сетей доступа
ISMP	(англ. Internet Control Message Protocol — протокол межсетевых управляющих сообщений) — сетевой протокол, входящий в стек протоколов TCP/IP, и используемый для передачи сообщений об ошибках и других исключительных ситуациях.
SNMP	(англ. Simple Network Management Protocol — простой протокол сетевого управления) — стандартный интернет-протокол для управления устройствами в IP-сетях на основе архитектур TCP/UDP
MIB	Management Information Base, база информации управления - виртуальная база данных, используемая для управления объектами в сети связи.
OTT	Технология OTT (аббр. от англ. Over the Top) — метод предоставления видеослужб через Интернет. Термин OTT означает доставку видеосигнала от провайдера контента на устройство пользователя
PON	Passive optical network (пассивная оптическая сеть) — технология пассивных оптических сетей. Распределительная сеть доступа PON основана на древовидной волоконно-кабельной архитектуре с пассивными оптическими разветвителями на узлах
PPP	Point-to-Point Protocol) — двухточечный протокол канального уровня сетевой модели OSI.
PPPoE	Point-to-point protocol over Ethernet — сетевой протокол канального уровня (второй уровень сетевой модели OSI) передачи кадров PPP через Ethernet.
QoS	(quality of service «качество обслуживания») — технология предоставления различным классам трафика различных приоритетов в обслуживании.
WFQ	Взвешенная справедливая очередь (Weighted fair queuing) — механизм планирования пакетных потоков данных с различными приоритетами. Его целью является регулировать использования одного канала передачи данных несколькими конкурирующими потоками пакетов данных.
SP	(Strict Priority – строгий приоритет) механизм управления очередностью передачи потоков данных, который позволяет присвоить трафику, зависящему от целевого назначения и чувствительности ко времени, наивысший приоритет перед менее чувствительными ко времени данными.
RSSI	Received signal strength indicator, Показатель уровня принимаемого

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 6 из 29

	сигнала
SINR	Signal to (Interference + Noise) Ratio – отношение сигнал / (помеха + шум)
SNR	Signal to Noise Ratio – отношение сигнал / шум
SM	Subscriber Module – абонентский модуль, абонентское устройство, абонентская станция
TDD	Time Division Duplex, дуплекс с временным разделением
VoD	Видео по запросу (англ. Video on Demand (VoD)) (IP-UNICAST) — система индивидуальной доставки абоненту телевизионных программ и фильмов по сети
IEEE802.1Q	открытый стандарт, который описывает процедуру тегирования трафика для передачи информации о принадлежности к VLAN по сетям стандарта IEEE 802.3 Ethernet. Используется для построения "транковых" портов между оборудованием различных производителей. Помещает внутрь фрейма <i>тег</i> , который передает информацию о принадлежности трафика к VLAN.
IEEE802.1p	Стандарт специфицирует метод указания приоритета кадра, основанный на использовании новых полей, определенных в стандарте IEEE 802.1Q. Определяет метод передачи информации о приоритете сетевого трафика. Специфицирует алгоритм изменения порядка расположения пакетов в очередях, с помощью которого обеспечивается своевременная доставка чувствительного к временным задержкам трафика.

3. Содержание технической политики


3.1. Цель технической политики

Техническая политика Общества нацелена на достижение оптимального баланса по следующим критериям в рамках процессов технического блока развития:

- повышение доходов Общества
- оптимизация и сокращение капитальных затрат, оптимизация и сокращение операционных затрат
- сохранность инвестиций в технологическую производственную базу Общества
- обеспечения качества предоставляемых услуг
- эффективный, оперативный и качественный охват новых территорий и обеспечение возможности оказания услуг большему числу клиентов
- унификация – приведение к единой форме отработанных технологий, технических решений, систем и моделей оказания услуг с целью оптимизации затрат, универсализации производственных процессов

3.2. Основные предпосылки и задачи строительства сетей БШПД

БШПД рассматриваются как альтернатива сетям доступа, построенным по принципам FTTB / FTTH / FTTC, строительство которых в ряде случаев нецелесообразно ввиду высокой стоимости, либо полностью невозможно по каким-либо причинам. Еще одним преимуществом является сокращение операционных затрат на обслуживание по сравнению с затратами на обслуживание ветхих медных распределительных сетей.

 Ростелеком	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 7 из 29

Необходимо обеспечить общий подход к построению сетей БШПД филиалов ПАО «Ростелеком», использовать единые схемы построения и применение однотипного оборудования. Основной задачей является предоставление услуг передачи данных пользователям беспроводным образом.

3.3. Принципы технической политики ПАО «Ростелеком» по построению сетей БШПД

- Использование единых подходов к построению сетей БШПД.
- Оптимальное использование финансовых средств.
- Применение однотипного оборудования.
- Использование единых схем построения сетей.

3.4. Этапы и механизмы реализации технических решений для сетей БШПД

3.4.1. Частотные диапазоны и частотное регулирование

Для работы сетей БШПД выделены полосы частот в частотных диапазонах 2,4 ГГц, 5 ГГц и 6 ГГц.

Условия применения РЭС БШПД диапазона 2400...2483,5 МГц определены решением ГКРЧ от 16 октября 2015 года №15-35-09-01. Полоса радиочастот 2400...2483,5 МГц разрешена для использования РЭС фиксированного доступа без оформления отдельных решений ГКРЧ для каждого конкретного типа РЭС при условии, что основные технические характеристики РЭС соответствуют следующим:

Табл.1.

Для схемы «точка - множество точек»		
Максимальная мощность передатчика	-10	дБВт
Максимальная спектральная плотность ЭИИМ	-3	дБВт/МГц
Максимальный радиус зоны обслуживания	20	км
НШПИ	5, 10, 20, 40	МГц
Тип дуплекса	TDD	
Для схемы «точка – точка»		
Максимальная мощность передатчика	-10	дБВт
Максимальная спектральная плотность ЭИИМ	17	дБВт/МГц
Коэффициент усиления антенны (не менее)	22	дБи
НШПИ	5, 10, 20, 40	МГц
Тип дуплекса	TDD	


Приведённые в настоящей таблице характеристики РЭС фиксированного беспроводного доступа не распространяются на устройства малого радиуса действия в сетях беспроводной передачи данных.

В настоящее время условия использования полос радиочастот 5150-5350 МГц и 5650-6425 МГц для РЭС фиксированного беспроводного доступа определяются решением ГКРЧ от 15 июля 2010 г. № 10-07-02.

Срок действия последнего решения ГКРЧ до 1 июля 2020 года.

Табл.2.

Наименование параметра	Значение параметра в полосах радиочастот
------------------------	--

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 8 из 29

	5150-5350 МГц	5650-6425 МГц
Метод радиодоступа	TDMA, OFDMA Доступ на основе временного и ортогонального частотного мультиплексирования	
Метод разделения каналов	TDD временное разделение каналов	
Методы модуляции	цифровые	
Ширина ДН антенны в горизонтальной плоскости на уровне -3 дБ в сети «точка-точка», не более, град	5	
Максимальная мощность передатчика, дБВт	-10	0
Максимальная ЭИИМ, дБ	13	23
Относительный уровень побочных излучений передатчика	В соответствии с нормами ГКРЧ на допустимые побочные излучения	

С учетом указанных решений ГКРЧ порядок оформления РЭС для работы в сети БШПД можно представить таблицей 3.

Табл.3

Порядок оформления РЭС БШПД в соответствии с действующим законодательством

Полосы радиочастот	РЭС	Получение РИЧ (оплачивается, срок 6 месяцев)		Регистрация РЭС (бесплатно)		Сдача объекта радиосвязи в Роскомнадзор (КС-14, бесплатно)	
		Вне помещения	Внутри помещения	Вне помещения	Внутри помещения	Вне помещения	Внутри помещения
2400-2483,5 МГц	БС / АР с ЭИИМ до 100мВт и макс. спектр. плотностью ЭИИМ 10мВт/МГц	нет*	нет*	нет*	нет*	да	да
	БС / АР с ЭИИМ более 100мВт	да	да	да	да	да	да
	АС, мощность не более 100мВт	нет*	нет*	нет	нет	нет	нет
Полосы радиочастот	РЭС	Получение РИЧ (оплачивается, срок 6 месяцев)		Регистрация РЭС (бесплатно)		Сдача объекта радиосвязи в Роскомнадзор (КС-14, бесплатно)	

		Вне помещения	Внутри помещения	Вне помещения	Внутри помещения	Вне помещения	Внутри помещения
5150-5350 МГц, 5650-6425 МГц	БС / AP WiFi с ЭИИМ до 200мВт и максимальной спектральной плотностью ЭИИМ 10 мВт/МГц»	да	не требуется только в полосах 5150 - 5350 МГц и 5650 - 5850 МГц	да	Не требуется регистрация только для 5150-5350 МГц, 5650 - 5850 МГц* (по п.23 приложения к Постановлению Правительства Р Ф от 12.10. 2004 г. № 539 «Изъятия из перечня РЭС и ВЧУ, подлежащих регистрации»)	да	да
	БС / AP WiFi с ЭИИМ более 200мВт	да	да	да	да	да	да
	АС мощность не более 100мВт	нет*	нет*	нет	нет	нет	нет

3.4.2. Критерии, влияющие на выбор оборудования для сети БШПД

Основным критериями выбора оборудования являются:

1. Расположение сети БШПД.

