

**МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИКАЗ
от 14 сентября 2010 г. N 124**

**ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПРАВИЛ
ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА. ЧАСТЬ I. ПРАВИЛА
ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ
ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 30 МГц ДО 66 ГГц**

В соответствии со статьей 41 Федерального закона от 7 июля 2003 г. N 126-ФЗ "О связи" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, N 28, ст. 2895; N 52, ст. 5038; 2004, N 35, ст. 3607; N 45, ст. 4377; 2005, N 19, ст. 1752; 2006, N 6, ст. 636; N 10, ст. 1069; N 31, ст. 3431, ст. 3452; 2007, N 1, ст. 8; N 7, ст. 835; 2008, N 18, ст. 1941; 2009, N 29, ст. 3625; 2010, N 7, ст. 705; N 15, ст. 1737) и пунктом 4 Правил организации и проведения работ по обязательному подтверждению соответствия средств связи, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 апреля 2005 г. N 214 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2005, N 16, ст. 1463; 2008, N 42, ст. 4832), приказываю:

1. Утвердить прилагаемые [Правила](#) применения оборудования радиодоступа. Часть I. Правила применения оборудования радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц.

2. Признать утратившим силу Приказ Мининформсвязи России от 13.02.2007 N 19 "Об утверждении Правил применения оборудования радиодоступа. Часть I. Правила применения оборудования радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц" (зарегистрирован в Минюсте России 2 марта 2007 г., регистрационный N 9007), Приказ Мининформсвязи России от 30.07.2007 N 93 "Об использовании глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в оборудовании радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц" (зарегистрирован в Минюсте России 16 августа 2007 г., регистрационный N 9991), пункт 1 Приказа Минкомсвязи России от 23.12.2008 N 110 "О внесении изменений в Приказы Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации" (зарегистрирован в Минюсте России 3 февраля 2009 г., регистрационный N 13253).

3. Направить настоящий Приказ на государственную регистрацию в Министерство юстиции Российской Федерации.

Министр
И.О.ЩЕГОЛЕВ

Утверждены
Приказом Министерства связи

**ПРАВИЛА
ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА. ЧАСТЬ I. ПРАВИЛА
ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ
ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 30 МГц ДО 66 ГГц**

I. Общие положения

1. Правила применения оборудования радиодоступа. Часть I. Правила применения оборудования радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц (далее - Правила) разработаны во исполнение статьи 41 Федерального закона от 7 июля 2003 г. N 126-ФЗ "О связи" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, N 28, ст. 2895; N 52, ст. 5038; 2004, N 35, ст. 3607; N 45, ст. 4377; 2005, N 19, ст. 1752; 2006, N 6, ст. 636; N 10, ст. 1069; N 31, ст. 3431, ст. 3452; 2007, N 1, ст. 8; N 7, ст. 835; 2008, N 18, ст. 1941; 2009, N 29, ст. 3625; 2010, N 7, ст. 705; N 15, ст. 1737; N 27, ст. 3408) в целях обеспечения целостности, устойчивости функционирования и безопасности единой сети электросвязи Российской Федерации.

2. Правила устанавливают обязательные требования к параметрам оборудования радиодоступа для беспроводной передачи данных (далее - БПД) в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц, применяемого в сети связи общего пользования и технологических сетях связи в случае их присоединения к сети связи общего пользования.

3. Правила распространяются на следующее оборудование:

- 1) базовые станции (точки доступа) сетей радиодоступа;
- 2) ретрансляторы сетей радиодоступа;
- 3) оконечное оборудование (абонентские станции) сетей радиодоступа;
- 4) антенно-фидерные устройства, входящие в состав радиоэлектронных средств связи сетей радиодоступа;
- 5) преобразователи частоты;
- 6) двунаправленные антенные усилители.

4. Оборудование радиодоступа для БПД использует следующие технологии:

- 1) технологии открытых систем (далее - ТОС) стандартов 802.11 (Беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 2,4 ГГц на скорости 1 и 2 Мбит/с), 802.11a (Беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 5,8 ГГц на скорости до 54 Мбит/с), 802.11b (Беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 2,4 ГГц на скорости до 22 Мбит/с), 801.11g (Беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 2,4 ГГц на скорости до 108 Мбит/с), 802.11n (Беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц на скорости до 600 Мбит/с), 802.15 (Беспроводное оборудование передачи данных со скачкообразной псевдослучайной перестройкой частоты), 802.16 (включает 802.16-2004 Интерфейс для систем с

фиксированным широкополосным беспроводным доступом с дополнением 2 и коррекцией 1, 802.16e-2005 и 802.16-2004/cor1-2005 Интерфейс для систем с фиксированным и подвижным широкополосным беспроводным доступом);

2) технология закрытых систем (далее - ТЗС) оборудования фиксированного доступа в диапазоне частот 30 - 2100 МГц, 2400 - 2483,5 МГц, 3400 - 3600 МГц, 5150 - 6425 МГц, 10,15 - 43,5 ГГц.

5. Оборудование радиодоступа для БПД идентифицируется как оборудование базовых станций и ретрансляторов сетей радиодоступа и согласно пункту 26 Перечня средств связи, подлежащих обязательной сертификации, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 июня 2009 г. N 532 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, N 26, ст. 3206), подлежит обязательной сертификации в порядке, установленном Правилами организации и проведения работ по обязательному подтверждению соответствия средств связи, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 апреля 2005 г. N 214 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2005, N 16, ст. 1463; 2008, N 42, ст. 4832).

6. Оконечное оборудование сетей радиодоступа, включая абонентские станции, преобразователи частоты, двунаправленные антенные усилители, подлежит декларированию соответствия.

7. Оборудование радиодоступа для БПД применяется в полосах радиочастот, разрешенных для использования Государственной комиссией по радиочастотам.

II. Требования к оборудованию радиодоступа для БПД

8. К оборудованию радиодоступа для БПД устанавливаются следующие обязательные требования к параметрам:

1) электропитания от сети переменного тока с номинальным значением напряжения 220 В согласно приложению 2 к Правилам применения оборудования электропитания средств связи, утвержденным Приказом Министерства информационных технологий и связи от 03.03.2006 N 21 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 27 марта 2006 г., регистрационный N 7638) (далее - Правила N 21-06);

2) электропитания от внешнего источника постоянного тока с номинальным напряжением 12, 24, 48 или 60 В согласно приложению 3 к Правилам N 21-06;

3) электропитания от аккумуляторов и батарей согласно разделу IX или X Правил N 21-06.

К оборудованию радиодоступа для БПД, устанавливаемому внутри компьютера или иного электронно-цифрового устройства, требования к электропитанию определяются устройством, в которое оно устанавливается;

4) исключен. - Приказ Минкомсвязи России от 23.04.2013 N 93;

5) устойчивости к климатическим и механическим воздействиям согласно [приложению N 2](#) к Правилам.

9. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС:

- 1) стандарта 802.15 согласно [приложению N 3](#) к Правилам;
- 2) стандарта 802.11 согласно [приложению N 4](#) к Правилам;
- 3) стандарта 802.11b согласно [приложению N 5](#) к Правилам;
- 4) стандарта 802.11a согласно [приложению N 6](#) к Правилам;
- 5) стандарта 802.11g согласно [приложению N 7](#) к Правилам;
- 6) стандарта 802.11n согласно [приложению N 10](#) к Правилам;
- 7) стандарта 802.11ac согласно [приложению N 10.1](#) к Правилам;
(пп. 7 введен Приказом Минкомсвязи России от 22.04.2015 N 129)
- 8) стандарта 802.11ad согласно [приложению N 10.2](#) к Правилам;
(пп. 8 введен Приказом Минкомсвязи России от 22.04.2015 N 129)
- 9) стандарта 802.11ax согласно [приложению N 10.3](#) к Правилам.
(пп. 9 введен Приказом Минкомсвязи России от 06.07.2020 N 321)
10. Требования к параметрам базовых станций ТОС стандарта 802.16 устанавливаются согласно [приложению N 8](#) к Правилам.
11. Требования к параметрам абонентских станций ТОС стандарта 802.16 устанавливаются согласно [приложению N 9](#) к Правилам.
12. Оборудование радиодоступа для БПД ТЗС имеет фиксированную установку радиочастоты или дискретную псевдослучайную перестройку рабочей частоты в пределах разрешенного диапазона.
13. Для передатчика оборудования радиодоступа для БПД ТЗС устанавливаются следующие обязательные требования к параметрам:
 - 1) ширины полосы частот излучения передатчика при максимальной загрузке согласно [приложению N 11](#) к Правилам;
 - 2) уровней побочных излучений передатчика при максимальной загрузке согласно [приложению N 12](#) к Правилам;
 - 3) относительной нестабильности частоты передатчика или частоты задающего генератора передатчика согласно [приложению N 13](#) к Правилам.
14. Для приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС устанавливаются следующие требования к параметрам:
 - 1) уровней паразитных излучений при максимальной загрузке согласно [приложению N 14](#) к Правилам;
 - 2) избирательности приемника по зеркальному каналу для оборудования, построенного по супергетеродинной схеме - не менее 70 дБ;
 - 3) уровня излучения гетеродина приемника:

а) для оборудования, работающего в диапазоне частот до 470 МГц - не превышает минус 57 дБм;

б) для оборудования, работающего в диапазоне частот 470 МГц - 43,5 ГГц - не превышает минус 90 дБм;

4) чувствительности приемника согласно [приложению N 15](#) к Правилам;

5) сигнала на входе приемника согласно [приложению N 16](#) к Правилам;

6) помехи от соседнего канала в условиях полной загрузки канала согласно [приложению N 17](#) к Правилам.

15. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах 33,0 - 48,5 МГц, 57,0 - 57,5 МГц, устанавливаются согласно [приложению N 18](#) к Правилам.

15.1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТЗС сверхзаканалосных маломощных сетей для Интернета вещей устанавливаются согласно [приложению N 18.1](#) к Правилам.

(п. 15.1 введен Приказом Минкомсвязи России от 07.10.2019 N 571)

16. Антенно-фидерные устройства, входящие в состав оборудования радиодоступа для БПД, проверяются вместе с указанным оборудованием. Проверяемое оборудование при подключении к нему указанных антенно-фидерных устройств соответствует требованиям, приведенным в [пунктах 8 - 15](#) Правил.

17. Для антенных усилителей диапазонов частот 2,4 ГГц, 5 ГГц, 6 ГГц устанавливаются следующие требования:

1) мощность сигнала на выходе антенного усилителя, в режиме "ПЕРЕДАЧИ":

а) в диапазонах частот 2,4 ГГц, 5 ГГц, 6 ГГц - не превышает 30 дБм (1000 мВт);

б) в диапазоне частот 5,15 - 5,25 ГГц - не превышает $10\log(\Delta F_{\text{МГц}}) - 17$ дБВт;

2) коэффициент ослабления усилителя на частотах, отстоящих от средней частоты канала на $\pm 1,4$ ГГц:

а) для диапазона частот 2,4 ГГц - не менее 60 дБ;

б) для диапазона частот 5 ГГц, 6 ГГц - не менее 55 дБ;

3) коэффициент ослабления в диапазонах частот 2,4 ГГц, 5 ГГц, 6 ГГц относительно средней частоты канала - в пределах от 0,3 до 0,5 дБ;

4) входная мощность переключения режимов "ПЕРЕДАЧА-ПРИЕМ" не превышает 2,5 мВт;

5) время переключения режимов "ПЕРЕДАЧА-ПРИЕМ", "ПРИЕМ-ПЕРЕДАЧА" не превышает 1 мкс.

18. Для преобразователей частоты устанавливаются следующие требования:

1) ширина спектра сигнала, излучаемого преобразователем, соответствует ширине спектра сигнала на входе преобразователя;

2) спектральные компоненты внеполосных излучений на выходе преобразователя не превышают минус 40 дБм;

3) уровень побочных излучений на выходе преобразователя:

а) в полосе частот от 30 МГц до 1 ГГц не превышает минус 50 дБм;

б) в полосе частот 1 ГГц - 26,5 ГГц не превышает минус 30 дБм;

4) относительная нестабильность частоты гетеродина преобразователя не хуже 20×10^{-6} ;

5) входная мощность переключения режимов "ПЕРЕДАЧА-ПРИЕМ" не превышает 2,5 мВт;

6) время переключения режимов "ПЕРЕДАЧА-ПРИЕМ", "ПРИЕМ-ПЕРЕДАЧА" не превышает 1 мкс.

19. При применении в качестве источника внешней синхронизации глобальных навигационных спутниковых систем используется глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. В случае нарушения работы внешней синхронизации от глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в качестве резервного источника внешней синхронизации используется другая глобальная навигационная спутниковая система.

20. В оборудовании радиодоступа для БПД предусмотрена непрерывная индикация текущего режима работы с указанием внешнего источника синхронизации.

21. В оборудовании радиодоступа для БПД используется один из следующих интерфейсов или их комбинация (два и более):

1) интерфейсы передачи данных;

2) интерфейсы цифровых абонентских линий XDSL;

3) интерфейс 64 кбит/с;

4) интерфейс линейного тракта 2048 кбит/с (код HDB3);

5) электрические интерфейсы оборудования плезиохронной (PDH) и синхронной (SDH) цифровых иерархий;

6) оптический линейный интерфейс плезиохронной цифровой иерархии PDH систем передачи абонентского доступа;

7) оптические интерфейсы к оборудованию синхронной цифровой иерархии;

8) интерфейсы к сети передачи данных с использованием контроля несущей и обнаружением коллизий;

9) интерфейсы к оборудованию, использующему режим асинхронного переноса;

10) интерфейсы V5 к цифровым телефонным станциям;

11) интерфейсы внешней синхронизации;

12) интерфейсы к сетям передачи данных, поддерживающим протоколы IP;

13) интерфейсы сопряжения с компьютером или иным электронно-цифровым устройством в случае установки внутрь такого устройства.

22. К оборудованию радиодоступа для БПД устанавливаются следующие обязательные требования к параметрам:

1) интерфейсов передачи данных согласно приложению 7 к Правилам применения оборудования проводных и оптических систем передачи абонентского доступа, утвержденным Приказом Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 24.08.2006 N 112 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 4 сентября 2006 г., регистрационный N 8194) (далее - Правила N 112-06);

2) интерфейсов цифровых абонентских линий XDSL:

а) линейный интерфейс низкоскоростной цифровой абонентской линии согласно приложению 11 к Правилам N 112-06;

б) высокоскоростная цифровая абонентская линия HDSL согласно приложению 12 к Правилам N 112-06;

в) среднескоростная цифровая абонентская линия MDSL согласно приложению 13 к Правилам N 112-06;

г) асимметричная ADSL согласно приложению 14 к Правилам N 112-06;

д) симметричная цифровая абонентская линия SHDSL согласно приложению 15 к Правилам N 112-06;

е) сверхскоростная цифровая абонентская линия VDSL согласно приложению 16 к Правилам N 112-06;

3) интерфейса 64 кбит/с согласно приложению 19 к Правилам N 112-06;

4) линейного тракта 2048 кбит/с (код HDB3) согласно приложению 21 к Правилам N 112-06;

5) электрических интерфейсов оборудования плезиохронной (PDH) и синхронной (SDH) цифровых иерархий согласно приложению 20 к Правилам N 112-06;

6) оптического линейного интерфейса плезиохронной цифровой иерархии PDH систем передачи абонентского доступа согласно приложению 22 к Правилам N 112-06;

7) оптических интерфейсов к оборудованию синхронной цифровой иерархии согласно приложению 23 к Правилам N 112-06;

8) интерфейсов к сети передачи данных с использованием контроля несущей и обнаружением коллизий согласно приложению 25 к Правилам N 112-06;

9) интерфейсов к оборудованию, использующему режим асинхронного переноса, согласно

приложению 26 к Правилам N 112-06;

10) интерфейса V5 к цифровым телефонным станциям согласно приложению 6 к Правилам N 112-06;

11) интерфейса внешней синхронизации согласно приложению 31 к Правилам N 112-06.

К оборудованию радиодоступа для БПД, устанавливаемому внутри компьютера или иного электронно-цифрового устройства, требования к интерфейсам определяются устройством, в которое оно устанавливается.

23. К интерфейсам сетей передачи данных, поддерживающих протоколы IP, устанавливаются следующие обязательные требования при реализации:

1) протоколов передачи пакетов IP согласно приложению N 1 к Правилам применения оборудования коммутации и маршрутизации пакетов информации, утвержденным Приказом Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 06.12.2007 N 144 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 21 декабря 2007 г., регистрационный N 10795) (далее - Правила N 144-07);

2) протокола ICMP согласно приложению N 2 к Правилам N 144-07;

3) протокола разрешения адресов согласно приложению N 3 к Правилам N 144-07;

4) протокола соединения "точка - точка" согласно приложению N 9 к Правилам N 144-07;

5) протокола высокоуровневого управления каналом передачи данных HDLC согласно приложению N 10 к Правилам N 144-07;

6) протокола передачи пакетов мультимедийной информации (протокола H.323) согласно приложению 10 к Правилам применения оконечного оборудования, выполняющего функции систем коммутации, утвержденным Приказом Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 24.08.2006 N 113 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 4 сентября 2006 г., регистрационный N 8196) (далее - Правила N 113-06);

7) протокола инициирования сеанса связи (протокола SIP) согласно приложению 11 к Правилам N 113-06;

8) протокола MIPv4, используемого при взаимодействии оборудования доверенного радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц (далее - TWAN) с обслуживающим шлюзом (далее - S-GW) или шлюзом взаимодействия с сетями, использующими технологию с коммутацией пакетов (далее - P-GW) оборудования коммутации стандарта LTE (интерфейс S2a) при реализации согласно [приложению N 19](#) к Правилам; (пп. 8 введен Приказом Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281)

9) протокола PMIPv6, используемого на интерфейсе S2a, в случае реализации согласно приложению N 8.1 к Правилам применения оборудования коммутации сетей подвижной радиотелефонной связи. Часть VII. Правила применения оборудования коммутации стандарта LTE, утвержденным приказом Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 06.06.2011 N 130 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 28 июня 2011 г., регистрационный N 21216), с изменениями, внесенными приказом Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 14.12.2015 N 543 (зарегистрирован

Министерством юстиции Российской Федерации 18 января 2016 г., регистрационный N 40606) (далее - Правила N 130-11);
(пп. 9 введен Приказом Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281)

10) протокола GTP, используемого на интерфейсе S2a, в случае реализации согласно приложению N 7 к Правилам N 130-11;
(пп. 10 введен Приказом Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281)

11) протокола Diameter, используемого между TWAN и функцией реализации правил политики и тарификации (далее - PCRF) оборудования коммутации стандарта LTE на интерфейсе Gxx (Gxa, Gxc), согласно пункту 5 приложения N 5 к Правилам N 130-11;
(пп. 11 введен Приказом Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281)

12) протокола Diameter между TWAN и 3GPP AAA сервер/прокси на интерфейсе STa, между оборудованием ненадежного радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц (далее - UTWAN) и 3GPP AAA сервер/прокси на интерфейсе SWa, согласно [приложению N 20](#) к Правилам;
(пп. 12 введен Приказом Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281)

13) протокола EAP-AKA, EAP-AKA' на интерфейсах STa, SWa согласно [приложению N 21](#) к Правилам.
(пп. 13 введен Приказом Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281)

Приложение N 1
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ УСТОЙЧИВОСТИ К ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОМЕХАМ

Исключены. - Приказ Минкомсвязи России от 23.04.2013 N 93.