Следует иметь в виду, что диапазон 2,4 ГГц в крупных населенных пунктах наиболее загружен. Уровень помех в ряде случаев доходит до -70дБм в полосе 20 МГц. При таком уровне помех нельзя рассчитывать на возможность обеспечения высокого значения SNR и приемлемого качества связи. В этом случае следует остановить выбор на оборудовании диапазонов 5 и 6 ГГц.


Следует иметь в виду, что диапазон 5 ГГц зачастую занят. Вероятность получения положительного заключения экспертизы ЭМС из ГРЧЦ для диапазона 6 ГГц выше. При дефиците частот в диапазонах 2,4 и 5 ГГц рекомендуется оформлять РЧЗ на диапазон 6 ГГц.

В удаленных сельских населенных пунктах можно рассчитывать на низкий уровень помех в диапазоне 2,4 ГГц и возможность использования оборудования диапазона 2,4 ГГц.

Для обеспечения максимальной пропускной способности следует стремиться к получению РИЧ на использование радиоканалов с НШПЧ 40 МГц.

2. Сигнально-помеховая обстановка в населенном пункте.

Снизить потребности в количестве используемых номиналов несущих частот (при дефиците частотного ресурса) можно за счет использования синхронизации БС. Работая без синхронизации, базовые станции могут мешать друг другу (сигнал БС,

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 10 из 29

находящейся в режиме передачи, попадает в тракт соседней БС, находящейся в режиме приема), см. рис. 1. Аналогичную проблему создают абоненты соседнего сектора, чей сигнал также попадает в тракт БС и ведет к снижению ОСПШ. Иными словами, несинхронный режим работы создает предпосылки к возникновению внутрисистемных помех. Для работы в несинхронном режиме необходимо запрашивать номиналы частот, максимально отстоящие друг от друга. Напротив, для работы в синхронном режиме, можно повторять частоты на одной 4-секторной БС по схеме $f_A-f_B-f_A-f_B$ с минимальным разносом между номиналами f_A и f_B .

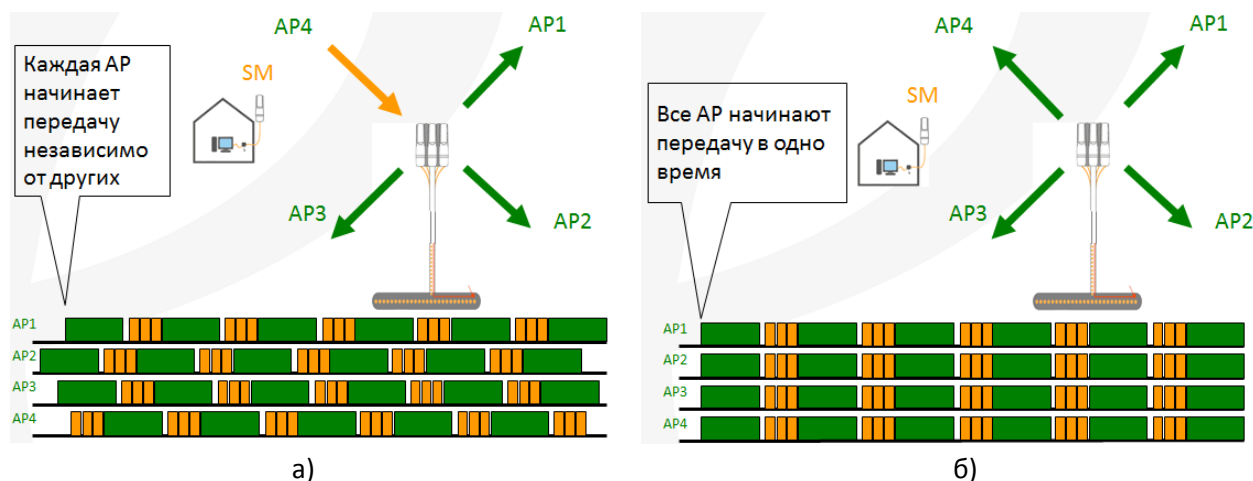


Рис. 1. Иллюстрация возникновения внутрисистемных помех (а) и борьба с ними (б).

3.4.3. Характеристики оборудования БШПД

При планировании сети БШПД следует ориентироваться на реализацию максимальной пропускной способности оборудования. Это позволит обеспечить максимально возможную пропускную способность секторов и, следовательно, наивысшее воспринимаемое абонентами качество обслуживания. Пропускная способность в зависимости от используемой модуляционно-кодовой схемы, количества пространственных потоков и величины защитного интервала представлена в таблице 3.

Табл. 3

MCS index	Type	Coding Rate	Spatial Streams	Data Rate, Mbps (20MHz)		Data Rate, Mbps (40MHz)	
				Guard Int 800ns	Guard Int 400ns (SGI)	Guard Int 800ns	Guard Int 400ns (SGI)
0	BPSK	1/2	1	6,5	7,2	13,5	15
1	QPSK	1/2	1	13	14,4	27	30
2	QPSK	3/4	1	19,5	21,7	40,5	45
3	16QAM	1/2	1	26	28,9	54	60
4	16QAM	3/4	1	39	43,3	81	90
5	64QAM	2/3	1	52	57,8	108	120
6	64QAM	3/4	1	58,5	65	121,5	135
7	64QAM	5/6	1	65	72,2	135	150
	256QAM	3/4	1	78	86,7	162	180
	256QAM	5/6	1	N/A	N/A	180	200
8	BPSK	1/2	2	13	14,4	27	30
9	QPSK	1/2	2	26	28,8	54	60
10	QPSK	3/4	2	39	43,4	81	90
11	16QAM	1/2	2	52	57,8	108	120
12	16QAM	3/4	2	78	86,6	162	180
13	64QAM	2/3	2	104	115,6	216	240
14	64QAM	3/4	2	117	130	243	270
15	64QAM	5/6	2	130	144,4	270	300
	256QAM	3/4	2	156	173,3	324	360
	256QAM	5/6	2	N/A	N/A	360	400

Значительная часть пропускной способности радио-интерфейса затрачивается на передачу служебной информации. Поэтому чем больше абонентов, тем ниже сетевая пропускная способность. Максимальная, обеспечиваемая MCS пропускная способность, имеет место в том случае, когда передача идет в (или от) направлении одного абонента. При увеличении количества абонентов появляются паузы и служебные сообщения, которые существенным образом снижают сетевую скорость. Передается некоторая служебная информация – маяк, подтверждения доставки, расписание передачи. Служебная информация должна быть доступна всем абонентам, и поэтому передается на самой низкой модуляции. Это частично снижает емкость.

Ниже представлена оценка пропускной способности ТД по методике Cambium, сделанная для режима TDMA БШПД, для 30 абонентов. Скорости указаны агрегированные (вверх + вниз), Мбит/с.

Табл.4

Имя	Модуляция и кодирование	Мбит/с при НШПИ 20 МГц и 30 акт. аб.	Мбит/с при НШПИЧ 40 МГц и 30 акт. аб.
MCS15	64QAM 5/6	90.3	191.4
MCS14	64QAM 3/4	80.2	173.9
MCS13	64QAM 2/3	72.8	153.6
MCS12	16QAM 3/4	52.6	115.2
MCS11	16QAM 1/2	35.0	76.8
MCS10	QPSK 3/4	27.6	59.3
MCS9	QPSK 1/2	17.5	38.4
MCS7	64QAM 5/6 SS	45.2	97.7
MCS6	64QAM 3/4 SS	41.8	86.9
MCS5	64QAM 2/3 SS	35.0	76.8
MCS4	16QAM 3/4 SS	27.6	59.3
MCS3	16QAM 1/2 SS	17.5	38.4
MCS2	QPSK 3/4 SS	14.2	28.3
MCS1	QPSK 1/2 SS	10.1	20.9

При 30 абонентах налицо снижение пропускной способности на 38%...36% по сравнению с заявляемой стандартом 802.11n.

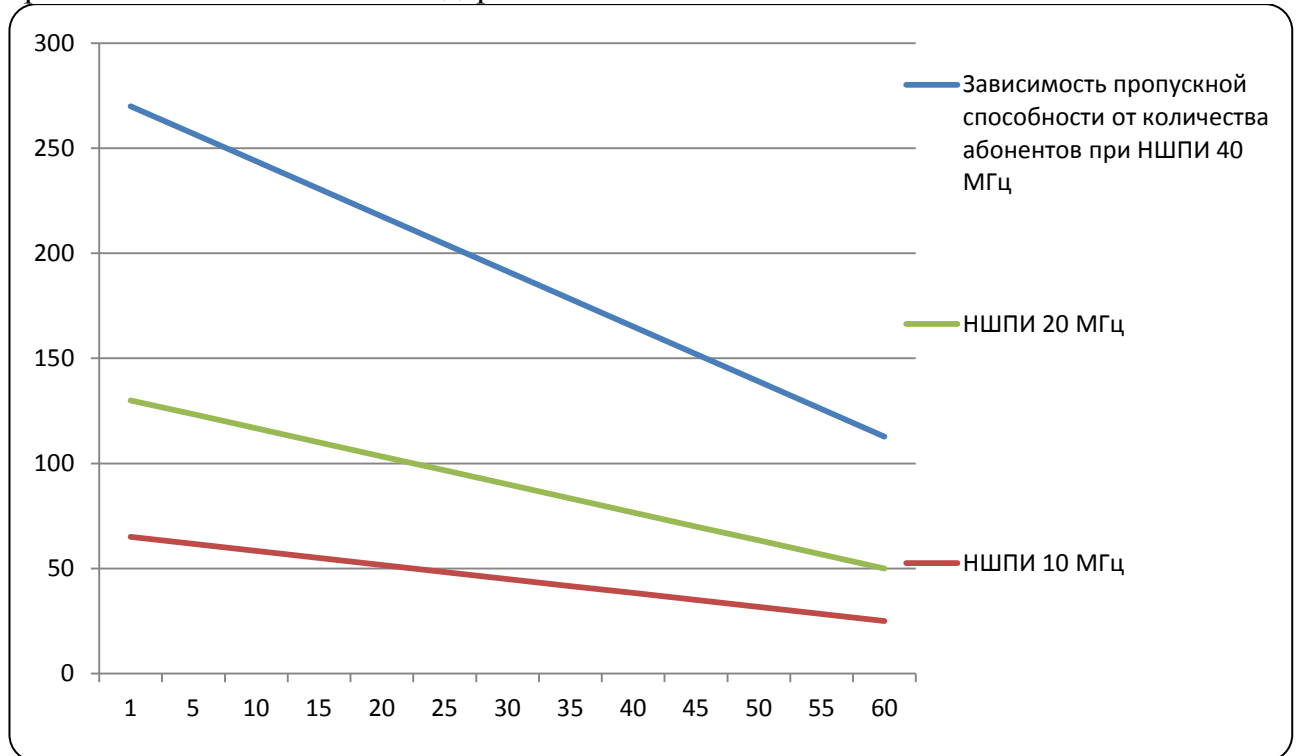


Рис. 2. Зависимость пропускной способности сектора (Мбит/сек) от количества абонентов при использовании MCS15 (64QAM5/6 и MIMO2×2).

Исходя из достижимых величин пропускной способности сектора для различной ширины доступной полосы частот радиоканала Δf при использовании MCS15 рекомендуется следующее количество подключений в секторе:

- Δf 40МГц – 45 подписчиков.
- Δf 20МГц – 25 подписчиков.
- Δf 10МГц – 15 подписчиков.

При таком количестве абонентов и при их одновременной активности (наихудший случай) пропускная способность каждого подключения составит примерно 3,5 Мбит/сек. Однако с учетом разной востребованности ресурса пропускной способности разными абонентами в разные промежутки времени воспринимаемая абонентом скорость передачи будет выше. При этом рекомендуется количество подписчиков услуги IP TV не более 20% от рекомендованного количества подключений в секторе.

Чем выше модуляция и относительная скорость помехоустойчивого кодирования, тем более высокие требования предъявляются к величине SINR. Здесь многое зависит от уровня технической реализации. Однако, если ориентироваться на средний уровень среди всех производителей оборудования, то при отсутствии внешних помех чувствительность (RSSI, требуемая для использования конкретной MCS) приемников БС и АС для различных MCS и НШПИ следующая:

Табл. 5

Модуляция и кодирование	Чувствительность, dBm (± 2 дБ)								
	50 МГц	40 МГц	28 МГц	20 МГц	14 МГц	10 МГц	7 МГц	5 МГц	3.5 МГц
BPSK 1/2	-82	-84	-86	-87	-88	-89	-90	-91	-92
QPSK 1/2	-80	-82	-84	-85	-86	-87	-88	-89	-90
QPSK 3/4	-78	-80	-82	-83	-84	-85	-86	-87	-88
16QAM 1/2	-75	-77	-79	-80	-81	-82	-83	-84	-85
16QAM 3/4	-73	-75	-77	-78	-79	-80	-81	-82	-83
64QAM 2/3	-67	-69	-71	-72	-73	-74	-75	-76	-77
64QAM 3/4	-65	-67	-69	-70	-71	-72	-73	-74	-75
64QAM 5/6	-62	-64	-66	-67	-68	-69	-70	-71	-72

Следует ориентироваться на использование MCS15 (64QAM 5/6 MIMO2×2).

3.4.4. Принцип выбора антенн

Ширина ДН антенны БС измеряется по уровню -3дБ относительно главного максимума ДН и, как правило, составляет 60...65°, 90°, 120°, 180°, 360° (omni). По результатам ознакомления с графическими изображениями характеристик направленности разнотипных антенн, декларируемых как 90° и 120°, сделан вывод, что при указании ширины ДН зачастую умалчивается уровень, на котором делают засечки при измерении ширины ДН. В ДН для антенны 120° или 180° ширина ДН часто берется по уровню -6 дБ, тогда как для антенны 90° по уровню -3 дБ.

Среди секторных ММО антенн наиболее популярные модели на рынке – 90° (по уровню -3 дБ). Антенны с шириной ДН 120° тоже есть в линейке, но при более детальном рассмотрении оказывается, что это те же 90° (120° по уровню -6 дБ), либо они дороже и менее востребованы.

При переходе от 90 к 120 град ДН изменяется таким образом, что усиление в центральном направлении падает (примерно на 1 - 1,5 дБ), усиление на периферии возрастает, и при этом растет уровень излучения в соседние сектора (за пределы угла 120 град.). То есть излучаемая мощность на периферии возрастает слабо (на 1-1,5 дБ), но зато заметно перекачивается в побочные направления, увеличивая интерференцию в соседних секторах.

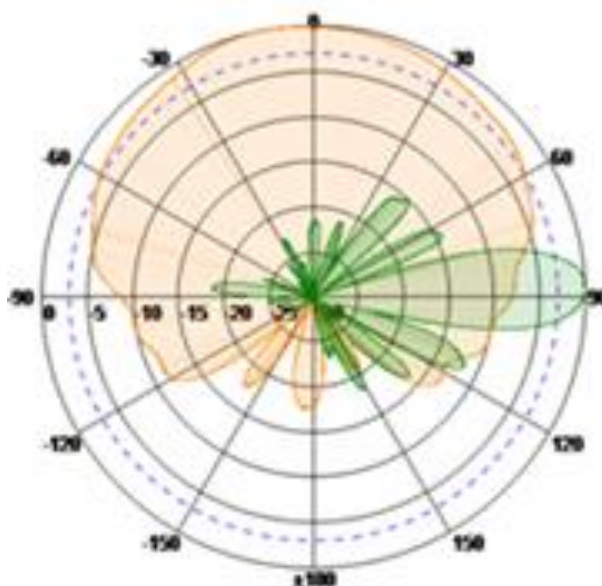



Рис. 3. ДН секторной антенны в азимутальной (--) и угломестной плоскостях (--).

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 14 из 29

Если говорить о БС из нескольких секторов, антенны 90° выглядят предпочтительнее, чем 120°, в силу следующих обстоятельств:

- лучшей развязки между соседними секторами, что особенно актуально для диапазона 2,4 ГГц с 3-мя смежными каналами 20 МГц;
- большей коммерческой привлекательности (доступности на рынке и меньшей стоимости).

В силу перечисленных причин рекомендуется использовать на БС антенны с шириной ДН в азимутальной плоскости по уровню -3дБ 90°, по уровню -6дБ 120°. Уровень указан относительно максимума ДН.

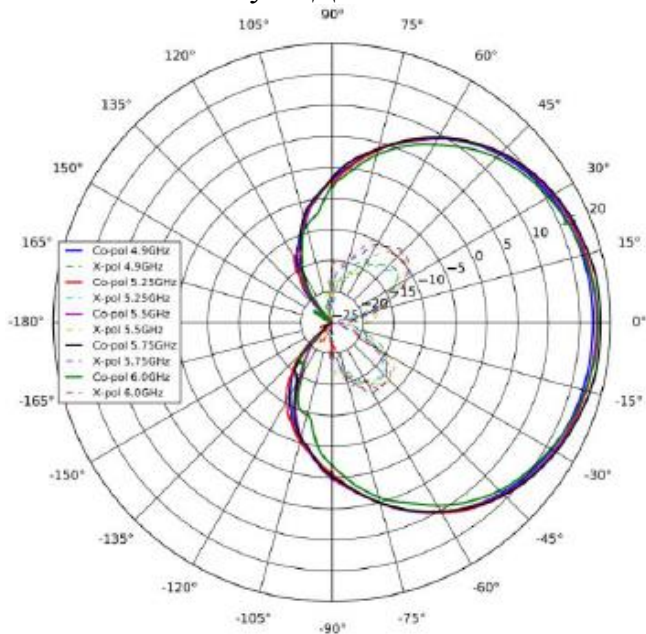


Рис. 4

Для обеспечения внутрисистемной ЭМС в условиях использования одной и той же частоты в оппозитных секторах следует использовать антенны с соотношением излучения вперед-назад (front to back ratio) не менее 30 дБ.