Приложение N 2
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ УСТОЙЧИВОСТИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ И МЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

1. Оборудование радиодоступа для БПД ТОС и ТЗС обеспечивает сохранение своих

параметров, приведенных в [пунктах 13 - 15](#) Правил для оборудования ТЗС; в [пунктах 1, 2 приложения N 3](#) к Правилам; в [пунктах 1, 2 приложения N 4](#) к Правилам; в [пунктах 1, 2 приложения N 5](#) к Правилам; в [пунктах 2, 3 приложения N 6](#) к Правилам; в [пунктах 1, 2 приложения N 7](#) к Правилам; в [пунктах 4.11, 4.12, 5.5, 5.6 приложения N 8](#) к Правилам; в [пунктах 4.11, 4.12, 5.5, 5.6 приложения N 9](#) к Правилам; в [пунктах 2, 3 приложения N 10](#) к Правилам для оборудования ТОС при температуре окружающей среды от -40 до +50 °С для оборудования, устанавливаемого на открытом воздухе, и от +5 до +40 °С для оборудования, устанавливаемого в помещении.

Контроль параметров оборудования при воздействии повышенной (пониженной) рабочей температуры производится при одновременном измерении напряжения электропитания в пределах допустимых значений.

Оборудование радиодоступа для БПД ТОС и ТЗС обеспечивает сохранение параметров, перечисленных в [пунктах 13 - 15](#) Правил для оборудования ТЗС; в [пунктах 1, 2 приложения N 3](#) к Правилам; в [пунктах 1, 2 приложения N 4](#) к Правилам; в [пунктах 1, 2 приложения N 5](#) к Правилам; в [пунктах 2, 3 приложения N 6](#) к Правилам; в [пунктах 1, 2 приложения N 7](#) к Правилам; в [пунктах 4.11, 4.12, 5.5, 5.6 приложения N 8](#) к Правилам; в [пунктах 4.11, 4.12, 5.5, 5.6 приложения N 9](#) к Правилам; в [пунктах 2, 3 приложения N 10](#) к Правилам для оборудования ТОС при относительной влажности воздуха до 93% при температуре +25 °С для оборудования, устанавливаемого на открытом воздухе, и до 80% при температуре +25 °С для оборудования, устанавливаемого в помещении.

2. Оборудование радиодоступа для БПД ТОС и ТЗС не содержит узлы и конструктивные элементы с механическим резонансом в диапазоне частот 5 - 25 Гц.

3. Оборудование радиодоступа для БПД ТОС и ТЗС работоспособно и обеспечивает сохранение параметров, перечисленных в [пункте 1 приложения N 2](#) к Правилам после воздействия синусоидальной вибрации с амплитудой ускорения 4g в диапазоне частот 5 - 80 Гц.

Приложение N 3
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТОС СТАНДАРТА 802.15

1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.15 приведены в таблице N 1.

Таблица N 1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.15

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон частот, МГц	2 400 - 2 483,5
Разнос несущих частот, МГц	1
Метод расширения спектра	FHSS
Количество несущих частот (каналов)	79; $f = 2402 + k$ (МГц), где $k = 0, \dots, 78$
Время работы на одном канале, не превышает, с	0,4
Тип модуляции	GFSK

2. Требования к параметрам передатчика приведены в таблице N 2.

Таблица N 2. Требования к параметрам передатчика

Наименование параметра	Значение параметра
Уровни излучаемого сигнала (не превышает, дБ) в полосе частот, МГц:	
$ N <*> - M <*> = 2$	-20
$ N - M \geq 3$	-40
Относительная нестабильность частоты передатчика	75×10^{-6}

Справочно: $<*>$ N - центральная частота канала, отстоящего от текущего.

Справочно: $<*>$ M - центральная частота текущего канала.

2.1. Значения уровня побочных излучений передатчика приведены в таблице N 3.

Таблица N 3. Значения уровня побочных излучений передатчика

Диапазон частот, ГГц	Значение параметра, не превышает, дБм	
	в рабочем режиме	в режиме ожидания
0,03 - 1,00	-36	-57
1,00 - 12,75	-30	-47
1,80 - 1,90	-47	-47

5,15 - 5,30	-47	-47
-------------	-----	-----

3. Требования к параметрам приемника приведены в таблице N 4.

Таблица N 4. Требования к параметрам приемника

Наименование параметра	Значение параметра
Минимальный уровень сигнала на антенном разъеме приемника, соответствующий уровню вероятности ошибки по битам, равному 10^{-3} , не превышает, дБм	-70
Максимальный уровень входного сигнала при вероятности ошибки по битам, равной 10^{-3} , не менее, дБм	-20

3.1. Значения уровня паразитных излучений приведены в таблице N 5.

Таблица N 5. Значения уровня паразитных излучений

Диапазон частот, ГГц	Значение параметра, не превышает, дБм
0,03 - 1	-57
1 - 12,75	-47

Приложение N 4
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТОС СТАНДАРТА 802.11

1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11 приведены в таблице N 1.

Таблица N 1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11

Наименование параметра	Значение параметра
------------------------	--------------------

Диапазон частот	2 400 - 2 483,5 МГц
Метод расширения спектра	FHSS
Количество несущих частот (каналов)	не менее 20 непересекающихся по уровню минус 20 дБ
Время работы на одном канале, не превышает, с	0,4
Скорости передачи данных по радиоканалу и модуляции	1 Мбит/с - 2 GFSK 2 Мбит/с - 4 GFSK

2. Требования к параметрам передатчика приведены в таблице N 2.

Таблица N 2. Требования к параметрам передатчика

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальная мощность излучения передатчика	не более 20 дБм (100 мВт)
Максимальная спектральная плотность мощности (в полосе 100 кГц), не превышает	20 дБм (100 мВт)
Уровни излучаемого сигнала (не превышает, дБ) в полосе частот, МГц: N <*> - M <*> = 2 N - M >= 3	 -40 дБ -60 дБ
Относительная нестабильность частоты передатчика	25 x 10 ⁻⁶

Справочно: <*> N - канал, отстоящий от текущего на целое число МГц.

Справочно: <*> M - центральная частота текущего канала (МГц).

3. Значения уровня побочных излучений передатчика приведены в таблице N 3.

Таблица N 3. Значения уровня побочных излучений передатчика

Диапазон частот, ГГц	Значение параметра, не превышает, дБм	
	в рабочем режиме	в режиме ожидания
0,03 - 1,00	-36	-57
1,00 - 12,75	-30	-47

1,80 - 1,90	-47	-47
5,15 - 5,30	-47	-47

4. Требования к параметрам приемника приведены в таблице N 4.

Таблица N 4. Требования к параметрам приемника

Наименование параметра	Значение параметра
Минимальный уровень СВЧ сигнала на входе приемника, не превышает, при кадровой ошибке с длиной кадра 400 байт $\leq 3\%$ и скорости передачи:	
- 1 Мбит/с	-80 дБм
- 2 Мбит/с	-75 дБм
Максимальный уровень входного сигнала, не менее, при кадровой ошибке с длиной кадра 400 байт $\leq 3\%$	-20 дБм

5. Значения уровня паразитных излучений приемника приведены в таблице N 5.

Таблица N 5. Значения уровня паразитных излучений приемника

Диапазон частот, ГГц	Значение параметра, не превышает, дБм
0,03 - 1,00	-57
1,00 - 12,75	-47

Приложение N 5
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТОС СТАНДАРТА 802.11b

1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11b приведены в таблице N 1.

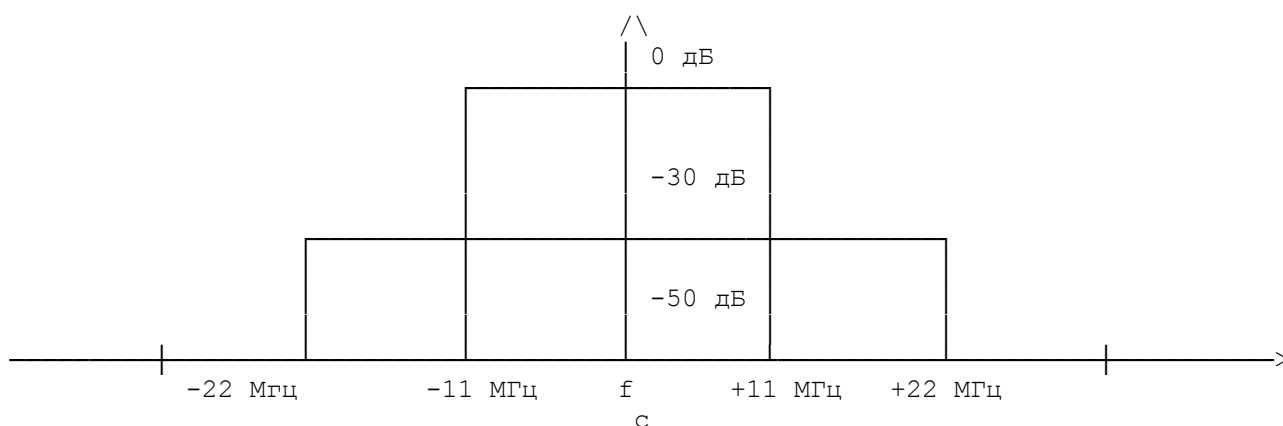
Таблица N 1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11b

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон частот	2 400 - 2 483,5 МГц
Метод расширения спектра	DSSS
План частот	$2\,412 + 5(n - 1)$, $n = 1, \dots, 13$
Скорости передачи информации по радиоканалу и виды модуляции	1 Мбит/с - DBPSK; 2 Мбит/с - DQPSK; 5,5, 11, 22 Мбит/с - CCK, PBCC

2. Требования к параметрам передатчика приведены в таблице N 2.

Таблица N 2. Требования к параметрам передатчика

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальная мощность излучения передатчика	не более 20 дБм (100 мВт)
Маска спектра излучаемого сигнала	см. рисунок



Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Полоса обзора - 100 МГц.
3. Ширина полосы частот видеофильтра - 100 кГц.

Рисунок. Маска спектра сигнала

Относительная нестабильность частоты передатчика $\pm 25 \times 10^{-6}$.

3. Значения уровня побочных излучений передатчика приведены в таблице N 3.

Таблица N 3. Значения уровня побочных излучений передатчика

Диапазон частот, ГГц	Значение параметра, не превышает, дБм	
	в рабочем режиме	в режиме ожидания
0,03 - 1,00	-36	-57
1,00 - 12,75	-30	-47
1,80 - 1,90	-47	-47
5,15 - 5,30	-47	-47

4. Требования к параметрам приемника приведены в таблице N 4.

Таблица N 4. Требования к параметрам приемника

Наименование параметра	Значение параметра
1	2
Минимальный уровень СВЧ сигнала на входе приемника, не превышает, при кадровой ошибке с длиной кадра 1 024 байт $\leq 8\%$ и скорости передачи: - 2 Мбит/с - 11 Мбит/с	 -80 дБм -76 дБм
Максимальный уровень входного сигнала, не менее, при кадровой ошибке с длиной кадра 1 024 байт $\leq 8\%$ и скорости передачи: - 2 Мбит/с - 11 Мбит/с	 -4 дБм -10 дБм

5. Значения параметров уровня паразитных излучений приведены в таблице N 5.

Таблица N 5. Значения параметров уровня паразитных излучений

Диапазон частот, ГГц	Значение параметра, не превышает, дБм
0,03 - 1,00	-57
1,00 - 12,75	-47

Приложение N 6
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

**ТРЕБОВАНИЯ
К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТОС
СТАНДАРТА 802.11a**

1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11a приведены в таблице N 1.

Таблица N 1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11a

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон частот	5 150 - 5 350 МГц, 5 650 - 6 425 МГц
Метод доступа к среде	множественный доступ с контролем несущей и предотвращением коллизий
Метод расширения спектра	OFDM
Частотный разнос каналов	20 МГц
Количество поднесущих в канале	52
Скорости передачи информации по радиоканалу (Мбит/с) и виды модуляции	6; 9 - BPSK 12; 18 - QPSK 24; 36 - 16QAM 48; 54; 108 - 64QAM

2. Требования к параметрам передатчика приведены в таблице N 2.

Таблица N 2. Требования к параметрам передатчика

Наименование параметра	Значение параметра
1	2
Максимальная мощность излучения передатчика, в полосе частот: 5 150 - 5 250 МГц 5 250 - 5 350 МГц	 20 дБм (100 мВт)

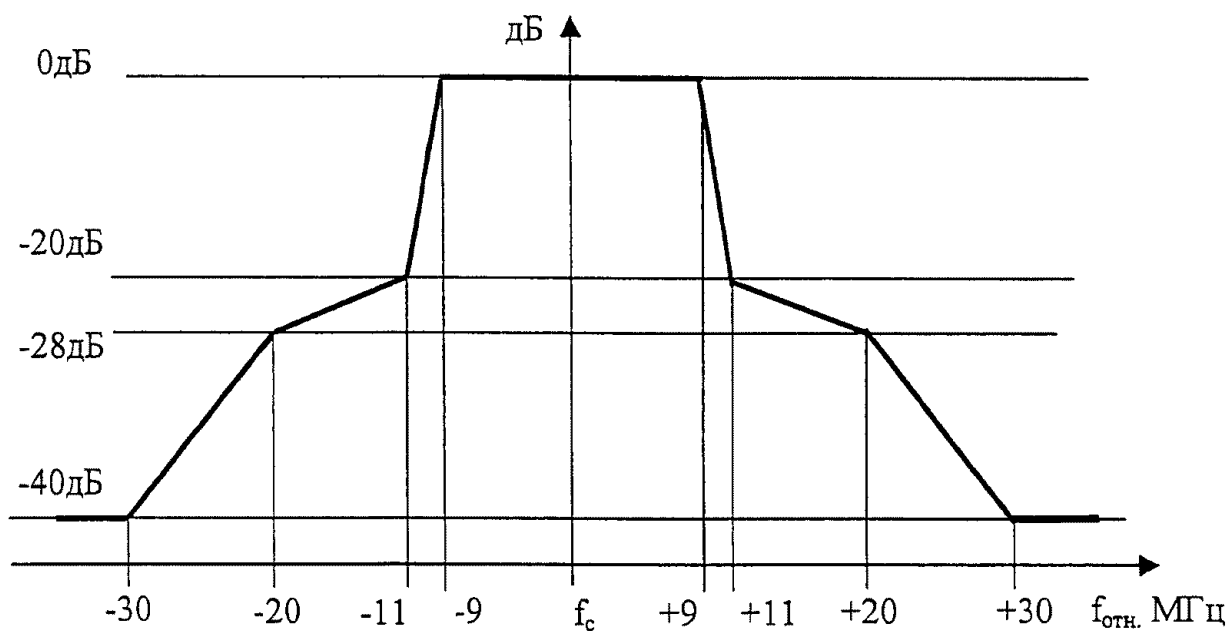
5 650 - 5 725 МГц 5 725 - 5 825 МГц 5 825 - 6 425 МГц	не более 30 дБм (1 000 мВт)
Относительная нестабильность частоты передатчика	20 20×10^{-6}

3. Уровень побочных излучений передатчика не превышает значений, приведенных в таблице N 3.

Таблица N 3. Уровень побочных излучений передатчика

Диапазон частот, ГГц	Максимальная мощность ERP, дБм	Ширина полосы пропускания, кГц
0,03 - 0,047	-36	100
0,047 - 0,074	-54	100
0,074 - 0,0875	-36	100
0,0875 - 0,118	-54	100
0,118 - 0,174	-36	100
0,174 - 0,23	-54	100
0,23 - 0,47	-36	100
0,47 - 0,862	-54	100
0,862 - 1,0	-36	100
1,0 - 5,15	-30	1 000
5,35 - 5,47	-30	1 000
5,725 - 26,0	-30	1 000

4. Маска спектра излучаемого сигнала приведена на рисунке.



Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Полоса обзора - 100 МГц.
3. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок. Маска спектра сигнала

5. Требования к параметрам приемника приведены в таблице N 4.

Таблица N 4. Требования к параметрам приемника

Наименование параметра	Значение параметра
Минимальный уровень СВЧ сигнала на входе приемника, не превышает, при пакетной ошибке с длиной пакета 1 000 байт $\leq 10\%$ и скорости передачи:	
- 12 Мбит/с	-79 дБм
- 54 Мбит/с	-65 дБм
Максимальный уровень входного сигнала, не менее, при пакетной ошибке с длиной пакета 1 000 байт $\leq 10\%$	-30 дБм
Уровень паразитных излучений не превышает, в диапазоне частот:	
0,03 ГГц - 1 ГГц	-57 дБм

1 ГГц - 26,5 ГГц	-50 дБм
------------------	---------

Приложение N 7
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТОС СТАНДАРТА 802.11g

1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11g приведены в таблице N 1.