Расчеты энергетического бюджета радиолинии выполняются специализированным программным обеспечением, программным обеспечением производителя оборудования или общедоступным Pathloss (<http://www.pathloss.com/>) и др.

Рекомендуется получать РИЧ сразу на 2 поляризации, поскольку их количество не влияет на цену.

Вместе с мощностью передатчика и чувствительностью приемника коэффициенты усиления антенн определяют дальность обслуживания абонентов. Увеличение коэффициента усиления достигается сужением ДН в вертикальной плоскости за счет увеличения «этажности», количества антенных элементов по вертикали. При планировании сети БШПД рекомендуется обеспечить энергетический потенциал радиолинии, достаточный для работы на модуляционной схеме высшего порядка, 64QAM5/6. В этом случае может быть обеспечена максимальная пропускная способность сектора. Используя эту информацию и задавшись значением КУ антенн можно оценить дальность обслуживания, до которой используется модуляционно-кодовые схемы низких порядков и не происходит потери пропускной способности из-за перехода на модуляционно-кодовые схемы низких порядков.

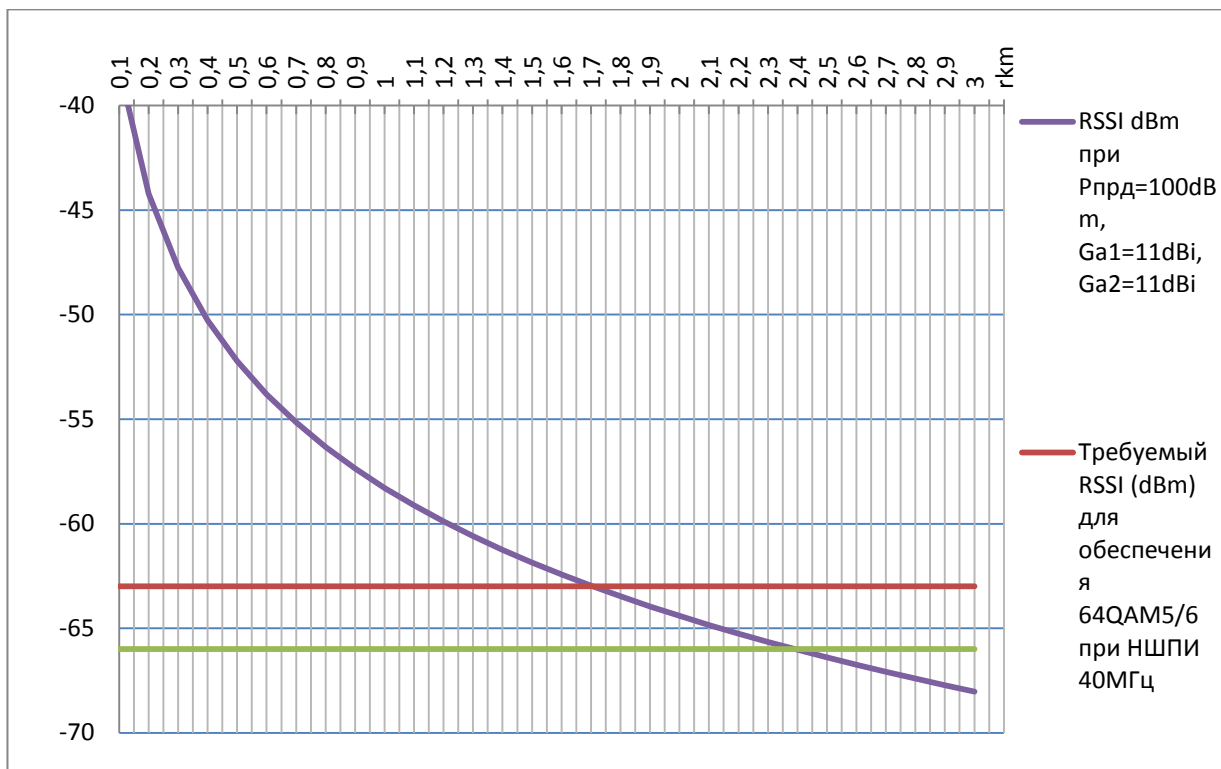


Рис. 5. Зависимость уровня сигнала на входе приемника от расстояния на частоте 2440МГц при $P_{\text{tx}}=100\text{мВт}$, $G_{aBC}=11\text{дБи}$, $G_{aAC}=11\text{дБи}$.

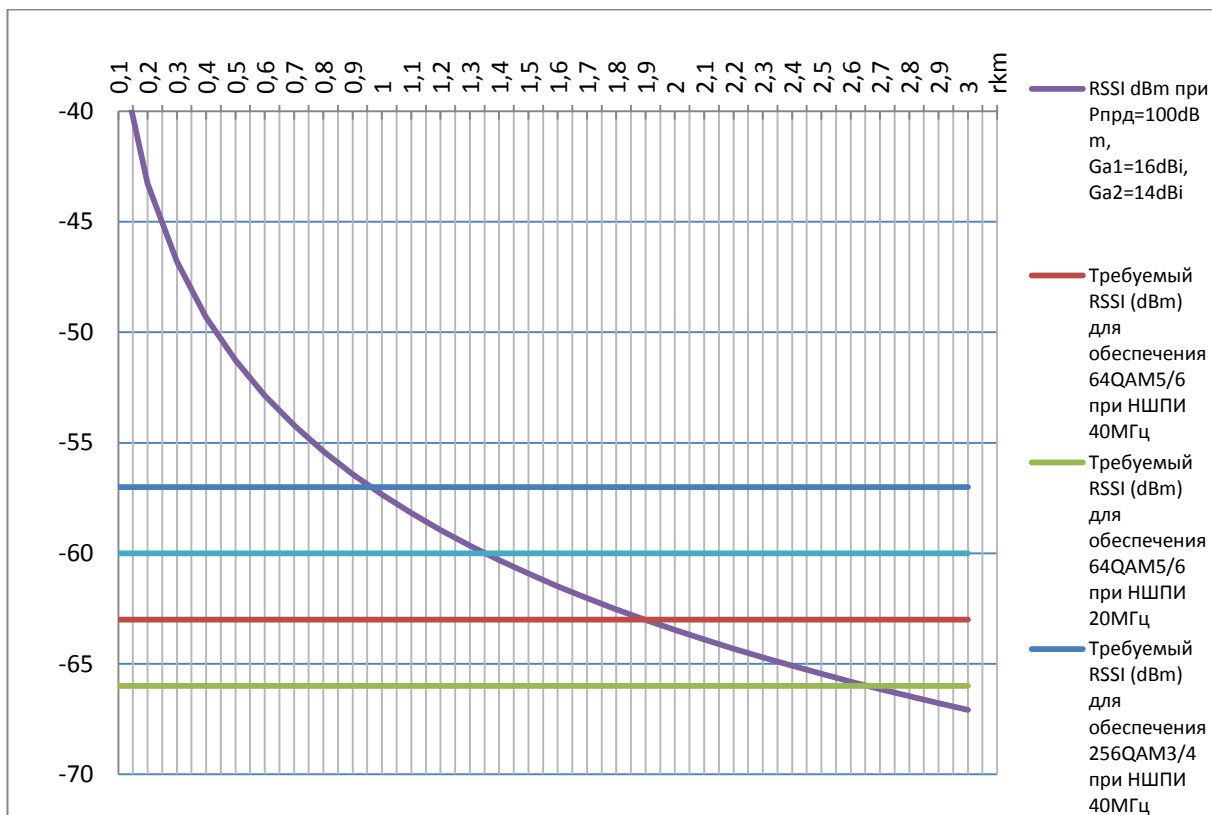



Рис. 6. Зависимость уровня сигнала на входе приемника от расстояния на частоте 5500МГц при $P_{\text{tx}}=100\text{мВт}$, $G_{aBC}=16\text{дБи}$, $G_{aAC}=14\text{дБи}$.

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 16 из 29

В случае расположения абонентов за пределами удаления на котором RSSI становится ниже уровня, соответствующего 64QAM5/6 следует использовать АУ с антеннами с более высоким КУ, обеспечивающим требуемый энергетический потенциал радиолинии.

Ранее установленное на сетях Общества оборудование БШПД рекомендуется продолжать использовать, не проводя замены на оборудование, рекомендованное данной технической политикой.

3.4.5. Архитектура и сервисная модель сети БШПД.

Сеть БШПД состоит из следующих компонентов:

- Коммутатор доступа с портами GE, обеспечивающий, подключение к транспортной пакетной сети ПАО «РТК» и GE соединение с радио-модулем БШПД.
- БС БШПД – базовая станция (точка доступа), обеспечивающая подключение домохозяйств и корпоративных клиентов к сети БШПД при помощи абонентских станций (устройств) с направленными антеннами.
- АС (АУ) БШПД – абонентские станции с направленными антеннами.

Перечень услуг, предоставляемых через сеть БШПД, архитектура и сервисная модель определяется на усмотрение блока технической инфраструктуры МРФ.

При развертывании сети беспроводного ШПД в населенном пункте, по результатам проектирования выбирается место установки опоры, на которой располагается БС БШПД, подводится электропитание и магистральная ВОЛС.

Электропитание и магистральная ВОЛС заводятся в климатический шкаф либо в помещение, в котором размещаются следующие элементы:

- УБППТ номинальным напряжением 48 вольт либо ИБП 220 В. Для минимизации затрат, в случае, если сеть БШПД не используется для предоставления услуг телефонной связи (сервис не востребован), обеспечение гарантированного бесперебойного электропитания необязательно, достаточно использования только штатных блоков PoE. Целесообразность предоставления услуги определяется блоком технической инфраструктурой МРФ.
- электросчетчики и автоматы, через которые электропитание подается на оборудование. Электросчетчик многотарифный с возможностью удаленного съема показаний счетчика системой АСКУЭ через IP-интерфейс.
- Коммутатор доступа Ethernet с портами GE, который служит точкой доступа к транспортной пакетной сети доступа, и предназначен для подключения радио-модулей беспроводного доступа.

При строительстве сети БШПД по возможности (с точки зрения оптимального радио-планирования) рекомендуется использовать вандалоустойчивый шкаф с промышленным коммутатором доступа для реализации услуги доступа в Интернет из состава универсальных услуг связи (технические требования утверждены приказом ПАО «Ростелеком» от 21.02.2019 №01/01/220-19).

Так же рекомендуется к использованию размещение БС БШПД на зданиях, доминирующих по высоте, граничащих с зонами малоэтажной застройки.

На опоре монтируется оборудование БС БШПД, предназначенное для предоставления услуг ШПД, обеспечивающее, при необходимости, возможность миграции телефонных сетей на технологию VoIP на базе транспорта Wi-Fi.

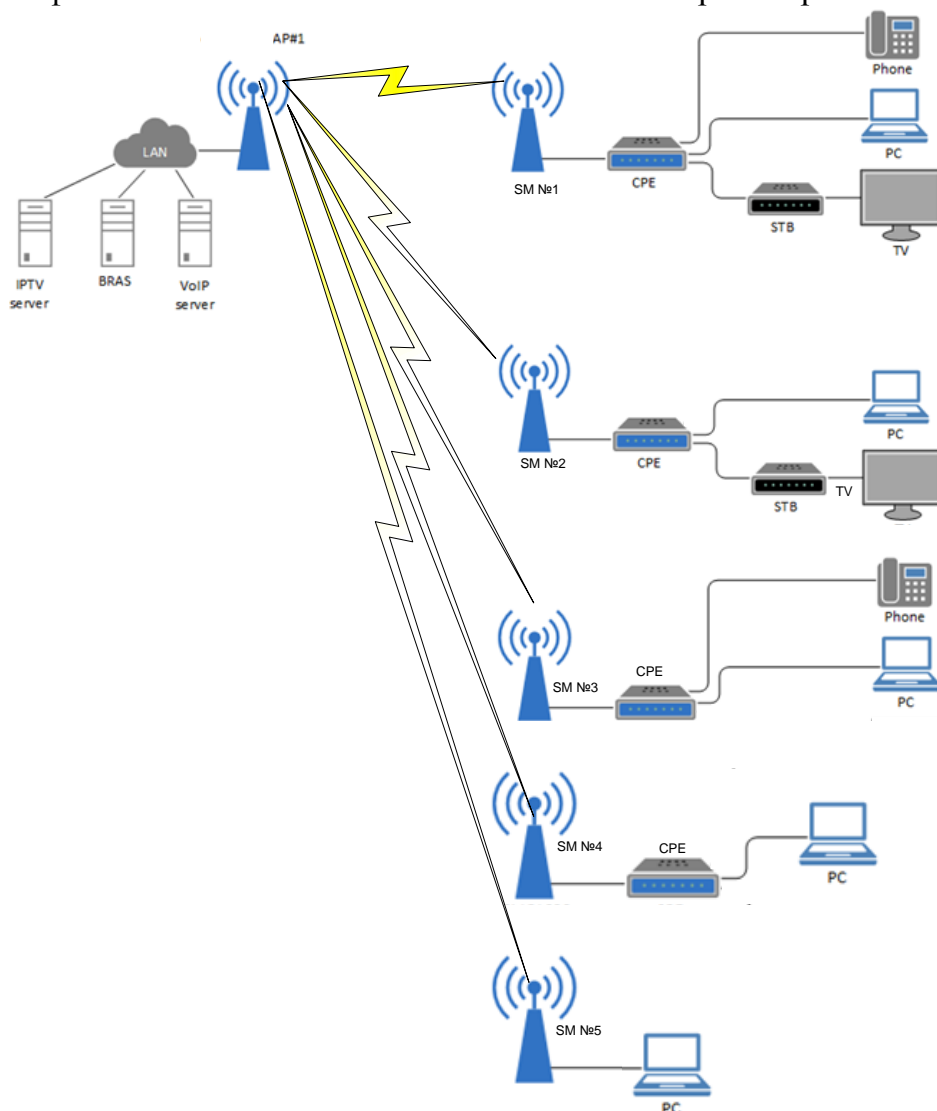



Рис. 7

С точки зрения сервисной модели сектор БШПД может рассматриваться как «распределенный коммутатор» FTTB. Порт GE на базовой станции это UpLink порт такого коммутатора, порт Ethernet абонентской станции это порт доступа этого коммутатора.

Сервисная модель может быть реализована разными способами:

- 1) Клиентский VLAN (C-VLAN) используется для доставки множества сервисов отдельному подписчику.
- 2) Сервисный VLAN (S-VLAN) используется для доставки отдельного сервиса всем подписчикам.
- 3) Комбинированный способ.

У абонента, как и в сети FTTB, устанавливается Ethernet L3 CPE. Тегирование трафика для передачи информации о принадлежности к VLAN осуществляется в

 Ростелеком	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 18 из 29

соответствии со стандартом IEEE802.1Q по методу, специфицированному стандартом IEEE802.1р.

АУ настраивается в режиме моста.

Создается виртуальная локальная сеть управления с назначением ей высшего приоритета и настраиваются параметры доступа к интерфейсам управления ТД через Management VLAN, например: vlanid: 108, 802.1p cost:7.

Пример представлен ниже.

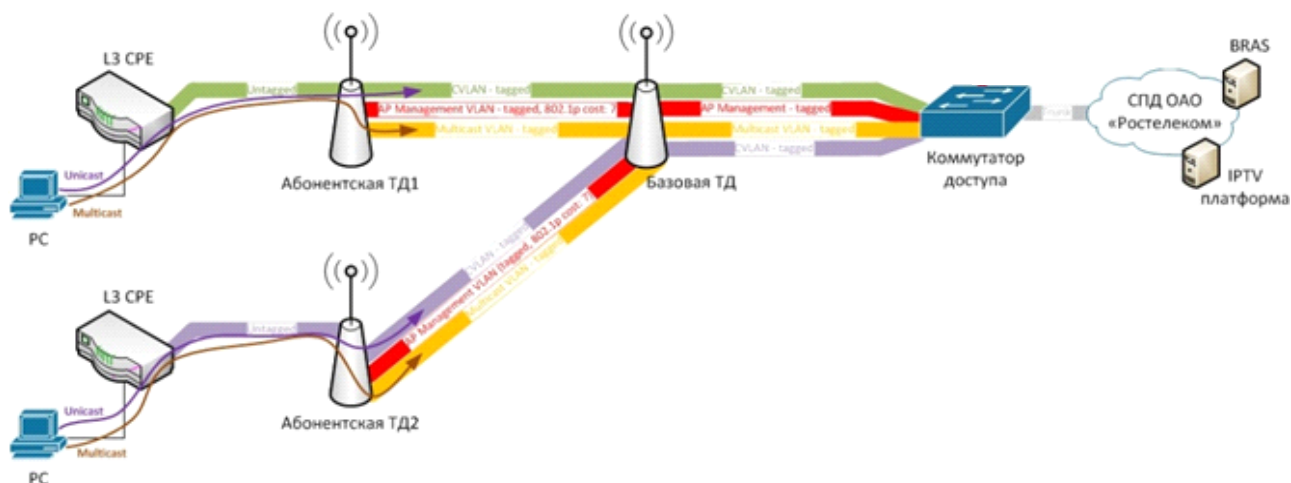


Рис. 8

В случае предоставления абоненту трех услуг (SIP телефония (VoIP), IPTV, Internet) пример мэппинга VLAN для 24 абонентов выглядит следующим образом:

- VLAN 99 – управление.
- VLAN 100 – Multicast.
- VLAN 101 ... 124 – PPPoE до BRAS (и VoD) для абонентов с 1-го по 24-го.
- VLAN 4001 (Default) – VLAN для передачи трафика VoIP (общий для всех аб-в).

Номера виртуальных локальных сетей взяты для примера. Могут быть использованы номера, принятые в филиале.

Эти VLAN должны проходить на проводном интерфейсе базовой точки доступа. Тэги́рование трафика происходит следующим образом:


Первый (на рисунке 10) абонентский модуль (SM №1) тегирует трафик:

- 1) Management VLAN ID 99.
- 2) Multicast VLAN ID 100.
- 3) Data VLAN ID 101.