Таблица N 1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11g

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон частот	2 400 - 2 483,5 МГц
План частот (центральные частоты каналов, МГц)	$2412 + 5(n - 1)$, $n = 1, \dots, 13$
Режимы работы	DSSS, OFDM, PBCC, DSSS-OFDM
Скорости передачи данных по радиоканалу и модуляции	1 Мбит/с - DBPSK 2 Мбит/с - DQPSK 5,5 и 11 Мбит/с - CCK, PBCC 6 и 9 Мбит/с - BPSK 12 и 18 Мбит/с - QPSK 24 и 36 Мбит/с - 16QAM 48, 54, 108 Мбит/с - 64QAM 22 и 33 Мбит/с - PBCC

2. Требования к параметрам передатчика приведены в таблице N 2.

Таблица N 2. Требования к параметрам передатчика

Наименование параметра	Значение параметра
1	2

Максимальная мощность излучения передатчика	не более 24 дБм (250 мВт)
Максимальная спектральная плотность мощности (в полосе 1 МГц), не превышает	10 дБм (10 мВт)
Маска спектра излучаемого сигнала, в режиме работы: - с одной несущей с расширением спектра прямой последовательностью; - мультиплексирование с разделением по ортогональным частотам	см. рисунок приложения N 5 см. рисунок приложения N 6
Относительная нестабильность частоты передатчика	25×10^{-6}

3. Значения параметра уровня побочных излучений передатчика приведены в таблице N 3.

Таблица N 3. Значения параметра уровня побочных излучений передатчика

Диапазон частот, ГГц	Значение параметра, не превышает, дБм	
	в рабочем режиме	в режиме ожидания
0,03 - 1,00	-36	-57
1,00 - 12,75	-30	-47
1,80 - 1,90	-47	-47
5,15 - 5,30	-47	-47

4. Требования к параметрам приемника приведены в таблице N 4.

Таблица N 4. Требования к параметрам приемника

Наименование параметра	Значение параметра
Минимальный уровень СВЧ сигнала на входе приемника, не превышает: - при кадровой ошибке с длиной кадра 1 024 байт $\leq 8\%$ и скорости передачи: - 11 Мбит/с - 22 Мбит/с	 -76 дБм -76 дБм

- при пакетной ошибке с длиной кадра 1 000 байт $\leq 10\%$ и скорости передачи:	
- 12 Мбит/с	-79 дБм
- 54 Мбит/с	-65 дБм
Максимальный уровень входного сигнала, не менее, при пакетной ошибке с длиной кадра 1000 байт $\leq 10\%$	-20 дБм

5. Значения параметра уровня паразитных излучений приведены в таблице N 5.

Таблица N 5. Значения параметра уровня паразитных излучений

Диапазон частот, ГГц	Значение параметра, не превышает, дБм
0,03 - 1,00	-57
1,00 - 12,75	-47

Приложение N 8
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ТОС СТАНДАРТА 802.16

1. Базовые станции ТОС (далее - БС ТОС) стандарта 802.16 работают в диапазоне частот от 2 до 66 ГГц.

2. Требования к параметрам БС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 2 до 11 ГГц приведены в [пункте 4 приложения N 8](#) к Правилам.

3. Требования к параметрам БС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 10 до 66 ГГц приведены в [пункте 5 приложения N 8](#) к Правилам.

4. Требования к параметрам БС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 2 до 11 Гц.

4.1. БС ТОС используют один из следующих режимов работы:

1) режим отдельной несущей (SCa);

2) режим ортогонального частотного уплотнения (OFDM);

3) режим множественного доступа с ортогональным частотным уплотнением (OFDMA).

4.2. При формировании выходного сигнала БС ТОС в режиме OFDM применяется 256-точечное обратное преобразование Фурье.

4.3. При формировании выходного сигнала БС ТОС в режиме OFDMA:

1) применяется обратное преобразование Фурье, содержащее одно число точек из ряда: 128, 512, 1024, 2048;

2) применяется обратное преобразование Фурье с динамически изменяемым числом точек из ряда: 128, 512, 1024, 2048 (SOFDMA).

4.4. В зависимости от требуемой скорости передачи данных в БС ТОС применяются следующие способы модуляции несущей частоты:

1) двоичная фазовая манипуляция (BPSK);

2) квадратурная фазовая манипуляция (QPSK);

3) 16-позиционная квадратурная амплитудная манипуляция (16QAM);

4) 64-позиционная квадратурная амплитудная манипуляция (64QAM).

В режиме SCa допускается применение 256-позиционной квадратурной амплитудной манипуляции (256QAM).

4.5. Ширина канала ΔF базовых станций устанавливается кратной 0,25 МГц и составляет величину не менее 1,25 МГц и не более 28 МГц.

4.6. В режимах OFDM БС ТОС предоставляют каналный ресурс ΔF полностью или в отдельных частотных подканалах или группах подканалов.

4.7. БС ТОС работают в дуплексном режиме с временным разделением (TDD) или с частотным разделением (FDD).

4.8. Допускается работа БС ТОС в полудуплексном режиме с частотным разделением (H-FDD).

4.9. БС ТОС поддерживают следующие режимы связи:

1) "точка-точка";

2) "точка-многоточка".

4.10. Для оборудования широкополосной сети подвижного доступа дополнительно выполняются требования:

1) БС ТОС поддерживают процедуры хэндовера подвижной АС;

2) максимальное время задержки сигнала при переключении подвижной АС от одной базовой станции к другой менее 200 мс;

3) БС ТОС поддерживают дежурный режим (sleep-mode) работы АС.

4.11. Основные параметры передатчиков БС ТОС диапазона частот от 2 до 11 ГГц, измеряемые непосредственно на ВЧ соединителе передатчика, приведены в таблице N 1. Для оборудования радиодоступа для БПД со встроенными антеннами в качестве эталонной антенны принимается антенна с коэффициентом усиления 0 дБи.

Таблица N 1. Основные параметры передатчиков БС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 2 до 11 ГГц

Параметр	Режим работы	Значение						
1	2	3						
Управление мощностью излучения передатчика	SCa	Динамический диапазон регулировки излучаемой мощности передатчика БС составляет не менее 20 дБ, минимальный шаг регулировки 1 дБ, относительная погрешность шага регулировки не превышает +/- 25%, но не более 4 дБ						
	OFDM	Динамический диапазон регулировки излучаемой мощности передатчика БС составляет не менее 10 дБ, минимальный шаг регулировки не более 1 дБ, относительная погрешность шага регулировки +/- 50%, но не более 4 дБ						
	OFDMA	Динамический диапазон регулировки излучаемой мощности передатчика составляет не менее 45 дБ, минимальный шаг регулировки 1 дБ, относительная погрешность шага регулировки +/- 50%, но не более 4 дБ						
Маска спектра	Sca (Диапазон 5 ГГц, 6 ГГц)	Рисунок (См. данный графический объект)						
		Координаты точек перегиба маски спектра						
		ДельтаF, МГц	A	B	C	D		
		10	4,75	5,75	9,75	14,75		
		20	9,5	10,5	19,5	29,5		
	OFDM, OFDMA	Рисунок (См. данный графический объект)						
		Координаты точек перегиба масок спектра						
		ДельтаF, МГц	A	B	C	D	E	F
		1,25	0,625	0,625	0,893	1,321	2,500	3,125
		1,5	0,750	0,750	1,071	1,586	3,000	3,750
		1,75	0,875	0,875	1,250	1,850	3,500	4,375

		2,5	1,250	1,250	1,785	2,643	5,000	6,250
		3	1,500	1,500	2,142	3,171	6,000	7,500
		3,5	1,750	1,750	2,499	3,700	7,000	8,750
		5	2,500	2,500	3,570	5,285	10,000	12,500
		6	3,000	3,000	4,284	6,342	12,000	15,000
		7	3,500	3,500	4,998	7,399	14,000	17,500
		8,75	4,375	4,375	6,248	9,249	17,500	21,875
		10	5,000	5,000	7,140	10,570	20,000	25,000
		12	6,000	6,000	8,568	12,684	24,000	30,000
		14	7,000	7,000	9,996	14,798	28,000	35,000
		15	7,500	7,500	10,710	15,855	30,000	37,500
		20	10,000	10,000	14,280	21,140	40,000	50,000
		24	12,000	12,000	17,136	25,368	48,000	60,000
		28	14,000	14,000	19,992	29,596	56,000	70,000
Допустимый уровень побочных излучений	SCa, OFDM, OFDMA	минус 50 дБм, в диапазоне частот 30 МГц – 21,2 ГГц; минус 30 дБм, в диапазоне частот выше 21,2 ГГц						
Относительная погрешность установки частоты, не более	Sca	$\begin{matrix} -6 \\ +/- 8 \times 10 \end{matrix}$						
	OFDM	$\begin{matrix} -6 \\ +/- 8 \times 10 \end{matrix}$						
	OFDMA	$\begin{matrix} -6 \\ +/- 2 \times 10 \end{matrix}$						
Отношение сигнал/шум на выходе передатчика	SCa	не менее 40 дБ						
Ошибки модуляции	SCa	Ошибки модуляции при различных способах модуляции не превышают указанных ниже значений						
		Способ модуляции					Ошибка модуляции, %	
		BPSK					12	
		QPSK					12	
		16QAM					6	
		64QAM					3,1	

		256QAM	1,5
Ошибки созвездия передатчика (Constellation error)	OFDM	Среднеквадратическое (СКВ) значение Constellation error для различных способов модуляции не превышает указанных ниже значений	
		Способ модуляции – относительная скорость кодирования	СКВ ошибки модуляции, дБ
		BPSK-1/2	минус 13,0
		QPSK-1/2	минус 16,0
		QPSK-3/4	минус 18,5
		16QAM-1/2	минус 21,5
		16QAM-3/4	минус 25,0
		64QAM-2/3	минус 29,0
		64QAM-3/4	минус 31,0
	OFDMA	СКВ значение Constellation error для различных способов модуляции не превышает указанных ниже значений	
		Способ модуляции – относительная скорость кодирования	СКВ ошибки модуляции, дБ
		QPSK-1/2	минус 15,0
		QPSK-3/4	минус 18,0
		16QAM-1/2	минус 20,5
		16QAM-3/4	минус 24,0
		64QAM-1/2	минус 26,0
		64QAM-2/3	минус 28,0
		64QAM-3/4	минус 30,0

4.12. Основные параметры приемников БС радиоэлектронных средств связи сетей радиодоступа ТОС диапазона частот от 2 ГГц до 11 ГГц приведены в таблице N 2.

Таблица N 2. Основные параметры приемников БС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 2 до 11 ГГц

Параметр	Режим работы	Значение
1	2	3
Чувствительность	SCa	BPSK: $-96,2 + 10 \log (\Delta F)$ QPSK: $-93,2 + 10 \log (\Delta F)$

		16QAM: -86,2 + 10log (ДельтаF) 64QAM: -80,0 + 10log (ДельтаF) Все значения чувствительности приемника приведены в дБм -3 для вероятности битовой ошибки, равной (BER) 10							
	OFDM								
	ДельтаF, МГц	BPSK	QPSK		16QAM		64QAM		
		1/2	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	
	1,25	-97,5	-94,5	-92,0	-89,0	-85,5	-81,5	-79,5	
	2,5	-94,5	-91,5	-89,0	-86,0	-82,5	-78,5	-76,5	
	5	-91,5	-88,5	-86,0	-83,0	-79,5	-75,5	-73,5	
	10	-88,5	-85,5	-83,0	-80,0	-76,5	-72,5	-70,5	
	15	-86,7	-83,7	-81,2	-78,2	-74,7	-70,7	-68,7	
	20	-85,4	-82,4	-79,9	-76,9	-73,4	-69,4	-67,4	
	ДельтаF, МГц	BPSK	QPSK		16QAM		64QAM		
		1/2	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	
	1,5	-96,7	-93,7	-91,2	-88,2	-84,7	-80,7	-78,7	
	3	-93,7	-90,7	-88,2	-85,2	-81,7	-77,7	-75,7	
	6	-90,7	-87,7	-85,2	-82,2	-78,7	-74,7	-72,7	
	12	-87,7	-84,7	-82,2	-79,2	-75,7	-71,7	-69,7	
	24	-84,7	-81,7	-79,2	-76,2	-72,7	-68,7	-66,7	
	ДельтаF, МГц	BPSK	QPSK		16QAM		64QAM		
		1/2	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	
	1,75	-96,1	-93,1	-90,6	-87,6	-84,1	-80,1	-78,1	
	3,5	-93,0	-90,0	-87,5	-84,5	-81,0	-77,0	-75,0	
	7	-90,0	-87,0	-84,5	-81,5	-78,0	-74,0	-72,0	
	14	-87,0	-84,0	-81,5	-78,5	-75,0	-71,0	-69,0	
	28	-84,0	-81,0	-78,5	-75,5	-72,0	-68,0	-66,0	
	Чувствительность	OFDMA							
		ДельтаF, МГц	QPSK		16QAM		64QAM		
			1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	2/3	3/4
		1,25	-96,3	-93,3	-90,8	-87,3	-85,3	-83,3	-81,3
1,5		-95,5	-92,5	-90,0	-86,5	-84,5	-82,5	-80,5	

	1,75	-94,8	-91,8	-89,3	-85,8	-83,8	-81,8	-79,8
	3	-92,5	-89,5	-87,0	-83,5	-81,5	-79,5	-77,5
	3,5	-91,8	-88,8	-86,3	-82,8	-80,8	-78,8	-76,8
	5	-90,2	-87,2	-84,7	-81,2	-79,2	-77,2	-75,2
	6	-89,4	-86,4	-83,9	-80,4	-78,4	-76,4	-74,4
	7	-88,8	-85,8	-83,3	-79,8	-77,8	-75,8	-73,8
	8,75	-87,8	-84,8	-82,3	-78,8	-76,8	-74,8	-72,8
	10	-87,2	-84,2	-81,7	-78,2	-76,2	-74,2	-72,2
	12	-86,4	-83,4	-80,9	-77,4	-75,4	-73,4	-71,4
	14	-85,8	-82,8	-80,3	-76,8	-74,8	-72,8	-70,8
	20	-84,2	-81,2	-78,7	-75,2	-73,2	-71,2	-69,2
1) Все значения чувствительности приемника приведены в дБм для -6 BER = 10 . 2) Для оборудования с другими, не перечисленными в этой таблице значениями ДельтаГ чувствительность приемника не хуже значений, указанных для ближайшей меньшей ДельтаГ								
Максимальный уровень входного сигнала	Sca	Базовая станция обеспечивает возможность приема рабочего сигнала с уровнем -40 дБм и выдерживает входной сигнал с уровнем 0 дБм без электрического повреждения цепей приемника						
	OFDM OFDMA	Оборудование обеспечивает возможность приема рабочего сигнала с уровнем -45 дБм и выдерживает входной сигнал с уровнем 0 дБм без электрического повреждения цепей приемника						
Допустимый уровень побочных излучений	Sca, OFDM, OFDMA	минус 50 дБм, в диапазоне частот 30 МГц - 21,2 ГГц минус 30 дБм, в диапазоне частот выше 21,2 ГГц						
Подавление помех по соседнему каналу и паразитным каналам	Sca	Отношение несущая/помеха (C/I) в 1 соседнем канале при 3 дБ деградации и -3 BER = 10	BPSK: < минус 12 дБ					
			QPSK: < минус 9 дБ					
			16QAM: < минус 2 дБ					
			64QAM: < +5 дБ					
			256QAM: < +12 дБ					
	Sca	Отношение C/I в 1 соседнем канале при 1 дБ деградации и -3 и BER = 10	BPSK: < минус 8 дБ					
			QPSK: < минус 5 дБ					
			16QAM: < +2 дБ					

			64QAM: < +9 дБ
			256QAM: < + 16 дБ
		Отношение C/I во 2 соседнем канале при 3 дБ деградации -3 и BER = 10	BPSK: < минус 37 дБ
			QPSK: < минус 34 дБ
			16QAM: < минус 27 дБ
			64QAM: < минус 20 дБ
			256QAM: < минус 13 дБ
		Отношение C/I во 2 соседнем канале при 1 дБ деградации -3 и BER = 10	BPSK: < минус 33 дБ
			QPSK: < минус 30 дБ
			16QAM: < минус 22 дБ
			64QAM: < минус 16 дБ
			256QAM: < минус 9 дБ
	OFDM	Подавление помехи в 1 соседнем канале при -6 BER = 10 и 3 дБ деградации C/I	16QAM-3/4: >= 11 дБ
			64QAM-3/4: >= 4 дБ
		Подавление помехи во 2 соседнем канале при -6 BER = 10 и 3 дБ деградации C/I	16QAM-3/4: >= 30 дБ
			64QAM-3/4: >= 23 дБ
	OFDMA	Подавление помехи в 1 соседнем канале при -6 BER = 10 и 3 дБ деградации C/I	16QAM-3/4: >= 11 дБ
			64QAM-3/4: >= 4 дБ
		Подавление помехи во 2 соседнем канале при -6 BER = 10 и 3 дБ деградации C/I	16QAM-3/4: >= 30 дБ
			64QAM-3/4: >= 23 дБ
Подавление зеркального канала	OFDM	не менее 60 дБ	

5. Требования к параметрам БС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 10 до 66 ГГц.

5.1. БС ТОС используют режим SC одной несущей частоты.

5.2. Вид дуплекса: TDD или FDD. В оборудовании радиодоступа для БПД ТОС предусмотрены полудуплексные режимы работы H-FDD.

5.3. В оборудовании радиодоступа для БПД ТОС используется ширина радиоканала 20, 25, 28 МГц.

5.4. Модуляция несущих частот: QPSK, 16QAM, 64QAM.

5.5. Основные параметры передатчиков БС ТОС диапазона частот от 10 до 66 ГГц, измеряемые непосредственно на ВЧ соединителе, приведены в таблице N 3. Для оборудования радиодоступа для БПД со встроенными антеннами в качестве эталонной антенны принимается антенна с коэффициентом усиления 0 дБи.