DownLink трафик IPTV multicast поступает из сети с тегом 100, тегирование снимается в SM и трафик проходит в L3 CPE.

Трафик данных поступает от L3 CPE без тегов, снабжается в абонентском модуле БШПД тегом 101.

DownLink трафик данных с тегом 101 при передаче поступает в абонентский модуль БШПД, который снимает тег 101.

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 19 из 29

- 4) Абонентское CPE L3 тегит трафик VoIP меткой 4001. На SM VLAN 4001 настраивается как Membership, он проходит через SM неизменным и поступает в сеть с тем же тегом 4001.

Трафик VoIP можно и не тегировать. В этом случае приоритезация голосового трафика делается на основании метки DSCP, а в магистральном коммутаторе отсортируется голосовой трафик с помощью protocol-based или mac-based vlan.

В настоящее время большинство производителей (почти все) не могут предложить эффективный протокол доставки multicast трафика в радиоканале. Это связано с разными условиями PPB в направлениях разных AC, разным значением SINR для разных AC и, как следствие, необходимостью использования разных MCS. Если до коммутатора доступа multicast имеет место, то далее он должен быть преобразован в unicast и передан отдельным подписчикам в отдельных временных слотах. В связи с этим рекомендуется предоставление услуги IPTV посредством технологии OTT.

Возможен второй вариант предоставления услуг абоненту, без использования L3 CPE. В этом случае предоставляется услуга доступа в Интернет, а в случае наличия у Абонента собственного коммутатора (поскольку AC имеет только один порт) еще услуги IPTV посредством OTT.

Во втором варианте (оказание единственной услуги «Доступ в Интернет») AC настраивается в режиме моста, но при необходимости обеспечить абоненту возможности подключения собственного коммутатора AC настраивается в режиме маршрутизатора и используется как AC и PPPoE-CPE одновременно.

Использование S-VLAN в качестве базовой сервисной модели предполагает предоставление тех же услуг:

- Доступ в интернет;
- SIP-телефония;
- OTT-TV.


Перечень предоставляемых услуг определяется блоком технической инфраструктуры МРФ.

Для предоставления услуг Triple-play необходимо наличие L3 CPE, в данном случае абонентская станция настраивается в режим Bridge.

Для подключения БС к сети порт коммутатора настраивается на доступ к сервисам: управление, Интернет PPPoE, VoIP; IPTV.

Для управления базовой и абонентской станцией организуется выделенный VLAN (MgmtVLAN). Опционально организуется VLAN для управления абонентским шлюзом посредством протокола TR069.

Каждый из сервисных VLAN является общим, для всех абонентов, входящих в кластер. Изоляция L2 трафика между абонентами производится средствами базовой станции.

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 20 из 29

БС настраивается в качестве моста между радио-интерфейсом и Ethernet-интерфейсом с выделением VLAN управления.

АС настраивается в качестве моста между радио-интерфейсом и Ethernet-интерфейсом с выделением VLAN управления.

Шифрование радио-интерфейса БС/АС, а также методы авторизации для подключения к Wi-Fi могут быть выбраны для режима «Open». При этом специфика проприетарного эфирного протокола бесколлизийного доступа не позволяет подключиться к данной сети бытовым Wi-Fi устройствам.

CPE настраивается на услуги VoIP и PPPoE. LAN-интерфейсы CPE настраиваются в соответствии с принятыми в филиале шаблонами:

- Авторизация VoIP происходит между CPE и SoftSwitch;
- Авторизация PPPoE происходит между CPE и BRAS;
- Услугу IP-телевидение предлагается предоставлять посредством технологии OTT при наличии услуги «Интернет».

В случае предоставления услуг «Доступ в Интернет» и OTT-IPTV- АС настраивается в режиме «маршрутизатор». При этом WirelessWAN интерфейс настраивается как PPPoE-клиент, на WiredLAN интерфейс предоставляет доступ в интернет по технологии IPoE DHCP. DHCP сервер настраивается на АС. Таким образом абонент может подключить к порту АС как персональный компьютер, так и собственный CPE или Wi-Fi-маршрутизатор бытового назначения. OTT-BOX может быть подключен либо к порту АС либо к абонентскому оборудованию. При этом остальные услуги, в том числе удалённое управление АС, недоступны.

Рекомендуется предоставление услуги IPTV посредством технологии OTT.


Поскольку ряд производителей для управления QoS не используют механизм SP (строгого приоритета), а используют механизм WFQ (взвешенной честной очереди) для наиболее полного использования ресурсов радиоинтерфейса, то при некоторых условиях возможны попытки точки доступа передать избыток низкоприоритетного трафика в условиях полностью задействованной пропускной способности. Во избежание этого обязательно ограничение низкоприоритетного трафика на BRAS.

Для мониторинга и управления сетями БШПД (БС и АС) могут использоваться локальные системы управления РФ или отдельные системы от производителя оборудования БШПД.

Мониторинг интегрируется с системой FM /PM MPФ сетей доступа (INITI SOLO или COBA) для периодической проверки доступности точки доступа по icmp / snmp.

Поскольку БШПД рассматривается, как вариант организации последней мили, то для оказания услуг на сетях БШПД используются существующие BRAS и биллинг обычных услуг ШПД.

Так как используются BRAS и биллинг ШПД, то и COPM реализуется по аналогии с обычными ШПД включениями.

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 21 из 29

3.4.6. Рекомендации по планированию и размещению оборудования

Для размещения БС в качестве антенных опор рекомендуется использовать:

- АМС ПАО «Ростелеком» при их наличии.
- АМС ООО «Т2 Мобайл».
- АМС других операторов.
- Здания, доминирующие по высоте над застройкой в местах сосредоточения абонентов.
- Опоры УЦН, оснащенные металлическими оголовниками для увеличения дальности прямой видимости.


Рекомендуется размещение БС в многоквартирных домах либо иных зданиях, доминирующих по высоте и граничащих с районами малоэтажной застройки. Для размещения радио-модулей с секторными антеннами рекомендуется установка трубостойки на кровле или фасаде. Это минимизирует затраты на строительство.

Поскольку мощность передатчика радио-модуля БШПД не превосходит 1 Вт, то проблемы с согласованием размещения не возникают, в отличие от мобильных операторов, которым разместить оборудование в жилом доме затруднительно, приходится находить промышленные и административные здания либо строить АМС.

Следует учитывать, что наличие прямой видимости не является достаточным условием для качественной работы высокочастотной радиолинии БС↔АС. Дело в том, что длина световых волн значительно короче волн радиодиапазона, поэтому, даже если видна противоположная сторона радиолинии, это не значит, что данное свободное пространство также "прозрачно" для волн радиодиапазона. В результате, если антенны установлены только исходя из наличия прямой видимости, уровень сигнала в точке приема может быть подвержен глубоким замираниям, пропускная способность будет минимальной, потери и повтор пакетов, а также пропадания связи сделают работу радиолинии невозможной. Для устойчивой работы радиолинии требуется, чтобы свободной от препятствий была область пространства, именуемая зоной минимально необходимой для распространения радиоволн. Размер минимальной области пространства определяется из того условия, чтобы напряженность поля в точке приема, созданная вторичными источниками, расположенными в пределах этой области в центре первой зоны Френеля, была равна напряженности поля в свободном пространстве (при числе зон Френеля, стремящемся к бесконечности). Радиус минимальной области пространства составляет величину $r_1/3^{1/2} \approx r_1/1,732$, где r_1 – радиус первой зоны Френеля. Примерно можно считать, что радиус зоны минимально необходимой для распространения радиоволн равен 0,6 радиуса первой зоны Френеля. То есть 1-ая зона Френеля может перекрываться препятствием не более, чем на 40%.

При этом радиус 1-ой зоны Френеля:

$$r_1 = [(d_{1[M]} \times d_{2[M]}) / (d_{1[M]} + d_{2[M]}) \times 300 / f_{[МГц]}]^{1/2}$$

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 22 из 29

С учетом допустимого 40%-ого перекрытия препятствием первой зоны Френеля высота подвеса антенны должна удовлетворять следующему условию:

$$H \geq h + r_1 (1 - 0,4),$$

где H – высота подвеса антенны БС, h – высота препятствия, r_1 – радиус первой зоны Френеля в сечении препятствия.