Таблица N 3. Основные параметры передатчиков БС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 10 до 66 ГГц

Параметр	Значение					
1	2					
Динамический диапазон регулировки излучаемой мощности передатчика, не менее, дБ	40					
Маска спектра	Маски спектра для QPSK и 16QAM					
	Рисунок (См. данный графический объект)					
	Координаты точек перегиба масок спектра					
	ДельтаF, МГц	A	B	C	D	E
	24	9,6	19,2	24,0	48,0	60,0
	25	10,0	20,0	25,0	50,0	62,5
	28	11,2	22,4	28	56	70
	Маска спектра для 64QAM					
	Рисунок (См. данный графический объект)					
	Координаты точек перегиба маски спектра					
	ДельтаF, МГц	A, A'	B	C	D	E
	24	12,0	12,0	24,0	48,0	60,0

	25	12,5	20,0	25,0	50,0	62,5
	28	14,0	22,4	28,0	56,0	70,0
Допустимый уровень побочных излучений, не превышает, дБм	-50 дБм, при $30 \text{ МГц} \leq f \leq 21,2 \text{ ГГц}$ -30 дБм, при $21,2 \text{ ГГц} < f$					
Относительная нестабильность частоты передатчика	8×10^{-6}					
Ошибки модуляции	Ошибки модуляции при различных способах модуляции не превышают указанных ниже значений					
	Способ модуляции			Ошибка модуляции, %		
	QPSK			10		
	16QAM			3		
	64QAM			1,5		

5.6. Требования к параметрам приемника БС ТОС диапазона частот от 10 до 66 ГГц приведены в таблице N 4.

Таблица N 4. Основные параметры приемника БС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 10 ГГц до 66 ГГц

Параметр	Значение
1	2
Чувствительность приемника, не превышает, дБм	Для вероятности битовой ошибки, равной 10^{-3} QPSK: $-94 + 10\log(\Delta F)$ 16QAM: $-87 + 10\log(\Delta F)$ 64QAM: $-79 + 10\log(\Delta F)$ Для вероятности битовой ошибки BER, равной 10^{-6} QPSK: $-90 + 10\log(\Delta F)$ 16QAM: $-83 + 10\log(\Delta F)$ 64QAM: $-74 + 10\log(\Delta F)$ ΔF - ширина канала в МГц
Динамический диапазон приемника при модуляции QPSK, не менее, дБ	27

Допустимый уровень побочных излучений, не превышает	-50 дБм при 30 МГц $\leq f \leq$ 21,2 ГГц -30 дБм при 21,2 ГГц $< f$	
Подавление помех по соседним каналам	Отношение несущая/помеха (C/I) в 1 соседнем канале при 3 дБ деградации и BER = 10^{-3}	QPSK: < минус 9 дБ
		16QAM: < минус 2 дБ
		64QAM: < +5 дБ
	Отношение C/I в 1 соседнем канале при 1 дБ деградации и BER = 10^{-3}	QPSK: < минус 5 дБ
		16QAM: < +2 дБ
		64QAM: < +9 дБ
	Отношение (C/I) в 1 соседнем канале при 3 дБ деградации и BER = 10^{-6}	QPSK: < минус 5 дБ
		16QAM: < +2 дБ
		64QAM: < +9 дБ
	Отношение C/I в 1 соседнем канале при 1 дБ деградации и BER = 10^{-6}	QPSK: < минус 1 дБ
		16QAM: < +6 дБ
		64QAM: < +13 дБ
	Отношение C/I во 2 соседнем канале при 3 дБ деградации и BER = 10^{-3}	QPSK: < минус 34 дБ
		16QAM: < минус 27 дБ
		64QAM: < минус 20 дБ
	Отношение C/I во 2 соседнем канале при 1 дБ деградации и BER = 10^{-3}	QPSK: < минус 30 дБ
		16QAM: < минус 22 дБ
		64QAM: < минус 16 дБ
	Отношение C/I во 2 соседнем канале при 3 дБ деградации и BER = 10^{-6}	QPSK: < минус 30 дБ
		16QAM: < минус 23 дБ
		64QAM: < минус 16 дБ
	Отношение C/I во 2 соседнем канале при 1 дБ деградации и BER = 10^{-6}	QPSK: < минус 26 дБ
		16QAM: < минус 20 дБ
		64QAM: < минус 12 дБ

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ АБОНЕНТСКИХ СТАНЦИЙ ТОС СТАНДАРТА 802.16

1. Абонентские станции ТОС (далее - АС ТОС) стандарта 802.16 работают в диапазоне частот от 2 до 66 ГГц.
2. Требования к параметрам АС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 2 до 11 ГГц приведены в [пункте 4 приложения N 9](#) к Правилам.
3. Требования к параметрам АС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 10 до 66 ГГц приведены в [пункте 5 приложения N 9](#) к Правилам.
4. Требования к параметрам АС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 2 до 11 ГГц.
 - 4.1. АС ТОС используют один из следующих режимов работы:
 - 1) режим отдельной несущей (Sca);
 - 2) режим ортогонального частотного уплотнения (OFDM);
 - 3) режим множественного доступа с ортогональным частотным уплотнением (OFDMA).
 - 4.2. При формировании выходного сигнала АС ТОС в режиме OFDM применяется 256-точечное обратное преобразование Фурье.
 - 4.3. При формировании выходного сигнала АС ТОС в режиме OFDMA:
 - 1) применяется обратное преобразование Фурье, содержащее одно число точек из ряда: 128, 512, 1024, 2048;
 - 2) применяется обратное преобразование Фурье с динамически изменяемым числом точек из ряда: 128, 512, 1024, 2048 (SOFDMA).
 - 4.4. В зависимости от требуемой скорости передачи данных в АС ТОС применяются следующие способы модуляции несущей частоты:
 - 1) двоичная фазовая манипуляция (BPSK);
 - 2) квадратурная фазовая манипуляция (QPSK);
 - 3) 16-позиционная квадратурная амплитудная манипуляция (16QAM);
 - 4) 64-позиционная квадратурная амплитудная манипуляция (64QAM).

В режиме Sca допускается применение 256-позиционной квадратурной амплитудной манипуляции (256QAM).

4.5. Ширина канала ΔF абонентских станций устанавливается кратной 0,25 МГц и составляет величину не менее 1,25 МГц и не более 28 МГц.

4.6. В режиме OFDM AC ТОС используют каналный ресурс ΔF полностью или в отдельных частотных подканалах или группах подканалов.

4.7. AC ТОС работают в дуплексном режиме с временным TDD или с частотным разделением FDD.

4.8. Допускается работа AC ТОС в полудуплексном режиме с частотным разделением H-FDD.

4.9. AC ТОС поддерживают режим связи "точка-точка".

4.10. Для оборудования широкополосной сети подвижного доступа дополнительно выполняются требования:

1) AC подвижной связи поддерживают процедуры хэндовера;

2) AC поддерживают дежурный режим (sleep-mode).

4.11. Основные параметры передатчиков AC ТОС диапазона частот от 2 до 11 ГГц, измеряемые непосредственно на ВЧ соединителе передатчиков, приведены в таблице N 1. Для оборудования радиодоступа со встроенными антеннами в качестве эталонной антенны принимается антенна с коэффициентом усиления 0 дБи.

Таблица N 1. Основные параметры передатчиков AC ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 2 до 11 ГГц

Параметр	Режим работы	Значение
1	2	3
Управление мощностью излучения передатчика	Sca	Динамический диапазон регулировки излучаемой мощности передатчика составляет не менее 30 дБ, минимальный шаг регулировки 1 дБ, относительная погрешность шага регулировки не превышает +/- 25%, но не более 4 дБ
	OFDM	Динамический диапазон регулировки излучаемой мощности передатчика составляет не менее 30 дБ (50 дБ при использовании частотных подканалов), минимальный шаг регулировки не более 1 дБ. Относительная точность регулировки мощности составляет: +/- 1,5 дБ в пределах регулировки до 15 дБ; +/- 3,0 дБ в пределах регулировки от 15 дБ до 30 дБ; +/- 5,0 дБ в пределах регулировки свыше 30 дБ
	OFDMA	Динамический диапазон регулировки излучаемой мощности передатчика составляет не менее 45 дБ, минимальный шаг регулировки 1 дБ, относительная погрешность шага

		регулировки +/- 50%, но не более 4 дБ					
Маска спектра	Sca (Диапазон 5 ГГц, 6 ГГц)	Рисунок (См. данный графический объект)					
		Координаты точек перегиба маски спектра					
		ДельтаF, МГц	A	B	C	D	
		10	4,75	5,75	9,75	14,75	
		20	9,5	10,5	19,5	29,5	
Маска спектра	OFDM, OFDMA	Рисунок (См. данный графический объект)					
	Координаты точек перегиба маски спектра						
	ДельтаF, МГц	A	B	C	D	E	F
	1,25	0,625	0,625	0,893	1,321	2,500	3,125
	1,5	0,750	0,750	1,071	1,586	3,000	3,750
	1,75	0,875	0,875	1,250	1,850	3,500	4,375
	2,5	1,250	1,250	1,785	2,643	5,000	6,250
	3	1,500	1,500	2,142	3,171	6,000	7,500
	3,5	1,750	1,750	2,499	3,700	7,000	8,750
	5	2,500	2,500	3,570	5,285	10,000	12,500
	6	3,000	3,000	4,284	6,342	12,000	15,000
	7	3,500	3,500	4,998	7,399	14,000	17,500
	8,75	4,375	4,375	6,248	9,249	17,500	21,875
	10	5,000	5,000	7,140	10,570	20,000	25,000
	12	6,000	6,000	8,568	12,684	24,000	30,000
	14	7,000	7,000	9,996	14,798	28,000	35,000
	15	7,500	7,500	10,710	15,855	30,000	37,500
	20	10,000	10,000	14,280	21,140	40,000	50,000
	24	12,000	12,000	17,136	25,368	48,000	60,000
	28	14,000	14,000	19,992	29,596	56,000	70,000
Допустимый уровень побочных	Sca, OFDM, OFDMA	минус 50 дБм, в диапазоне частот 30 МГц - 21,2 ГГц минус 30 дБм, в диапазоне частот выше 21,2 ГГц					

излучений		
Относительная погрешность установки частоты, не более	Sca	$\pm 15 \times 10^{-6}$
	OFDM	$\pm 8 \times 10^{-6}$
	OFDMA	$\pm 2 \times 10^{-6}$
Отношение сигнал/шум на выходе передатчика	Sca	не менее 40 дБ
Ошибки модуляции	Sca	Ошибки модуляции при различных способах модуляции не превышают указанных ниже значений
		Способ модуляции
		Ошибка модуляции, %
		BPSK
		QPSK
		16QAM
		64QAM
Ошибки созвездия передатчика (Constellation error)	OFDM	Среднеквадратическое (СКВ) значение Constellation error для различных способов модуляции не превышает указанных ниже значений
		Способ модуляции - относительная скорость кодирования
		СКВ ошибки модуляции, дБ
		BPSK-1/2
		QPSK-1/2
		QPSK-3/4
		16QAM-1/2
		16QAM-3/4
		64QAM-2/3
		64QAM-3/4
	OFDMA	СКВ значение Constellation error для различных способов модуляции не превышает указанных ниже значений
		Способ модуляции - относительная скорость кодирования
		СКВ ошибки модуляции, дБ

	QPSK-1/2	минус 15,0
	QPSK-3/4	минус 18,0
	16QAM-1/2	минус 20,5
	16QAM-3/4	минус 24,0
	64QAM-1/2	минус 26,0
	64QAM-2/3	минус 28,0
	64QAM-3/4	минус 30,0

4.12. Основные параметры приемников АС ТОС диапазона частот от 2 до 11 ГГц приведены в таблице N 2.

Таблица N 2. Основные параметры приемников АС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 2 ГГц до 11 ГГц

Параметр	Режим работы	Значение					
1	2	3					
Чувствительность	Sca	BPSK: $-96,2 + 10\log(\text{ДельтаF})$ QPSK: $-93,2 + 10\log(\text{ДельтаF})$ 16QAM: $-86,2 + 10\log(\text{ДельтаF})$ 64QAM: $-80,0 + 10\log(\text{ДельтаF})$ Все значения чувствительности приемника приведены -3 в дБм для BER = 10					
		OFDM					
	ДельтаF, МГц	BPSK	QPSK		16QAM		64QAM
		1/2	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2 3/4
	1,25	-97,5	-94,5	-92,0	-89,0	-85,5	-81,5 -79,5
	2,5	-94,5	-91,5	-89,0	-86,0	-82,5	-78,5 -76,5
	5	-91,5	-88,5	-86,0	-83,0	-79,5	-75,5 -73,5
	10	-88,5	-85,5	-83,0	-80,0	-76,5	-72,5 -70,5
	15	-86,7	-83,7	-81,2	-78,2	-74,7	-70,7 -68,7
	20	-85,4	-82,4	-79,9	-76,9	-73,4	-69,4 -67,4
	ДельтаF, МГц	BPSK	QPSK		16QAM		64QAM
		1/2	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2 3/4
	1,5	-96,7	-93,7	-91,2	-88,2	-84,7	-80,7 -78,7

3	-93,7	-90,7	-88,2	-85,2	-81,7	-77,7	-75,7
6	-90,7	-87,7	-85,2	-82,2	-78,7	-74,7	-72,7
12	-87,7	-84,7	-82,2	-79,2	-75,7	-71,7	-69,7
24	-84,7	-81,7	-79,2	-76,2	-72,7	-68,7	-66,7
ДельтаF, МГц	BPSK	QPSK		16QAM		64QAM	
	1/2	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4
1,75	-96,1	-93,1	-90,6	-87,6	-84,1	-80,1	-78,1
3,5	-93,0	-90,0	-87,5	-84,5	-81,0	-77,0	-75,0
7	-90,0	-87,0	-84,5	-81,5	-78,0	-74,0	-72,0
14	-87,0	-84,0	-81,5	-78,5	-75,0	-71,0	-69,0
28	-84,0	-81,0	-78,5	-75,5	-72,0	-68,0	-66,0
OFDMA							
ДельтаF, МГц	QPSK		16QAM		64QAM		
	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	2/3	3/4
1,25	-96,3	-93,3	-90,8	-87,3	-85,3	-83,3	-81,3
1,5	-95,5	-92,5	-90,0	-86,5	-84,5	-82,5	-80,5
1,75	-94,8	-91,8	-89,3	-85,8	-83,8	-81,8	-79,8
3	-92,5	-89,5	-87,0	-83,5	-81,5	-79,5	-77,5
3,5	-91,8	-88,8	-86,3	-82,8	-80,8	-78,8	-76,8
5	-90,2	-87,2	-84,7	-81,2	-79,2	-77,2	-75,2
6	-89,4	-86,4	-83,9	-80,4	-78,4	-76,4	-74,4
7	-88,8	-85,8	-83,3	-79,8	-77,8	-75,8	-73,8
8,75	-87,8	-84,8	-82,3	-78,8	-76,8	-74,8	-72,8
10	-87,2	-84,2	-81,7	-78,2	-76,2	-74,2	-72,2

	12	-86,4	-83,4	-80,9	-77,4	-75,4	-73,4	-71,4
	14	-85,8	-82,8	-80,3	-76,8	-74,8	-72,8	-70,8
	20	-84,2	-81,2	-78,7	-75,2	-73,2	-71,2	-69,2
Максимальный уровень входного сигнала	SCa	АС обеспечивает возможность приема рабочего сигнала с уровнем -20 дБм и выдерживает входной сигнал с уровнем 0 дБм без электрического повреждения цепей приемника						
	OFDM OFDMA	Оборудование обеспечивает возможность приема рабочего сигнала с уровнем -45 дБм и выдерживает входной сигнал с уровнем 0 дБм без электрического повреждения цепей приемника						
Допустимый уровень побочных излучений	SCa, OFDM OFDMA	минус 50 дБм, в диапазоне частот минус 30 МГц - 21,2 ГГц минус 30 дБм, в диапазоне частот выше 21,2 ГГц						
Подавление помех по соседнему каналу и паразитным каналам	SCa	Отношение (C/I) в 1 соседнем канале при 3 дБ деградации и -3 BER = 10	BPSK: < минус 12 дБ					
			QPSK: < минус 9 дБ					
			16QAM: < минус 2 дБ					
			64QAM: < +5 дБ					
			256QAM: < +12 дБ					
		Отношение C/I в 1 соседнем канале при 1 дБ деградации и -3 BER = 10	BPSK: < минус 8 дБ					
			QPSK: < минус 5дБ					
			16QAM: < +2 дБ					
			64QAM: < +9 дБ					
			256QAM: < +16 дБ					
		Отношение C/I во 2 соседнем канале при 3 дБ деградации и -3 BER = 10	BPSK: < минус 37 дБ					
			QPSK: < минус 34 дБ					
			16QAM: < минус 27 дБ					
			64QAM: < минус 20 дБ					
			256QAM: < минус 13 дБ					
		Отношение C/I во 2 соседнем канале при 1 дБ деградации и -3 BER = 10	BPSK: < минус 33 дБ					
			QPSK: < минус 30 дБ					
			16QAM: < минус 22 дБ					
			64QAM: < минус 16 дБ					

	OFDM	Подавление помехи в 1 соседнем канале при -6 BER = 10 и 3 дБ деградации C/I	256QAM: < минус 9 дБ
			16QAM-3/4: >= 11 дБ
		Подавление помехи во 2 соседнем канале при -6 BER = 10 и 3 дБ деградации C/I	64QAM-3/4: >= 4 дБ
			16QAM-3/4: >= 30 дБ
	OFDMA	Подавление помехи в 1 соседнем канале при -6 BER = 10 и 3 дБ деградации C/I	64QAM-3/4: >= 23 дБ
			16QAM-3/4: >= 11 дБ
		Подавление помехи во 2 соседнем канале при -6 BER = 10 и 3 дБ деградации C/I	64QAM-3/4: >= 4 дБ
			16QAM-3/4: >= 30 дБ
Подавление зеркального канала	OFDM	Не менее 60 дБ	

5. Требования к параметрам абонентских станций ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 10 до 66 ГГц.

5.1. АС ТОС используют режим SC одной несущей частоты.

5.2. Вид дуплекса: TDD или FDD. В оборудовании радиодоступа ТОС предусмотрены полудуплексные режимы работы H-FDD.

5.3. В оборудовании радиодоступа ТОС используется ширина радиоканала 20, 25, 28 МГц.

5.4. Модуляция несущих частот: QPSK, 16QAM, 64QAM.

5.5. Основные параметры передатчиков АС ТОС диапазона частот от 10 до 66 ГГц, измеряемые непосредственно на ВЧ соединителе передатчика, приведены таблице N 3. Для оборудования радиодоступа со встроенными антеннами в качестве эталонной антенны принимается антенна с коэффициентом усиления 0 дБи.

Таблица N 3. Основные параметры передатчиков АС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 10 ГГц до 66 ГГц

Параметр	Значение
1	2

Управление мощностью излучения передатчика	Динамический диапазон регулировки излучаемой мощности передатчика составляет не менее 40 дБ, минимальный шаг регулировки 0,5 дБ. Погрешность регулировки мощности составляет: +/- 0,5 дБ при шаге регулировки до 2 дБ; +/- 2,0 дБ при шаге регулировки от 2 дБ до 5 дБ; +/- 3,0 дБ при шаге регулировки свыше 5 дБ					
Маска спектра	Маски спектра для QPSK и 16QAM Рисунок (См. данный графический объект) Координаты точек перегиба масок спектра					
	ДельтаF, МГц	A	B	C	D	E
	24	9,6	19,2	24,0	48,0	60,0
	25	10,0	20,0	25,0	50,0	62,5
	28	11,2	22,4	28	56	70
	Маска спектра для 64QAM Рисунок (См. данный графический объект) Координаты точек перегиба маски спектра					
	ДельтаF, МГц	A, A'	B	C	D	E
	24	12,0	12,0	24,0	48,0	60,0
	25	12,5	20,0	25,0	50,0	62,5
	28	14,0	22,4	28,0	56,0	70,0
Допустимый уровень побочных излучений, не превышает, дБм	-40 дБм, при $30 \text{ МГц} \leq f \leq 21,2 \text{ ГГц}$; -30 дБм, при $21,2 \text{ ГГц} < f$					
Ошибки модуляции	Ошибки модуляции не превышают указанных ниже значений					
	способ модуляции			ошибка модуляции, %		
	QPSK			10		
	16QAM			3		
	64QAM			1,5		

5.6. Требования к параметрам приемника АС ТОС приведены в таблице N 4.

Таблица N 4. Основные параметры приемников АС ТОС стандарта 802.16 диапазона частот от 10 до 66 ГГц

Параметр	Значение	
1	2	
Чувствительность приемника, не превышает, дБм	Для вероятности битовой ошибки, равной 10^{-3} QPSK: $-94 + 10\log(\Delta F)$ 16QAM: $-87 + 10\log(\Delta F)$ 64QAM: $-79 + 10\log(\Delta F)$ Для вероятности битовой ошибки BER, равной 10^{-6} QPSK: $-90 + 10\log(\Delta F)$ 16QAM: $-83 + 10\log(\Delta F)$ 64QAM: $-74 + 10\log(\Delta F)$ ΔF - ширина канала в МГц	
Динамический диапазон приемника при модуляции QPSK, не менее, дБ	27	
Допустимый уровень паразитных излучений, не превышает	-40 дБм при $30 \text{ МГц} \leq f \leq 21,2 \text{ ГГц}$ -30 дБм при $21,2 \text{ ГГц} < f$	
Подавление помех по соседним каналам	Отношение несущая/помеха (C/I) в 1 соседнем канале при 3 дБ деградации и $BER = 10^{-3}$	QPSK: < минус 9 дБ
		16QAM: < минус 2 дБ
		64QAM: < +5 дБ
	Отношение (C/I) в 1 соседнем канале при 1 дБ деградации и $BER = 10^{-3}$	QPSK: < минус 5 дБ
		16QAM: < +2 дБ
		64QAM: < +9 дБ
	Отношение (C/I) в 1 соседнем канале при 3 дБ деградации и $BER = 10^{-6}$	QPSK: < минус 5 дБ
		16QAM: < +2 дБ
		64QAM: < +9 дБ
	Отношение C/I в 1 соседнем канале при 1 дБ деградации и $BER = 10^{-6}$	QPSK: < минус 1 дБ
		16QAM: < +6 дБ
		64QAM: < +13 дБ
	Отношение C/I во 2	QPSK: < минус 34 дБ

	соседнем канале при 3 дБ деградации и $BER = 10^{-3}$	16QAM: < минус 27 дБ
		64QAM: < минус 20 дБ
	Отношение С/І во 2 соседнем канале при 1 дБ деградации и $BER = 10^{-3}$	QPSK: < минус 30 дБ
		16QAM: < минус 22 дБ
		64QAM: < минус 16 дБ
	Отношение С/І во 2 соседнем канале при 3 дБ деградации и $BER = 10^{-6}$	QPSK: < минус 30 дБ
		16QAM: < минус 23 дБ
		64QAM: < минус 16 дБ
	Отношение С/І во 2 соседнем канале при 1 дБ деградации и $BER = 10^{-6}$	QPSK: < минус 26 дБ
		16QAM: < минус 20 дБ
		64QAM: < минус 12 дБ

Приложение N 10
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТОС СТАНДАРТА 802.11n

1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11n приведены в таблице N 1.

Таблица N 1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11n

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон частот	2 400 - 2 483,5 МГц и/или 5 150 - 5 350 МГц, 5 650 - 6 425 МГц
Метод доступа к среде	Множественный доступ с контролем несущей и предотвращением коллизий

Число потоков MIMO, не менее	базовая станция - 2 абонентская станция - 1
Число потоков MIMO, не более	4
Метод расширения спектра	OFDM
Частотный разнос каналов	20 МГц и (или) 40 МГц
Количество поднесущих в канале	56 (при ширине канала 20 МГц) 114 (при ширине канала 40 МГц)

1.1. Возможные скорости передачи информации по радиоканалу (Мбит/с), виды модуляции, скорости кодирования приведены в [таблицах N N 2 - 16](#).

Таблица N 2. Параметры для одного пространственного потока $N_{ss} = 1$, числа сверточных кодеров $N_{cs} = 1$ и при частотном разносе каналов 20 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
1	2	3	4	5
0	BPSK	1/2	6,50	7,20
1	QPSK	1/2	13,00	14,40
2	QPSK	3/4	19,50	21,70
3	16-QAM	1/2	26,00	28,90
4	16-QAM	3/4	39,00	43,30
5	64-QAM	2/3	52,00	57,80
6	64-QAM	3/4	58,50	65,00
7	64-QAM	5/6	65,00	72,20

Таблица N 3. Параметры для двух пространственных потоков $N_{ss} = 2$, числа сверточных кодеров $N_{cs} = 1$, использовании в каждом потоке одинаковой схемы мультиплексирования (EQM) и при частотном разносе каналов 20 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
8	BPSK	1/2	13,00	14,40

9	QPSK	1/2	26,00	28,90
10	QPSK	3/4	39,00	43,30
11	16-QAM	1/2	52,00	57,80
12	16-QAM	3/4	78,00	86,70
13	64-QAM	2/3	104,00	115,60
14	64-QAM	3/4	117,00	130,00
15	64-QAM	5/6	130,00	144,40

Таблица N 4. Параметры для трех пространственных потоков $N_{ss} = 3$, числа сверточных кодеров $N_{es} = 1$, использовании в каждом потоке одинаковой схемы мультиплексирования (EQM) и при частотном разнесе каналов 20 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
1	2	3	4	5
16	BPSK	1/2	19,50	21,70
17	QPSK	1/2	39,00	43,30
18	QPSK	3/4	58,50	65,00
19	16-QAM	1/2	78,00	86,70
20	16-QAM	3/4	117,00	130,00
21	64-QAM	2/3	156,00	173,30
22	64-QAM	3/4	175,50	195,00
23	64-QAM	5/6	195,00	216,70

Таблица N 5. Параметры для четырех пространственных потоков $N_{ss} = 4$, числа сверточных кодеров $N_{es} = 1$, использовании в каждом потоке одинаковой схемы мультиплексирования (EQM) и при частотном разнесе каналов 20 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
24	BPSK	1/2	26,00	28,90

25	QPSK	1/2	52,00	57,80
26	QPSK	3/4	78,00	86,70
27	16-QAM	1/2	104,00	115,60
28	16-QAM	3/4	156,00	173,30
29	64-QAM	2/3	208,00	231,10
30	64-QAM	3/4	234,00	260,00
31	64-QAM	5/6	260,00	288,90

Таблица N 6. Параметры для одного пространственного потока $N_{ss} = 1$, числа сверточных кодеров $N_{es} = 1$ и при частотном разnose каналов 40 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
1	2	3	4	5
0	BPSK	1/2	13,50	15,00
1	QPSK	1/2	27,00	30,00
2	QPSK	3/4	40,50	45,00
3	16-QAM	1/2	54,00	60,00
4	16-QAM	3/4	81,00	90,00
5	64-QAM	2/3	108,00	120,00
6	64-QAM	3/4	121,50	135,00
7	64-QAM	5/6	135,00	150,00

Таблица N 7. Параметры для двух пространственных потоков $N_{ss} = 2$, числа сверточных кодеров $N_{es} = 1$, использовании в каждом потоке одинаковой схемы мультиплексирования (EQM) и при частотном разnose каналов 40 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
8	BPSK	1/2	27,00	30,00
9	QPSK	1/2	54,00	60,00

10	QPSK	3/4	81,00	90,00
11	16-QAM	1/2	108,00	120,00
12	16-QAM	3/4	162,00	180,00
13	64-QAM	2/3	216,00	240,00
14	64-QAM	3/4	243,00	270,00
15	64-QAM	5/6	270,00	300,00

Таблица N 8. Параметры для трех пространственных потоков $N_{ss} = 3$, использовании в каждом потоке одинаковой схемы мультиплексирования (EQM) и при частотном разное каналов 40 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
1	2	3	4	5
16	BPSK	1/2	40,50	45,00
17	QPSK	1/2	81,00	90,00
18	QPSK	3/4	121,50	135,00
19	16-QAM	1/2	162,00	180,00
20	16-QAM	3/4	243,00	270,00
21	64-QAM	2/3	324,00	360,00
22	64-QAM	3/4	364,50	405,00
23	64-QAM	5/6	405,00	450,00

Таблица N 9. Параметры для четырех пространственных потоков $N_{ss} = 4$, использовании в каждом потоке одинаковой схемы мультиплексирования (EQM) и при частотном разное каналов 40 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
24	BPSK	1/2	54,00	60,00
25	QPSK	1/2	108,00	120,00

26	QPSK	3/4	162,00	180,00
27	16-QAM	1/2	216,00	240,00
28	16-QAM	3/4	324,00	360,00
29	64-QAM	2/3	432,00	480,00
30	64-QAM	3/4	486,00	540,00
31	64-QAM	5/6	540,00	600,00

Таблица N 10. Параметры для одного пространственного потока $N_{ss} = 1$, числа сверточных кодеров $N_{ES} = 1$ и при частотном разnose каналов 40 МГц при 52 поднесущих ($N_{SD} = 48$)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
32	BPSK	1/2	6,00	6,70

Таблица N 11. Параметры для двух пространственных потоков $N_{ss} = 2$, числа сверточных кодеров $N_{ES} = 1$, использовании в каждом потоке разной схемы мультиплексирования (UEQM) и при частотном разnose каналов 20 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция		Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
	поток 1	поток 2		защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
33	16-QAM	QPSK	1/2	39,00	43,30
34	64-QAM	QPSK	1/2	52,00	57,80
35	64-QAM	16-QAM	1/2	65,00	72,20
36	16-QAM	QPSK	3/4	58,50	65,00
37	64-QAM	QPSK	3/4	78,00	86,70
38	64-QAM	16-QAM	3/4	97,50	108,30

Таблица N 12. Параметры для трех пространственных потоков $N_{ss} = 3$, числа сверточных кодеров $N_{ES} = 1$, использовании в каждом потоке разной схемы мультиплексирования (UEQM) и при частотном разnose каналов 20 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция			Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
	поток 1	поток 2	поток 3		защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
1	2	3	4	5	6	7
39	16-QAM	QPSK	QPSK	1/2	52,00	57,80
40	16-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	65,00	72,20
41	64-QAM	QPSK	QPSK	1/2	65,00	72,20
42	64-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	78,00	86,70
43	64-QAM	16-QAM	16-QAM	1/2	91,00	101,10
44	64-QAM	64-QAM	QPSK	1/2	91,00	101,10
45	64-QAM	64-QAM	16-QAM	1/2	104,00	115,60
46	16-QAM	QPSK	QPSK	3/4	78,00	86,70
47	16-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	97,50	108,30
48	64-QAM	QPSK	QPSK	3/4	97,50	108,30
49	64-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	117,00	130,00
50	64-QAM	16-QAM	16-QAM	3/4	136,50	151,70
51	64-QAM	64-QAM	QPSK	3/4	136,50	151,70
52	64-QAM	64-QAM	16-QAM	3/4	156,00	173,30

Таблица N 13. Параметры для четырех пространственных потоков $N_{ss} = 4$, числа сверточных кодеров $N_{es} = 1$, использовании в каждом потоке разной схемы мультиплексирования (UEQM) и при частотном разноразносе каналов 20 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция				Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
	поток 1	поток 2	поток 3	поток 4		защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
1	2	3	4	5	6	7	8
53	16-QAM	QPSK	QPSK	QPSK	1/2	65,00	72,20

54	16-QAM	16-QAM	QPSK	QPSK	1/2	78,00	86,70
55	16-QAM	16-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	91,00	101,10
56	64-QAM	QPSK	QPSK	QPSK	1/2	78,00	86,70
57	64-QAM	16-QAM	QPSK	QPSK	1/2	91,00	101,10
58	64-QAM	16-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	104,00	115,60
59	64-QAM	16-QAM	16-QAM	16-QAM	1/2	117,00	130,00
60	64-QAM	64-QAM	QPSK	QPSK	1/2	104,00	115,60
61	64-QAM	64-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	117,00	130,00
62	64-QAM	64-QAM	16-QAM	16-QAM	1/2	130,00	144,40
63	64-QAM	64-QAM	64-QAM	QPSK	1/2	130,00	144,40
64	64-QAM	64-QAM	64-QAM	16-QAM	1/2	143,00	158,90
65	16-QAM	QPSK	QPSK	QPSK	3/4	97,50	108,30
66	16-QAM	16-QAM	QPSK	QPSK	3/4	117,00	130,00
67	16-QAM	16-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	136,50	151,70
68	64-QAM	QPSK	QPSK	QPSK	3/4	117,00	130,00
69	64-QAM	16-QAM	QPSK	QPSK	3/4	136,50	151,70
70	64-QAM	16-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	156,00	173,30
71	64-QAM	16-QAM	16-QAM	16-QAM	3/4	175,50	195,00
72	64-QAM	64-QAM	QPSK	QPSK	3/4	156,00	173,30
73	64-QAM	64-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	175,50	195,00
74	64-QAM	64-QAM	16-QAM	16-QAM	3/4	195,00	216,70
75	64-QAM	64-QAM	64-QAM	QPSK	3/4	195,00	216,70
76	64-QAM	64-QAM	64-QAM	16-QAM	3/4	214,50	238,30

Таблица N 14. Параметры для двух пространственных потоков $N_{ss} = 2$, числа сверточных кодеров $N_{es} = 1$, использовании в каждом потоке разной схемы мультиплексирования (UEQM) и при частотном разноре каналов 40 МГц

Номер схемы	Модуляция	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
			защитный	защитный

MCS	поток 1	поток 2		интервал 800 нс	интервал 400 нс (опционально)
33	16-QAM	QPSK	1/2	81,00	90,00
34	64-QAM	QPSK	1/2	108,00	120,00
35	64-QAM	16-QAM	1/2	135,00	150,00
36	16-QAM	QPSK	3/4	121,50	135,00
37	64-QAM	QPSK	3/4	162,00	180,00
38	64-QAM	16-QAM	3/4	202,50	225,00

Таблица N 15. Параметры для трех пространственных потоков $N_{ss} = 3$, использовании в каждом потоке разной схемы мультиплексирования (UEQM) и при частотном разнoсе каналов 40 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция			Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
	поток 1	поток 2	поток 3		защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
1	2	3	4	5	6	7
39	16-QAM	QPSK	QPSK	1/2	108,00	120,00
40	16-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	135,00	150,00
41	64-QAM	QPSK	QPSK	1/2	135,00	150,00
42	64-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	162,00	180,00
43	64-QAM	16-QAM	16-QAM	1/2	189,00	210,00
44	64-QAM	64-QAM	QPSK	1/2	189,00	210,00
45	64-QAM	64-QAM	16-QAM	1/2	216,00	240,00
46	16-QAM	QPSK	QPSK	3/4	162,00	180,00
47	16-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	202,50	225,00
48	64-QAM	QPSK	QPSK	3/4	202,50	225,00
49	64-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	243,00	270,00
50	64-QAM	16-QAM	16-QAM	3/4	283,50	315,00

51	64-QAM	64-QAM	QPSK	3/4	283,50	315,00
52	64-QAM	64-QAM	16-QAM	3/4	324,00	360,00

Таблица N 16. Параметры для четырех пространственных потоков $N_{ss} = 4$, использовании в каждом потоке разной схемы мультиплексирования (UEQM) и при частотном разноре каналов 40 МГц

Номер схемы MCS	Модуляция				Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с	
	поток 1	поток 2	поток 3	поток 4		защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс (опционально)
1	2	3	4	5	6	7	8
53	16-QAM	QPSK	QPSK	QPSK	1/2	135,00	150,00
54	16-QAM	16-QAM	QPSK	QPSK	1/2	162,00	180,00
55	16-QAM	16-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	189,00	210,00
56	64-QAM	QPSK	QPSK	QPSK	1/2	162,00	180,00
57	64-QAM	16-QAM	QPSK	QPSK	1/2	189,00	210,00
58	64-QAM	16-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	216,00	240,00
59	64-QAM	16-QAM	16-QAM	16-QAM	1/2	243,00	270,00
60	64-QAM	64-QAM	QPSK	QPSK	1/2	216,00	240,00
61	64-QAM	64-QAM	16-QAM	QPSK	1/2	243,00	270,00
62	64-QAM	64-QAM	16-QAM	16-QAM	1/2	270,00	300,00
63	64-QAM	64-QAM	64-QAM	QPSK	1/2	270,00	300,00
64	64-QAM	64-QAM	64-QAM	16-QAM	1/2	297,00	330,00
65	16-QAM	QPSK	QPSK	QPSK	3/4	202,50	225,00
66	16-QAM	16-QAM	QPSK	QPSK	3/4	243,00	270,00
67	16-QAM	16-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	283,50	315,00
68	64-QAM	QPSK	QPSK	QPSK	3/4	243,00	270,00
69	64-QAM	16-QAM	QPSK	QPSK	3/4	283,50	315,00
70	64-QAM	16-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	324,00	360,00

71	64-QAM	16-QAM	16-QAM	16-QAM	3/4	364,50	405,00
72	64-QAM	64-QAM	QPSK	QPSK	3/4	324,00	360,00
73	64-QAM	64-QAM	16-QAM	QPSK	3/4	364,50	405,00
74	64-QAM	64-QAM	16-QAM	16-QAM	3/4	405,00	450,00
75	64-QAM	64-QAM	64-QAM	QPSK	3/4	405,00	450,00
76	64-QAM	64-QAM	64-QAM	16-QAM	3/4	445,50	495,00

1.2. Ошибки созвездия передатчика приведены в таблице N 17.