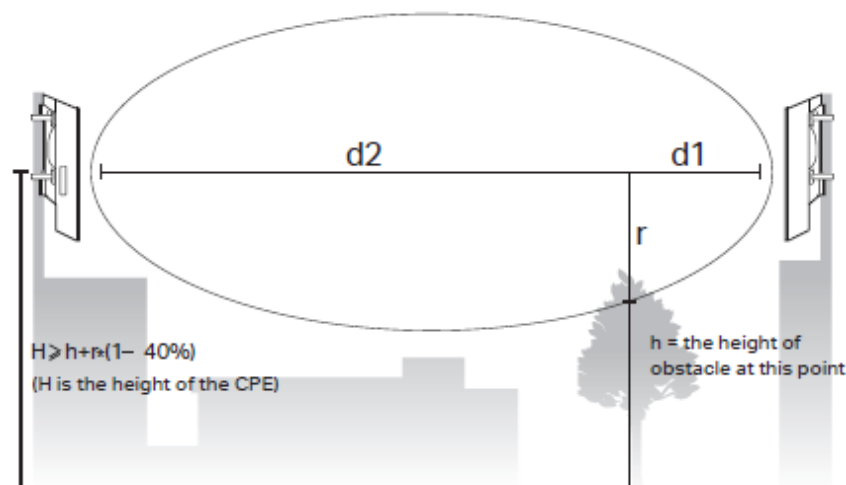


Рис. 9

3.4.7. Обследование места установки

Планирование сети БШПД состоит из серии обследований, которые должны быть осуществлены перед доставкой какого-либо оборудования на объект. Если по какой-либо причине результат этих обследований будет отрицательным, необходимо рассмотреть вопрос о другом месте для размещения БС. Обследование места развертывания узла связи состоит из трех этапов:


1. Предварительное обследование – предполагаемые линии связи БС↔АС анализируются в офисе с использованием топографической карты.
2. Физическое обследование – определяются размещения оборудования на объекте.
3. Радиочастотное (РЧ) обследование – рекомендуется просканировать участок установки при помощи анализатора радиочастотного спектра для определения РЧ-помех, чтобы определить чистый канал для установки радиоустройства (на объекте).

3.4.8. Предварительное обследование

Предварительное обследование необходимо перед посещением потенциальных точек установки. Необходимо получить как можно больше сведений о предварительно запланированных точках установки БС и АС и территории между ними.

Для выполнения предварительного обследования в отношении каждой предполагаемой радиолинии БС↔АС необходимо сделать следующее:

1. Отметить две предварительно запланированных точки установки на топографической карте участка.

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 23 из 29

2. Измерить расстояние БС↔АС. Расстояние не должно превышать предельную дальность для обеспечения работы на модуляционно-кодовой схеме 64QAM5/6.

3. Проверить на городской карте наличие застроенных территорий, расположенных между каждой парой точек БС↔АС. Необходимо уделить внимание этим территориям при выполнении физического обследования объекта, на них могут находиться высокие здания, РЧ-мачты или передатчики, которые могут создавать препятствия для РРВ или стать причиной возникновения помех в канале связи.

4. Проверить каждый участок БС↔АС на наличие естественных препятствий (высокая местность - возвышенности или горы)

3.4.9. Физическое обследование

Физическое обследование – это осмотр окружающих условий предполагаемого места установки для обеспечения того, что точки размещения подходят для беспроводной сети. Результаты физического обследования объекта необходимо записывать. Рекомендуется выполнять обследование в ясную погоду, чтобы было легче рассмотреть препятствия между БС и АС.


Для выполнения физического обследования необходимо сделать следующее:

1. По показаниям компаса, полученным в ходе предварительного обследования, найти азимут (направление по горизонтали) от БС на все предполагаемые АС.
2. При помощи бинокля найти все препятствия (деревья, высокие здания, возвышенности или горы). Визуально определить наличие РЧ-мачт между двумя узлами связи. Отметить расположение препятствий на карте.
3. Определить место установки радио-модуля БС (с учетом существующих надстроек на крыше и пространства для мачты). Он должен располагаться над всеми препятствиями с учетом обеспечения свободной зоны в пределах зоны, минимально необходимой для РРВ.
4. При необходимости монтажа радио-модуля БС на мачте убедиться, что мачта находится на безопасном удалении от воздушных линий электропередач.
5. Определить место для шкафа с оборудованием.

3.4.10. Радиочастотное обследование и планирование

Радиочастотное обследование – это изучение сигнально-помеховой обстановки для определения наличия доступных каналов в пределах рабочего диапазона частот РЭС. РЧ-обследование выполняется с использованием анализатора спектра. Рекомендуется ознакомиться с принципами работы анализатора спектра перед выездом на объект, а именно с функциями Max Hold (фиксация изображения на экране) и Marker (маркер). РЧ-обследование необходимо проводить на всех предполагаемых точках размещения оборудования. Обследование должно быть осуществлено в течение рабочего дня наилучшей оценки наибольших радиопомех.

При планировании сети БШПД необходимо учитывать, что применение четырех-секторных позиций в сочетании с синхронизацией работы секторов и антеннами с высоким значением отношения излучения вперед к излучению назад позволяет сэкономить на количестве частотных номиналов по сравнению с трехсекторными позициями. Графическое пояснение представлено на рис. 10.

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 24 из 29

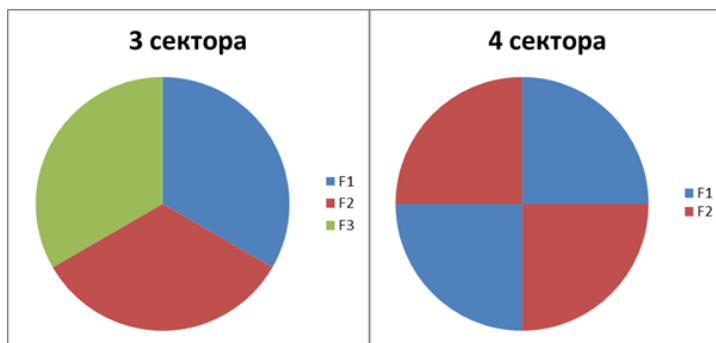


Рис. 10

Допускается применение БС с OMNI (всенаправленной)-антенной, с использованием 1 радиомодуля (Рис.3). Такую конфигурацию БС, допускается размещать в деревнях, поселках, дачных застройках, на удалении от крупных промышленных и жилых районов (городов), во избежание приема множества сторонних помех на антенну с круговой ДН.

Данное решение актуально, в случаях:

- абоненты разрознены территориально, нет возможности их охватить сектором, при этом их кол-во не высокое и емкость 1 радио-модуля покрывает потребности.
- на начальном этапе проекта, для снижения инвестиционных рисков, когда нет окончательного понимания о потенциале будущей абонентской сети.

По мере заполнения емкости БС с OMNI, возможно проведение модернизации БС и изменении ее топологии на секторальную (Рис.10). Для этого достаточно заменить пассивную антенну БС, без необходимости замены радио-модуля (уточнять возможность при комплектации).

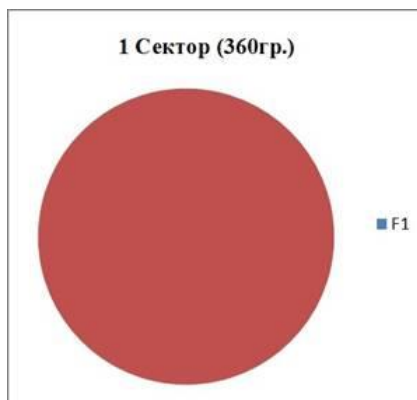



Рис.11

Для применения в качестве систем БШПД с высокой пропускной способностью наиболее подходящим является оборудование стандартов IEEE 802.11n с доработкой протокола для исключения возникновения коллизий в радио-интерфейсе.

3.4.11. Рекомендации по размещению оборудования БШПД

- Оборудование БШПД может устанавливаться на столбах, опорах, трубостойках, с соблюдением действующих отраслевых норм на проектирование объектов связи.
- Оборудование БШПД должно быть занулено (заземлено) на ГЗШ согласно требованиям пункта 3.5 настоящей политики.

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 25 из 29

- Все оптические патч корды должны быть защищены гофротрубой
- Использовать только патч корды для внешней прокладки.
- Все электрические кабели, проходящие по столбу (Ethernet/POE) должны быть защищены пластиковой трубой либо гофротрубой, закрепленной на столбе стальными лентами.
- Все кабели должны проходить по одной грани столба.
- Все кабельные вводы должны быть герметизированы.
- Все интерфейсы должны быть защищены. При необходимости кабельные вводы должны герметизироваться, согласно требованиям производителя оборудования, чтобы обеспечить соответствие стандарту IP65.
- Во всех случаях при монтаже оборудования должна быть выполнено повторное заземление, защита от грозовых перенапряжений и защита от поражений электрическим током согласно требованиям раздела 3.5 настоящей политики.


Предварительным этапом перед монтажом и запуском оборудования является оформление разрешений на использование частот.

3.5. Меры по защите от поражения электрическим током, заземление и защита от грозовых перенапряжений.

- Для заземления в электроустановках разных назначений и напряжений следует применять одно общее заземляющее устройство (устройство повторного заземления) (п. 1.7.55 ПУЭ-7).
- Заземляющие проводники для повторных заземлений PEN-проводника должны иметь размеры не менее приведенных в табл. 1.7.4 (ПУЭ-7).