Таблица N 17. Ошибки созвездия передатчика

Способ модуляции и относительная скорость кодирования	Среднеквадратическое (СКВ) значение ошибки модуляции, дБ, не более
BPSK 1/2	-5
QPSK 1/2	-10
QPSK 3/4	-13
16-QAM 1/2	-16
16-QAM 3/4	-19
64-QAM 2/3	-22
64-QAM 3/4	-25
64-QAM 5/6	-28

2. Требования к параметрам передатчика радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11n.

2.1. Требования к параметрам передатчика, работающего в диапазоне 5150 - 5350 МГц, 5650 - 6425 МГц, приведены в таблице N 18.

Таблица N 18. Требования к параметрам передатчика, работающего в диапазоне 5150 - 5350 МГц, 5650 - 6425 МГц

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальная мощность передатчика в полосе частот:	
5 150 - 5 250 МГц	не более 20 дБм (100 мВт)
5 250 - 5 350 МГц	не более 20 дБм (100 мВт)

5 650 - 5 725 МГц	не более 30 дБм (1000 мВт)
5 725 - 5 825 МГц	не более 30 дБм (1000 мВт)
5 825 - 6 425 МГц	не более 30 дБм (1000 мВт)
Относительная нестабильность частоты передатчика	20×10^{-6}

2.2. Уровни побочных излучений передатчика приведены в таблице N 19.

Таблица N 19. Уровни побочных излучений передатчика

Диапазон частот, ГГц	Максимальная мощность ERP, дБм	Ширина полосы пропускания, кГц
0,03 - 0,047	-36	100
0,047 - 0,074	-54	100
0,074 - 0,0875	-36	100
0,0875 - 0,118	-54	100
0,118 - 0,174	-36	100
0,174 - 0,23	-54	100
0,23 - 0,47	-36	100
0,47 - 0,862	-54	100
0,862 - 1,0	-36	100
1,0 - 5,15	-30	1 000
5,35 - 5,47	-30	1 000
5,725 - 26,0	-30	1 000

Таблица N 20. Подавление помех от соседних каналов, при пакетной ошибке $\leq 10\%$, длине пакета 4096 байт и уровне сигнала на 3 дБ выше уровня чувствительности

Способ модуляции и относительная скорость кодирования	Относительный уровень сигнала в 1-м соседнем канале, не менее (дБ)
BPSK 1/2	16
QPSK 1/2	13
QPSK 3/4	11

16-QAM 1/2	8
16-QAM 3/4	4
64-QAM 2/3	0
64-QAM 3/4	-1
64-QAM 5/6	-2

2.3. Требования к параметрам передатчика, работающего в диапазоне 2400 - 2483,5 МГц, приведены в таблице N 21.

Таблица N 21. Требования к параметрам передатчика, работающего в диапазоне 2400 - 2483,5 МГц

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальная мощность передатчика	не более 24 дБм (250 мВт)
Максимальная спектральная плотность мощности (в полосе 1 МГц), не превышает	10 дБм/МГц (10 мВт/МГц)
Относительная нестабильность частоты передатчика	25×10^{-6}
Подавление помех от соседних каналов, при пакетной ошибке $\leq 10\%$, длине пакета 4096 байт и уровне сигнала на 3 дБ выше уровня чувствительности	таблица N 20

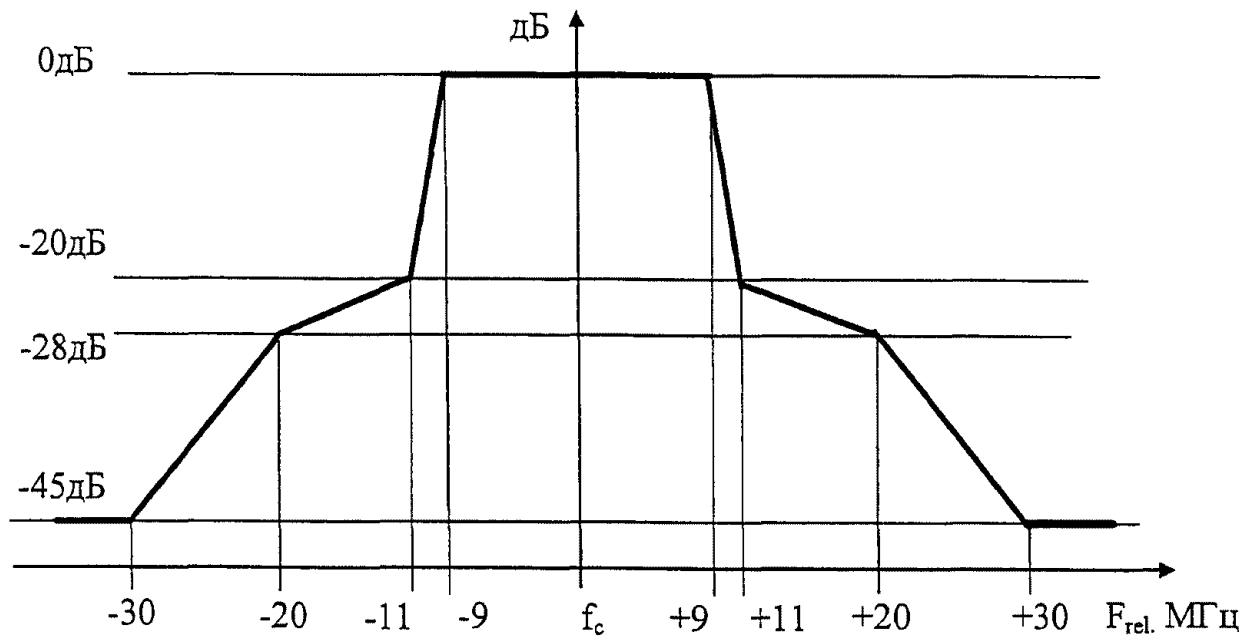
2.4. Требования к параметрам уровня побочных излучений передатчика в диапазоне 2400 - 2483,5 МГц приведены в таблице N 22.

Таблица N 22. Требования к параметрам уровня побочных излучений передатчика в диапазоне 2400 - 2483,5 МГц

Диапазон частот, ГГц	Значение параметра, не превышает, дБм	
	в рабочем режиме	в режиме ожидания
0,03 - 1,00	-36	-57
1,00 - 12,75	-30	-47
1,80 - 1,90	-47	-47
5,15 - 5,30	-47	-47

2.5. Требования к маске спектра излучаемого сигнала.

2.5.1. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разnose каналов 20 МГц приведена на рисунке 1.



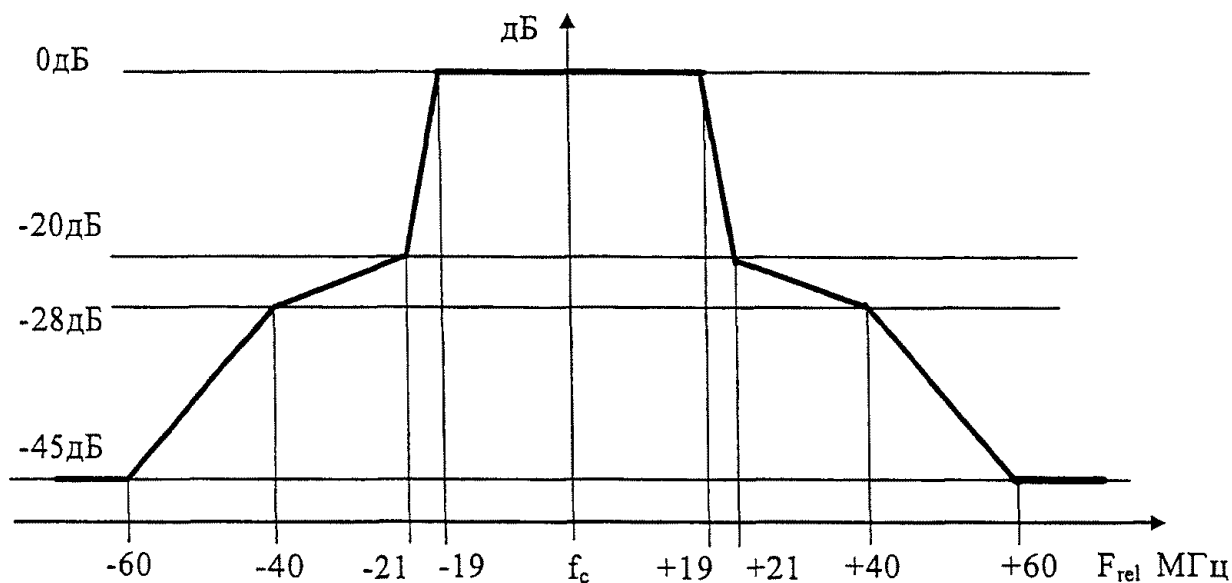
Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Полоса обзора - 100 МГц.
3. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок 1. Маска спектра сигнала (20 МГц)

При использовании в оборудовании конфигурации ММО маска спектра излучаемого сигнала каждого из передатчиков соответствует значениям, приведенным выше.

2.5.2. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разnose каналов 40 МГц приведена на рисунке 2.



Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Полоса обзора - 120 МГц.
3. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок 2. Маска спектра сигнала (40 МГц)

При использовании в оборудовании конфигурации ММО маска спектра излучаемого сигнала каждого из передатчиков соответствует значениям, приведенным выше.

3. Требования к параметрам приемника радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11n.

3.1. Требования к приемнику, работающему в диапазоне 5150 - 5350 МГц, 5650 - 6425 МГц, приведены в таблице N 23.

Таблица N 23. Требования к приемнику, работающему в диапазоне 5150 - 5350 МГц, 5650 - 6425 МГц

Наименование параметра	Значение параметра, дБм	
1	2	
Минимальный уровень СВЧ сигнала на входе приемника не превышает при пакетной ошибке $\leq 10\%$ и длине пакета 4096 байт, в зависимости от ширины канала и модуляции:	20 МГц:	40 МГц:
BPSK 1/2	-82	-79
QPSK 1/2	-79	-76

QPSK 3/4	-77	-74
16-QAM 1/2	-74	-71
16-QAM 3/4	-70	-67
64-QAM 2/3	-66	-63
64-QAM 3/4	-65	-62
64-QAM 5/6	-64	-61
Максимальный уровень входного сигнала, не менее, при пакетной ошибке $\leq 10\%$ и длине пакета 4 096 байт	-30	
Уровень паразитных излучений не превышает, в диапазоне частот:		
0,03 ГГц - 1 ГГц	-57	
1 ГГц - 26,5 ГГц	-50	

При использовании в оборудовании конфигурации ММО приведенные выше значения применимы для каждого из приемников.

3.2. Требования к приемнику, работающему в диапазоне 2400 - 2483,5 МГц, приведены в таблице N 24.

Таблица N 24. Требования к приемнику, работающему в диапазоне 2400 - 2483,5 МГц

Наименование параметра	Значение параметра, дБм	
Минимальный уровень СВЧ сигнала на входе приемника не превышает при пакетной ошибке $\leq 10\%$ и длине пакета 4096 байт, в зависимости от ширины канала и модуляции:	20 МГц:	40 МГц:
BPSK 1/2	-82	-79
QPSK 1/2	-79	-76
QPSK 3/4	-77	-74
16-QAM 1/2	-74	-71
16-QAM 3/4	-70	-67
64-QAM 2/3	-66	-63
64-QAM 3/4	-65	-62

64-QAM 5/6	-64	-61
Максимальный уровень входного сигнала, не менее, при пакетной ошибке $\leq 10\%$ и длине пакета 4096 байт	-20	
Уровень паразитных излучений не превышает, в диапазоне частот:		
0,03 ГГц - 1 ГГц	-57	
1 ГГц - 12,75 ГГц	-47	

При использовании в оборудовании конфигурации ММО приведенные выше значения применимы для каждого из приемников.

Приложение N 10.1
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТОС СТАНДАРТА 802.11AC

Список изменяющих документов
(введены Приказом Минкомсвязи России от 22.04.2015 N 129)

1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11ac приведены в таблице N 1.

Таблица N 1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11ac

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон частот	5 150 - 5 350 МГц, 5 470 - 6 425 МГц
Метод доступа к среде	Множественный доступ с контролем несущей и предотвращением коллизий
Число потоков ММО, не менее	Базовая станция - 2; Абонентская станция - 1

Число потоков MIMO, не более	8
Параметры режима DL MU MIMO	Не более 4 пользователей, не более 4 пространственных потоков на пользователя с общим числом пространственных потоков не более 8
Метод расширения спектра	OFDM
Ширина канала	20 МГц, 40 МГц, 80 МГц, 80+80 МГц, 160 МГц. Возможна поддержка ширины канала 160 МГц и 80+80 МГц (опционально для абонентской станции)
Количество поднесущих в канале	56 (при ширине канала 20 МГц); 114 (при ширине канала 40 МГц); 242 (при ширине канала 80 МГц); 242 в каждом сегменте (при ширине канала 80 + 80 МГц); 484 (при ширине канала 160 МГц)
Расстояние между поднесущими	312,5 кГц
Вид модуляции	BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM и 256-QAM
Технологии кодирования	Двоичное сверточное кодирование и LDPC-кодирование. Поддержка LDPC-кодирования (опционально для абонентской станции)
Скорости кодирования	1/2, 2/3, 3/4 и 5/6
Количество схем модуляции и кодирования MCS	10 (0..9). Возможна поддержка схем 8 и 9 (опционально для абонентской станции)
Дополнительные технологии	STC, DL MU MIMO, Beamforming
Защитный интервал	800 нс и 400 нс. Возможна поддержка защитного интервала 400 нс (опционально для абонентской станции)
Поддержка следующих параметров (опционально)	Защитный интервал 400 нс; Схемы MCS 8 и 9; Один пространственный поток $N_{SS} = 1$ для схем MCS с 0 по 7 для каналов 20, 40 и 80 МГц $N_{SS} = 2, \dots, 8$ для каналов 20, 40 и 80 МГц Каналы 160 и 80+80 МГц для $N_{SS} = 1, \dots, 8$

2. Возможные скорости передачи информации по радиоканалу (Мбит/с), виды модуляции, скорости кодирования приведены в [таблицах N 2 - 33](#).

Таблицы определяют схемы MCS не только для режима SU, но и для режима MU.

Таблица N 2. Параметры для одного пространственного потока $N_{ss} = 1$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 20 МГц (обязательно)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	6,50	7,20
1	QPSK	1/2	1	13,00	14,40
2	QPSK	3/4	1	19,50	21,70
3	16-QAM	1/2	1	26,00	28,90
4	16-QAM	3/4	1	39,00	43,30
5	64-QAM	2/3	1	52,00	57,80
6	64-QAM	3/4	1	58,50	65,00
7	64-QAM	5/6	1	65,00	72,20
8	256-QAM	3/4	1	78,00	86,70
9	-				

Таблица N 3. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 2$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 20 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	13,00	14,40
1	QPSK	1/2	1	26,00	28,90
2	QPSK	3/4	1	39,00	43,30
3	16-QAM	1/2	1	52,00	57,80
4	16-QAM	3/4	1	78,00	86,70
5	64-QAM	2/3	1	104,00	115,6
6	64-QAM	3/4	1	117,00	130,00

7	64-QAM	5/6	1	130,00	144,40
8	256-QAM	3/4	1	156,00	173,30
9	-				

Таблица N 4. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 3$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 20 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	19,50	21,70
1	QPSK	1/2	1	39,00	43,30
2	QPSK	3/4	1	58,50	65,00
3	16-QAM	1/2	1	78,00	86,70
4	16-QAM	3/4	1	117,00	130,00
5	64-QAM	2/3	1	156,00	173,30
6	64-QAM	3/4	1	175,50	195,00
7	64-QAM	5/6	1	195,00	216,70
8	256-QAM	3/4	1	234,00	260,00
9	256-QAM	5/6	1	260,00	288,90

Таблица N 5. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 4$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 20 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	26,00	28,9
1	QPSK	1/2	1	52,00	57,80
2	QPSK	3/4	1	78,00	86,70
3	16-QAM	1/2	1	104,00	115,60

4	16-QAM	3/4	1	156,00	173,30
5	64-QAM	2/3	1	208,00	231,10
6	64-QAM	3/4	1	234,00	260,00
7	64-QAM	5/6	1	260,00	288,90
8	256-QAM	3/4	1	312,00	346,70
9	-				

Таблица N 6. Параметры для числа пространственных потоков $N_{SS} = 5$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 20 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	32,50	36,10
1	QPSK	1/2	1	65,00	72,20
2	QPSK	3/4	1	97,50	108,30
3	16-QAM	1/2	1	130,00	144,40
4	16-QAM	3/4	1	195,00	216,70
5	64-QAM	2/3	1	260,00	288,90
6	64-QAM	3/4	1	292,50	325,00
7	64-QAM	5/6	1	325,00	361,10
8	256-QAM	3/4	1	390,00	433,30
9	-				

Таблица N 7. Параметры для числа пространственных потоков $N_{SS} = 6$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 20 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	39,00	43,30

1	QPSK	1/2	1	78,00	86,70
2	QPSK	3/4	1	117,00	130,00
3	16-QAM	1/2	1	156,00	173,30
4	16-QAM	3/4	1	234,00	260,00
5	64-QAM	2/3	1	312,00	346,70
6	64-QAM	3/4	1	351,00	390,00
7	64-QAM	5/6	1	390,00	433,30
8	256-QAM	3/4	1	468,00	520,00
9	256-QAM	5/6	1	520,00	577,80

Таблица N 8. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 7$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 20 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	45,50	50,60
1	QPSK	1/2	1	91,00	101,10
2	QPSK	3/4	1	136,50	151,70
3	16-QAM	1/2	1	182,00	202,20
4	16-QAM	3/4	1	273,00	303,30
5	64-QAM	2/3	1	364,00	404,00
6	64-QAM	3/4	1	409,50	455,00
7	64-QAM	5/6	1	455,00	505,60
8	256-QAM	3/4	1	546,00	606,70
9	-				