Таблица 6. Наименьшие размеры заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле

Материал	Профиль сечения	Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм	Толщина стенки, мм
Сталь черная	Круглый:			
	для вертикальных заземлителей	16	-	-
	для горизонтальных заземлителей	10	-	-
	Прямоугольный	-	100	4
	Угловой	-	100	4
	Трубный	32	-	3,5
Сталь оцинкованная	Круглый:			
	для вертикальных заземлителей	12	-	-
	для горизонтальных заземлителей	10	-	-
	Прямоугольный	-	75	3
	Трубный	25	-	2
Медь	Круглый	12	-	-

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 26 из 29

	Прямоугольный	-	50	2
	Трубный	20	-	2
	Канат многопроволочный	1,8*	35	-

- Для предотвращения вандажных действий, применять заземлители и заземляющие проводники, проложенные в земле из оцинкованной стали, они не должны иметь окраски.
- Заземляющий проводник изготовить из полосовой стали и провести по столбу до ГЗШ.
- ГЗШ выполнить из меди и расположить рядом в защитной оболочке (шкаф или ящик). Сечение ГЗШ должно быть не менее сечения PEN-проводника питающей линии.
- В конструкции шины предусмотреть возможность отсоединения заземляющего проводника и индивидуального отсоединения присоединенных к ней проводников только при помощи инструмента (пп 1.7.116, 1.7.119 ПУЭ-7).
- В качестве РЕ-проводников использовать жилы многожильных кабелей, изолированные провода в общей оболочке с фазными проводами, стационарно проложенные изолированные проводники (п. 1.7.121 ПУЭ-7). Сечения защитных проводников должны быть не меньше фазных.(п. 1.7.126 ПУЭ-7). Во всех случаях сечение медных защитных проводников, не входящих в состав кабеля или проложенных не в общей оболочке (трубе, коробе, на одном лотке) с фазными проводниками, должно быть не менее:
 - 2,5 мм² - при наличии механической защиты;
 - 4 мм² - при отсутствии механической защиты (п. 1.7.127 ПУЭ-7)
- Неизолированные РЕ-проводники должны быть защищены от коррозии (п. 1.7.130 ПУЭ-7). В месте разделения PEN-проводника на нулевой защитный и нулевой рабочий проводники необходимо предусмотреть отдельные шины для проводников, соединенные между собой. PEN-проводник питающей линии должен быть подключен к шине нулевого защитного РЕ-проводника (п. 1.7.135 ПУЭ-7).
- Соединения и присоединения заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания потенциалов должны быть надежными и обеспечивать непрерывность электрической цепи. Стальные проводники соединять сваркой или болтовым соединением. Для болтовых соединений должны быть предусмотрены меры против ослабления контакта. Соединения защищать от коррозии (п.1.7.139 ПУЭ-7).
- Соединения должны быть доступны для осмотра и выполнения испытаний (п. 1.7.140 ПУЭ-7). Присоединения заземляющих, нулевых защитных проводников и проводников уравнивания потенциалов к открытым проводящим частям должны быть выполнены при помощи болтовых соединений или сварки (п. 1.7.142 ПУЭ-7). Присоединение каждой открытой проводящей части электроустановки к нулевому защитному проводнику и к основной системе уравнивания потенциалов должно быть выполнено при помощи отдельного ответвления (п. 1.7.144 ПУЭ-7).
- Присоединение заземляющих проводников (спусков) к заземлителю в земле также должно выполняться сваркой или иметь болтовые соединения (п. 2.4.45

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 27 из 29

ПУЭ-7). Оттяжки опор столба (если таковые имеются) должны быть присоединены к заземляющему проводнику (п. 2.4.49 ПУЭ-7).

- Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции при косвенном прикосновении в системе TN в электроустановках напряжением до 1кВ должны быть применены следующие меры защиты:
 - -автоматическое отключение питания;
 - -уравнивание потенциалов;(п.1.7.51 ПУЭ-7).
- Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока (п.1.7.53 ПУЭ-7). Все открытые проводящие части должны быть присоединены к глухо заземлённой нейтрали источника питания и должно быть выполнено уравнивание потенциалов (п. 1.7.78 ПУЭ-7), т.е. должны быть соединены между собой:
 - нулевой защитный РЕ- или PEN-проводник питающей линии;
 - заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления ВЛ;
 - заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления;
 - металлические оболочки телекоммуникационных кабелей;
 - металлические крюки и кронштейны столба
- Все указанные проводящие части должны быть присоединены к главной заземляющей шине (ГЗШ) при помощи проводников системы уравнивания потенциалов. (п. 1.7.82 ПУЭ-7). Сечение проводников не менее: 6 мм кв.(медь) и 50 мм кв. (сталь).(п.1.7.137 ПУЭ-7).

3.6. Требования к оборудованию для проведения закупочных процедур


Оборудование должно удовлетворять техническим требованиям, приведенным в Приложении №1.

3.7. Требования к измерительному оборудованию

Состав и периодичность измерений, перечень применяемых средств измерений определяется в соответствии с эксплуатационно-технической документацией на оборудование.

Следует руководствоваться следующими документами:

- Приказ 187 19.10.1998 «ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРВИЧНЫХ СЕТЕЙ ВЗАИМОУВЯЗАННОЙ СЕТИ СВЯЗИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ» «Книга 4, часть 1. ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ»
- РД 45.190-2001 «Участок кабельный элементарный волоконно-оптической линии передачи. Типовая программа приемочных испытаний»
- РД 45.180-2001 «Руководство по проведению планово-профилактических и аварийно-восстановительных работ на линейно-кабельных сооружениях связи волоконо-оптической линии передачи»
- РД 45.047-99 «Линии передачи волоконно-оптические на магистральной и внутризонах первичных сетях ВСС России. Техническая эксплуатация»

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 28 из 29

- РД 45.156-2000 «Состав исполнительной документации на законченные строительством линейные сооружения магистральных и внутризоновых ВОЛП»

Перечень основных измерений:

- Вносимые потери ОВ кабеля, коннекторов, муфт (суммарное затухание), вносимые потери радиорелейного тракта
- Возвратные потери
- Оптическая длина ОВ (кабеля и соединительных шнуров)
- Контроль торцевой поверхности оптических соединителей (при несоответствии затухания)

Рекомендуемый перечень средств измерений и вспомогательного оборудования:

- Анализатор радиочастотного спектра.
- GPS/GLONASS детектор.
- Патчкорды для присоединения средств измерений
- Визуальный локатор повреждений, отдельный для каждой бригады
- Видеомикроскоп для определения состояния физических соединений
- Оптический рефлектометр на длины волн 1310/1550 нм, динамический диапазон не менее 35дБ
- Измеритель оптической мощности, калиброванный на длинах волн 1310/1550 либо комплект оптических тестеров для работы на длинах волн 1310/1550 нм
- Инструмент и материалы для чистки физических соединений ОВ, а именно приспособления для чистки физических контактов, безворсовые салфетки, изопропиловый спирт, сжатый воздух и другие
- Средства измерений должны иметь действующие сертификаты о калибровке или свидетельства о поверке
- ПК с набором ПО.


При поиске неисправности (поиске причин деградации качества услуги) дополнительно измеряют:

- Неоднородности ОВ, затухание обратного отражения (ORL)
- Параметры Ethernet: ширину канала данных, задержки пакетов, вариацию задержки, потери пакетов
- Параметры сервисов (IPTV и т.п.)

Результаты измерений сохраняют в протоколах измерений (файлах) для сравнения с полученными, при плановых измерениях и поиске неисправностей

При проведении электрических измерений следует руководствоваться требованиями «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил безопасности при эксплуатации электроустановок», «Правил устройств электроустановок». Измерению подлежат:

- Сопротивление растекания контура защитного;
- Металлосвязь оборудования БШПД с контуром защитного заземления;
- Сопротивление изоляции силовых кабелей, напряжением до 1000В.

	Техническая политика проектирования и строительства сетей беспроводного широкополосного доступа в ПАО «Ростелеком»	
Редакция: 1/2019	№ бизнес-процесса: БП.ПР.05	Стр. 29 из 29

Электрические измерения проводят с использованием измерителей сопротивления заземления, мегомметров. Средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

3.8. Требования к ЗИП

Для организации ЗИП отвечающим потребностям бесперебойной эксплуатации оборудования беспроводных сетей планировать закупки средств для обеспечения ЗИП по следующим критериям:

- – 3% от общего количества приобретаемых устройств в Региональном филиале на каждый Региональный филиал

3.9. Требования к мониторингу SLA оборудования

Требования к мониторингу SLA соответствуют общим требованиям к реализации мониторинга SLA на массовом сегменте рынка.

4. Управление записями

Управление записями документа осуществляется в соответствии с [Процедурой управления записями ПАО «Ростелеком»](#). Владелец документа – Директор департамента сооружений объектов связи.

5. Хранение и архивирование

Подлинник данного документа во время срока действия хранится в отделе документационного обеспечения и архивного хранения Департамента управления делами в соответствии с Инструкцией по делопроизводству в ПАО «Ростелеком».

После окончания срока действия или аннулирования данного документа подлинник может быть передан в архив или уничтожен в соответствии с требованиями Инструкции по делопроизводству в ПАО «Ростелеком».

6. Рассылка и актуализация

Решение об инициации процесса внесения изменений в Техническую политику принимает директор Департамента сооружений объектов связи КЦ ПАО «Ростелеком» на основании предложений других подразделений, результатов применения документа в Обществе, анализа зарегистрированных и устраненных несоответствий, а также рекомендаций внутренних или внешних аудитов.

Порядок периодической проверки и внесения изменений в Техническую политику определен [Процедурой управления записями ПАО «Ростелеком»](#).