Таблица N 9. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 8$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 20 МГц (возможна поддержка)

Номер	Модуляция	Скорость	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с
-------	-----------	----------	----------	----------------------------------

схемы MCS		кодирования		защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	52,00	57,80
1	QPSK	1/2	1	104,00	115,60
2	QPSK	3/4	1	156,00	173,30
3	16-QAM	1/2	1	208,00	231,10
4	16-QAM	3/4	1	312,00	346,70
5	64-QAM	2/3	1	416,00	462,20
6	64-QAM	3/4	1	468,00	520,00
7	64-QAM	5/6	1	520,00	577,80
8	256-QAM	3/4	1	624,00	693,30
9	-				

Таблица N 10. Параметры для одного пространственного потока $N_{ss} = 1$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 40 МГц (обязательно)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	13,50	15,00
1	QPSK	1/2	1	27,00	30,00
2	QPSK	3/4	1	40,50	45,00
3	16-QAM	1/2	1	54,00	60,00
4	16-QAM	3/4	1	81,00	90,00
5	64-QAM	2/3	1	108,00	120,00
6	64-QAM	3/4	1	121,50	135,00
7	64-QAM	5/6	1	135,00	150,00
8	256-QAM	3/4	1	162,00	180,00
9	256-QAM	5/6	1	180,00	200,00

Таблица N 11. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 2$, числа

сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 40 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	27,00	30,00
1	QPSK	1/2	1	54,00	60,00
2	QPSK	3/4	1	81,00	90,00
3	16-QAM	1/2	1	108,00	120,00
4	16-QAM	3/4	1	162,00	180,00
5	64-QAM	2/3	1	216,00	240,00
6	64-QAM	3/4	1	243,00	270,00
7	64-QAM	5/6	1	270,00	300,00
8	256-QAM	3/4	1	324,00	360,00
9	256-QAM	5/6	1	360,00	400,00

Таблица N 12. Параметры для числа пространственных потоков $N_{SS} = 3$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 40 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	40,50	45,00
1	QPSK	1/2	1	81,00	90,00
2	QPSK	3/4	1	121,50	135,00
3	16-QAM	1/2	1	162,00	180,00
4	16-QAM	3/4	1	243,00	270,00
5	64-QAM	2/3	1	324,00	360,00
6	64-QAM	3/4	1	364,00	405,00
7	64-QAM	5/6	1	405,00	450,00

8	256-QAM	3/4	1	486,00	540,00
9	256-QAM	5/6	1	540,00	600,00

Таблица N 13. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 4$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 40 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	54,00	60,00
1	QPSK	1/2	1	108,00	120,00
2	QPSK	3/4	1	162,00	180,00
3	16-QAM	1/2	1	216,00	240,00
4	16-QAM	3/4	1	324,00	360,00
5	64-QAM	2/3	1	432,00	480,00
6	64-QAM	3/4	1	486,00	540,00
7	64-QAM	5/6	1	540,00	600,00
8	256-QAM	3/4	2	648,00	720,00
9	256-QAM	5/6	2	720,00	800,00

Таблица N 14. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 5$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 40 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	67,50	75,00
1	QPSK	1/2	1	135,00	150,00
2	QPSK	3/4	1	202,50	225,00
3	16-QAM	1/2	1	270,00	300,00
4	16-QAM	3/4	1	405,00	450,00

5	64-QAM	2/3	1	540,00	600,00
6	64-QAM	3/4	2	607,50	675,00
7	64-QAM	5/6	2	675,00	750,00
8	256-QAM	3/4	2	810,00	900,00
9	256-QAM	5/6	2	900,00	1000,00

Таблица N 15. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 6$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 40 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	81,00	90,00
1	QPSK	1/2	1	162,00	180,00
2	QPSK	3/4	1	243,00	270,00
3	16-QAM	1/2	1	324,00	360,00
4	16-QAM	3/4	1	486,00	540,00
5	64-QAM	2/3	2	648,00	720,00
6	64-QAM	3/4	2	729,00	810,00
7	64-QAM	5/6	2	810,00	900,00
8	256-QAM	3/4	2	972,00	1080,00
9	256-QAM	5/6	2	1080,00	1200,00

Таблица N 16. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 7$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 40 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	94,50	105,00
1	QPSK	1/2	1	189,00	210,00

2	QPSK	3/4	1	283,50	315,00
3	16-QAM	1/2	1	378,00	420,00
4	16-QAM	3/4	2	567,00	630,00
5	64-QAM	2/3	2	756,00	840,00
6	64-QAM	3/4	2	850,50	945,00
7	64-QAM	5/6	2	945,00	1050,00
8	256-QAM	3/4	2	1134,00	1260,00
9	256-QAM	5/6	2	1260,00	1400,00

Таблица N 17. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 8$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 40 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	108,00	120,00
1	QPSK	1/2	1	216,00	240,00
2	QPSK	3/4	1	324,00	360,00
3	16-QAM	1/2	1	432,00	480,00
4	16-QAM	3/4	2	648,00	720,00
5	64-QAM	2/3	2	864,00	960,00
6	64-QAM	3/4	2	972,00	1080,00
7	64-QAM	5/6	2	1080,00	1200,00
8	256-QAM	3/4	2	1296,00	1440,00
9	256-QAM	5/6	2	1440,00	1600,00

Таблица N 18. Параметры для одного пространственного потока $N_{ss} = 1$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 80 МГц (обязательно)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный	защитный

				интервал 800 нс	интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	29,30	32,50
1	QPSK	1/2	1	58,50	65,00
2	QPSK	3/4	1	87,80	97,50
3	16-QAM	1/2	1	117,00	130,00
4	16-QAM	3/4	1	175,50	195,00
5	64-QAM	2/3	1	234,00	260,00
6	64-QAM	3/4	1	263,00	292,50
7	64-QAM	5/6	1	292,50	325,00
8	256-QAM	3/4	1	351,00	390,00
9	256-QAM	5/6	1	390,00	433,30

Таблица N 19. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 2$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	58,50	65,00
1	QPSK	1/2	1	117,00	130,00
2	QPSK	3/4	1	175,50	195,00
3	16-QAM	1/2	1	234,00	260,00
4	16-QAM	3/4	1	351,00	390,00
5	64-QAM	2/3	1	468,00	520,00
6	64-QAM	3/4	1	526,50	585,00
7	64-QAM	5/6	2	585,00	650,00
8	256-QAM	3/4	2	702,00	780,00
9	256-QAM	5/6	2	780,00	866,70

Таблица N 20. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 3$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 80

МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N _{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	87,80	97,50
1	QPSK	1/2	1	175,50	195,00
2	QPSK	3/4	1	263,30	292,5
3	16-QAM	1/2	1	351,00	390,00
4	16-QAM	3/4	1	526,50	585,00
5	64-QAM	2/3	2	702,00	780,00
6	-				
7	64-QAM	5/6	2	877,50	975,00
8	256-QAM	3/4	2	1053,00	1170,00
9	256-QAM	5/6	3	1170,00	1300,00

Таблица N 21. Параметры для числа пространственных потоков N_{SS} = 4, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N _{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	117,00	130,00
1	QPSK	1/2	1	234,00	260,00
2	QPSK	3/4	1	351,00	390,00
3	16-QAM	1/2	1	468,00	520,00
4	16-QAM	3/4	2	702,00	780,00
5	64-QAM	2/3	2	936,00	1040,00
6	64-QAM	3/4	2	1053,00	1170,00
7	64-QAM	5/6	2	1170,00	1300,00
8	256-QAM	3/4	2	1404,00	1560,00

9	256-QAM	5/6	2	1560,00	1733,30
---	---------	-----	---	---------	---------

Таблица N 22. Параметры для числа пространственных потоков $N_{SS} = 5$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	146,30	162,50
1	QPSK	1/2	1	292,50	325,00
2	QPSK	3/4	1	438,80	487,50
3	16-QAM	1/2	2	585,00	650,00
4	16-QAM	3/4	2	877,50	975,00
5	64-QAM	2/3	3	1170,00	1300,00
6	64-QAM	3/4	3	1316,30	1462,50
7	64-QAM	5/6	3	1462,50	1625,00
8	256-QAM	3/4	4	1755,00	1950,00
9	256-QAM	5/6	4	1950,00	2166,70

Таблица N 23. Параметры для числа пространственных потоков $N_{SS} = 6$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	175,50	195,00
1	QPSK	1/2	1	351,00	390,00
2	QPSK	3/4	1	526,50	585,00
3	16-QAM	1/2	2	702,00	780,00
4	16-QAM	3/4	2	1053,00	1170,00
5	64-QAM	2/3	3	1404,00	1560,00

6	64-QAM	3/4	3	1579,50	1755,00
7	64-QAM	5/6	4	1755,00	1950,00
8	256-QAM	3/4	4	2106,00	2340,00
9	-				

Таблица N 24. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 7$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	204,80	227,50
1	QPSK	1/2	1	409,50	455,00
2	QPSK	3/4	3	614,30	682,50
3	16-QAM	1/2	2	819,00	910,00
4	16-QAM	3/4	3	1228,50	1365,00
5	64-QAM	2/3	4	1638,00	1820,00
6	-				
7	64-QAM	5/6	6	2047,50	2275,00
8	256-QAM	3/4	6	2457,00	2730,00
9	256-QAM	5/6	6	2730,00	3033,30

Таблица N 25. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 8$, числа сверточных кодеров N_{es} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{es}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	234,00	260,00
1	QPSK	1/2	1	468,00	520,00
2	QPSK	3/4	2	702,00	780,00

3	16-QAM	1/2	2	936,00	1040,00
4	16-QAM	3/4	3	1404,00	1560,00
5	64-QAM	2/3	4	1872,00	2080,00
6	64-QAM	3/4	4	2106,00	2340,00
7	64-QAM	5/6	6	2340,00	2600,00
8	256-QAM	3/4	6	2808,00	3120,00
9	256-QAM	5/6	6	3120,00	3466,70

Таблица N 26. Параметры для одного пространственного потока $N_{ss} = 1$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разнесе каналов 160 МГц и 80+80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	58,50	65,00
1	QPSK	1/2	1	117,00	130,00
2	QPSK	3/4	1	175,50	195,00
3	16-QAM	1/2	1	234,00	260,00
4	16-QAM	3/4	1	351,00	390,00
5	64-QAM	2/3	1	468,00	520,00
6	64-QAM	3/4	1	526,50	585,00
7	64-QAM	5/6	2	585,00	650,00
8	256-QAM	3/4	2	702,00	780,00
9	256-QAM	5/6	2	780,00	866,70

Таблица N 27. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 2$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разнесе каналов 160 МГц и 80+80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс

0	BPSK	1/2	1	117,00	130,00
1	QPSK	1/2	1	234,00	260,00
2	QPSK	3/4	1	351,00	390,00
3	16-QAM	1/2	1	468,00	520,00
4	16-QAM	3/4	2	702,00	780,00
5	64-QAM	2/3	2	936,00	1040,00
6	64-QAM	3/4	2	1053,00	1170,00
7	64-QAM	5/6	3	1170,00	1300,00
8	256-QAM	3/4	3	1404,00	1560,00
9	256-QAM	5/6	3	1560,00	1733,30

Таблица N 28. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 3$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разнесе каналов 160 МГц и 80+80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	175,50	195,00
1	QPSK	1/2	1	351,00	390,00
2	QPSK	3/4	1	526,50	585,00
3	16-QAM	1/2	2	702,00	780,00
4	16-QAM	3/4	2	1053,00	1170,00
5	64-QAM	2/3	3	1404,00	1560,00
6	64-QAM	3/4	3	1579,50	1755,00
7	64-QAM	5/6	4	1755,00	1950,00
8	256-QAM	3/4	4	2106,00	2340,00
9	-				

Таблица N 29. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 4$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разнесе каналов 160 МГц и 80+80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N _{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	234,00	260,00
1	QPSK	1/2	1	468,00	520,00
2	QPSK	3/4	2	702,00	780,00
3	16-QAM	1/2	2	936,00	1040,00
4	16-QAM	3/4	3	1404,00	1560,00
5	64-QAM	2/3	4	1872,00	2080,00
6	64-QAM	3/4	4	2106,00	2340,00
7	64-QAM	5/6	6	2340,00	2600,00
8	256-QAM	3/4	6	2808,00	3120,00
9	256-QAM	5/6	6	3120,00	3466,70

Таблица N 30. Параметры для числа пространственных потоков N_{SS} = 5, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разnose каналов 160 МГц и 80+80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N _{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	292,50	325,00
1	QPSK	1/2	2	585,00	650,00
2	QPSK	3/4	2	877,50	975,00
3	16-QAM	1/2	3	1170,00	1300,00
4	16-QAM	3/4	4	1755,00	1950,00
5	64-QAM	2/3	5	2340,00	2600,00
6	64-QAM	3/4	5	2632,50	2925,00
7	64-QAM	5/6	6	2925,00	3250,00
8	256-QAM	3/4	8	3510,00	3900,00
9	256-QAM	5/6	8	3900,00	4333,30

Таблица N 31. Параметры для числа пространственных потоков $N_{SS} = 6$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разнеске каналов 160 МГц и 80+80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	351,00	390,00
1	QPSK	1/2	2	702,00	780,00
2	QPSK	3/4	2	1053,00	1170,00
3	16-QAM	1/2	3	1404,00	1560,00
4	16-QAM	3/4	4	2106,00	2340,00
5	64-QAM	2/3	6	2808,00	3120,00
6	64-QAM	3/4	6	3159,00	3510,00
7	64-QAM	5/6	8	3510,00	3900,00
8	256-QAM	3/4	8	4212,00	4680,00
9	256-QAM	5/6	9	4680,00	5200,00

Таблица N 32. Параметры для числа пространственных потоков $N_{SS} = 7$, числа сверточных кодеров N_{ES} (указано в таблице) и при частотном разнеске каналов 160 МГц и 80+80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{ES}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	409,50	455,00
1	QPSK	1/2	2	819,00	910,00
2	QPSK	3/4	3	1228,50	1365,00
3	16-QAM	1/2	4	1638,00	1820,00
4	16-QAM	3/4	6	2457,00	2730,00
5	64-QAM	2/3	7	3276,00	3640,00
6	64-QAM	3/4	7	3685,50	4095,00

7	64-QAM	5/6	9	4095,00	4550,00
8	256-QAM	3/4	12	4914,00	5460,00
9	256-QAM	5/6	12	5460,00	6066,70

Таблица N 33. Параметры для числа пространственных потоков $N_{ss} = 8$, числа сверточных кодеров N_{cs} (указано в таблице) и при частотном разнеске каналов 160 МГц и 80+80 МГц (возможна поддержка)

Номер схемы MCS	Модуляция	Скорость кодирования	N_{cs}	Скорость передачи данных, Мбит/с	
				защитный интервал 800 нс	защитный интервал 400 нс
0	BPSK	1/2	1	468,00	520,00
1	QPSK	1/2	2	936,00	1040,00
2	QPSK	3/4	3	1404,00	1560,00
3	16-QAM	1/2	4	1872,00	2080,00
4	16-QAM	3/4	6	2808,00	3120,00
5	64-QAM	2/3	8	3744,00	4160,00
6	64-QAM	3/4	8	4212,00	4680,00
7	64-QAM	5/6	9	4680,00	5200,00
8	256-QAM	3/4	12	5616,00	6240,00
9	256-QAM	5/6	12	6240,00	6933,30

2.1. Ошибки созвездия передатчика приведены в таблице N 34.

Таблица N 34. Ошибки созвездия передатчика

Способ модуляции и относительная скорость кодирования	Среднеквадратическое (СКВ) значение ошибки модуляции, дБ, не более
BPSK 1/2	-5
QPSK 1/2	-10
QPSK 3/4	-13
16-QAM 1/2	-16
16-QAM 3/4	-19

64-QAM 2/3	-22
64-QAM 3/4	-25
64-QAM 5/6	-27
256-QAM 3/4	-30
256-QAM 5/6	-32

2.2. Относительная нестабильность частоты передатчика составляет не более 20×10^{-6} .

Относительная нестабильность тактовой частоты составляет не более 20×10^{-6} .

Частота передатчика и тактовая частота получается с помощью одного и того же опорного генератора.

Для генерации каналов 160 МГц и 80+80 МГц возможно использование двух генераторов опорной частоты, по одному для каждой из нижней и верхней частей канала, шириной 80 МГц. Фаза сигналов упомянутых частей 80 МГц не коррелирована.

2.3. Уровни побочных излучений передатчика приведены в таблице N 35.

Таблица N 35. Уровни побочных излучений передатчика

Диапазон частот, ГГц	Максимальная мощность ERP, дБм	Ширина полосы пропускания, кГц
0,03 - 0,047	-36	100
0,047 - 0,074	-54	100
0,074 - 0,0875	-36	100
0,0875-0,118	-54	100
0,118-0,174	-36	100
0,174-0,23	-54	100
0,23-0,47	-36	100
0,47 - 0,862	-54	100
0,862 - 1,0	-36	100
1,0-5,15	-30	1000
5,35 - 5,47	-30	1000
5,725 - 26,0	-30	1000

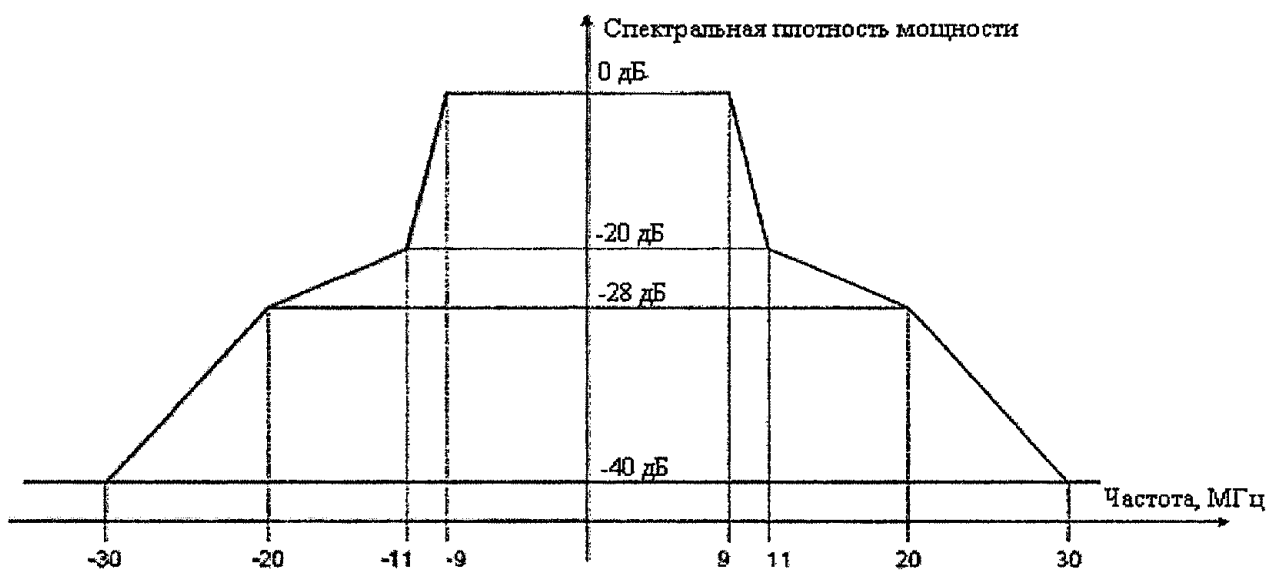
2.4. Требования к подавлению помех от каналов при пакетной ошибке $\leq 10\%$, длине пакета 4096 байт и уровне сигнала на 3 дБ выше уровня чувствительности приведены в таблице N 36.

Таблица N 36. Подавление помех от каналов, при пакетной ошибке $\leq 10\%$, длине пакета 4096 байт и уровне сигнала на 3 дБ выше уровня чувствительности

Модуляция	Скорость кодирования	Подавление в соседнем канале (дБ)		Подавление в не соседнем канале (дБ)	
		Канал 20/40/80/160 МГц	Канал 80+80 МГц	Канал 20/40/80/160 МГц	Канал 80 + 80 МГц
BPSK	1/2	16	13	32	29
QPSK	1/2	13	10	29	26
QPSK	3/4	11	8	27	24
16-QAM	1/2	8	5	24	21
16-QAM	3/4	4	1	20	17
64-QAM	2/3	0	-3	16	13
64-QAM	3/4	-1	-4	15	12
64-QAM	5/6	-2	-5	14	11
256-QAM	3/4	-7	-10	9	6
256-QAM	5/6	-9	-12	7	4

3. Требования к маске спектра излучаемого сигнала.

3.1. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разnose каналов 20 МГц приведена на рисунке 1.



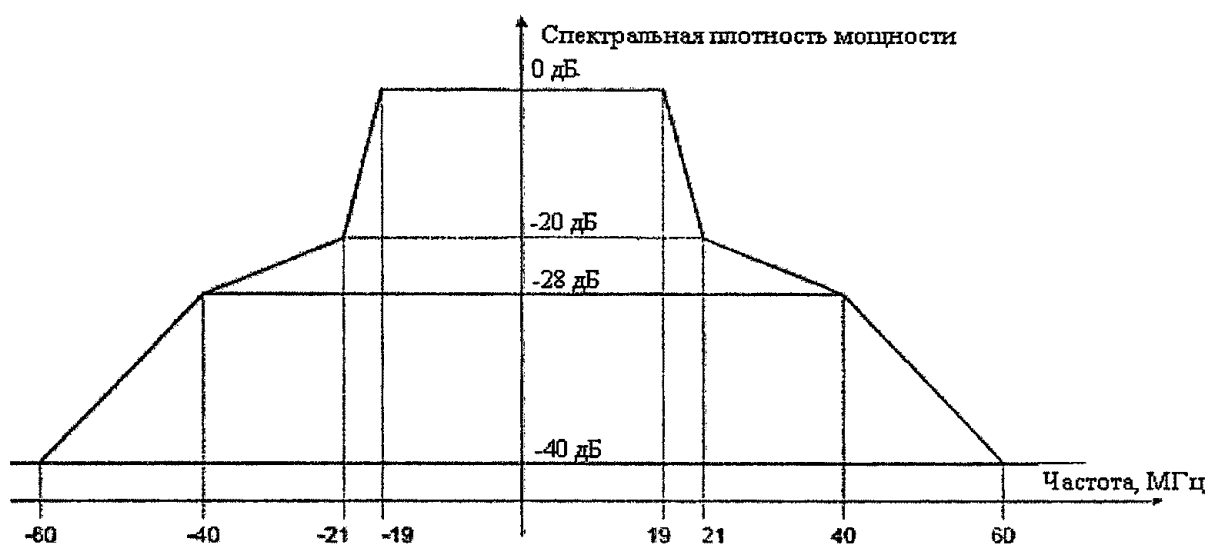
Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по промежуточной частоте (далее - ПЧ) - 100 кГц.
2. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок 1. Маска спектра сигнала (20 МГц)

При использовании в оборудовании конфигурации ММО маска спектра излучаемого сигнала каждого из передатчиков соответствует значениям, приведенным на рисунке 1.

3.2. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разnose каналов 40 МГц приведена на рисунке 2.



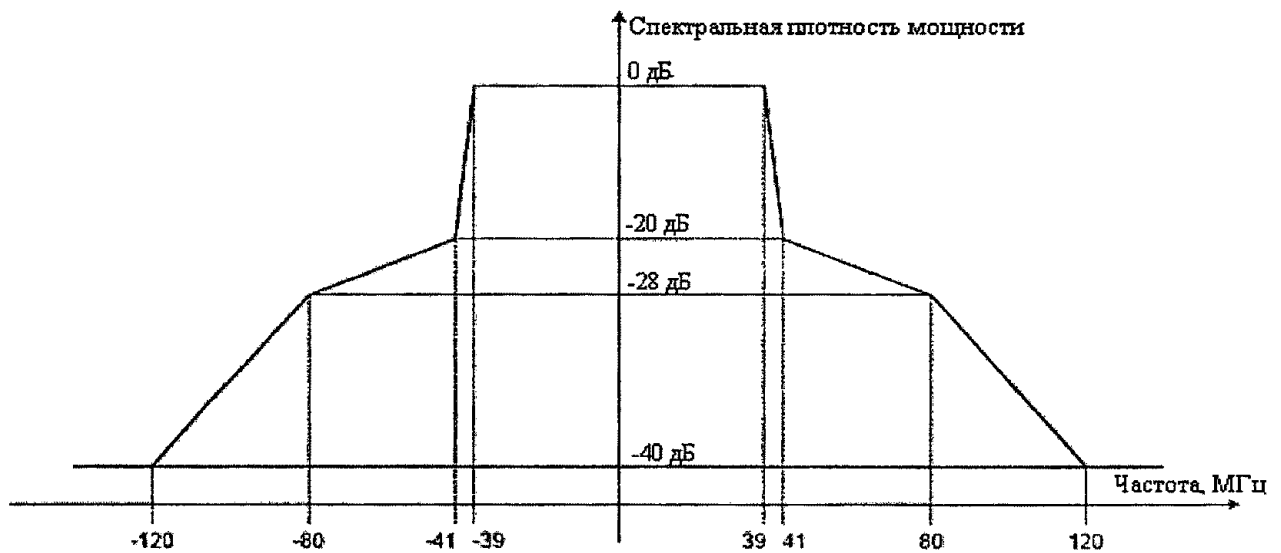
Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок 2. Маска спектра сигнала (40 МГц)

При использовании в оборудовании конфигурации ММО маска спектра излучаемого сигнала каждого из передатчиков соответствует значениям, приведенным на рисунке 2.

3.3. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разnose каналов 80 МГц приведена на рисунке 3.



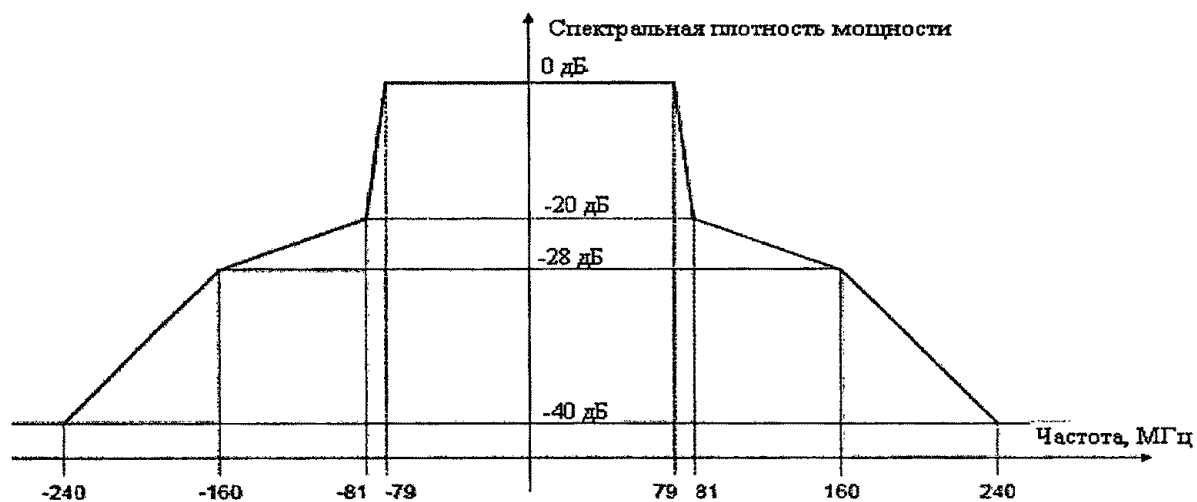
Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок 3. Маска спектра сигнала (80 МГц)

При использовании в оборудовании конфигурации ММО маска спектра излучаемого сигнала каждого из передатчиков соответствует значениям, приведенным на рисунке 3.

3.4. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разnose каналов 160 МГц приведена на рисунке 4.

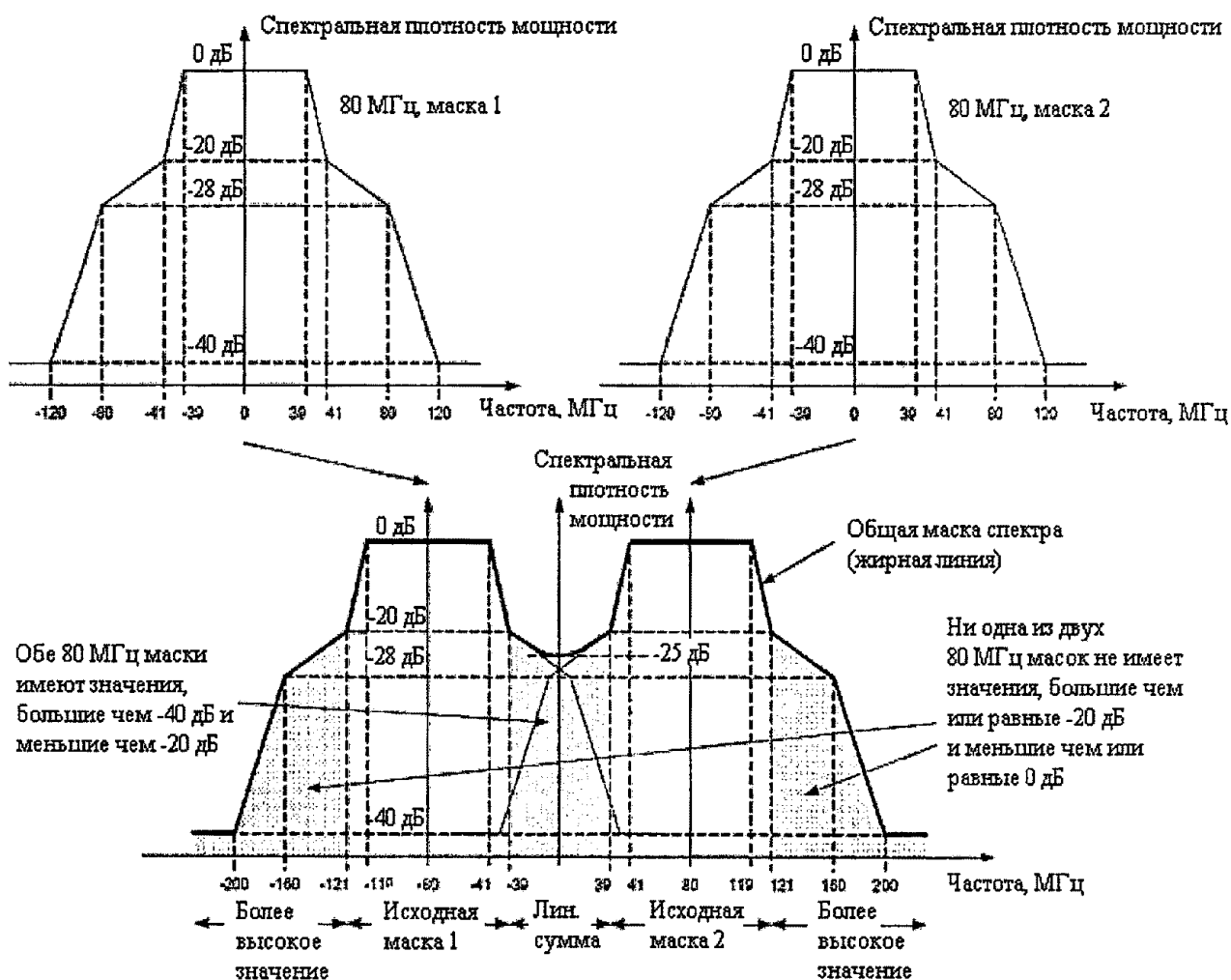


Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок 4. Маска спектра сигнала (160 МГц)

3.5. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разnose каналов 80+80 МГц приведена на рисунке 5.



Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок 5. Маска спектра сигнала (80+80 МГц)

При использовании в оборудовании конфигурации ММО маска спектра излучаемого сигнала каждого из передатчиков соответствует значениям, приведенным на рисунке 5.

4. Требования к параметрам приемника радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11ac.

4.1. Максимальный уровень входного сигнала при пакетной ошибке $\leq 10\%$ и длине пакета 4 096 байт составляет не менее 30 дБм.

- 4.2. Уровни паразитных излучений приемника приведены в таблице N 37.

Таблица N 37. Уровни паразитных излучений приемника

Диапазон частот, ГГц	Уровень паразитных	Ширина полосы
----------------------	--------------------	---------------

	излучений, не более, дБм	пропускания, кГц
0,03 - 1	-57	100
1 - 26	-47	1000

4.3. Требования к чувствительности приемника приведены в таблице N 38.

Минимальный уровень СВЧ сигнала на входе приемника при пакетной ошибке $\leq 10\%$ и длине пакета 4096 байт не превышает значений, приведенных в таблице N 38, в зависимости от ширины канала, вида модуляции и скорости кодирования.

Таблица N 38. Чувствительность приемника

Модуляция	Скорость кодирования	Чувствительность не более, дБм			
		Ширина полосы частот канала 20 МГц	Ширина полосы частот канала 40 МГц	Ширина полосы частот канала 80 МГц	Ширина полосы частот канала 160 МГц и 80 + 80 МГц
BPSK	1/2	-82	-79	-76	-73
QPSK	1/2	-79	-76	-73	-70
QPSK	3/4	-77	-74	-71	-68
16-QAM	1/2	-74	-71	-68	-65
16-QAM	3/4	-70	-67	-64	-61
64-QAM	2/3	-66	-63	-60	-57
64-QAM	3/4	-65	-62	-59	-56
64-QAM	5/6	-64	-61	-58	-55
256-QAM	3/4	-59	-56	-53	-50
256-QAM	5/6	-57	-54	-51	-48

При использовании в оборудовании конфигурации MIMO приведенные выше значения применимы для каждого из приемников.

5. Пространственно-временное блочное кодирование (STBC).

Для повышения надежности передачи возможна поддержка режима STBC. Этот режим не применяется в режиме MU.

В этом режиме N_{ss} числа пространственных потоков отображаются в NSTS числа пространственных потоков согласно таблице N 39, где i_{STS} - номер пространственного потока, d -

обозначение информационного символа, * - обозначение операции комплексного сопряжения, $2m$ и $2m+1$ - индексы информационных символов, d_iSTS - информационные символы после отображения STBC. При использовании STBS используется четное число числа пространственных потоков $NSTS = 2N_{SS}$. Когда STBS не используется, $NSTS = N_{SS}$.

Таблица N 39. Отображение информационных символов сигнального созвездия для STBC

NSTS	N_{SS}	$iSTS$	$d_iSTS, 2m$	$d_iSTS, 2m+1$
2	1	1	$d_{1,2m}$	$d_{1,2m+1}$
		2	$-d^*_{1,2m+1}$	$d^*_{1,2m}$
4	2	1	$d_{1,2m}$	$d_{1,2m+1}$
		2	$-d^*_{1,2m+1}$	$d^*_{1,2m}$
		3	$d_{2,2m}$	$d_{2,2m+1}$
		4	$-d^*_{2,2m+1}$	$d^*_{2,2m}$
6	3	1	$d_{1,2m}$	$d_{1,2m+1}$
		2	$-d^*_{1,2m+1}$	$d^*_{1,2m}$
		3	$d_{2,2m}$	$d_{2,2m+1}$
		4	$-d^*_{2,2m+1}$	$d^*_{2,2m}$
		5	$d_{3,2m}$	$d_{3,2m+1}$
		6	$-d^*_{3,2m+1}$	$d^*_{3,2m}$
8	4	1	$d_{1,2m}$	$d_{1,2m+1}$
		2	$-d^*_{1,2m+1}$	$d^*_{1,2m}$
		3	$d_{2,2m+1}$	$d_{2,2m+1}$
		4	$-d^*_{2,2m+1}$	$d^*_{2,2m}$
		5	$d_{3,2m}$	$d_{3,2m+1}$
		6	$-d^*_{3,2m+1}$	$d^*_{3,2m}$
		7	$d_{4,2m}$	$d_{4,2m+1}$
		8	$-d^*_{4,2m+1}$	$d^*_{4,2m}$

6. Режимы SU-MIMO и DL-MU-MIMO Beamforming позволяют направлять сигналы с помощью нескольких антенн (устройство формирования диаграммы направленности) на основе сведений о канале связи для улучшения пропускной способности.

В режиме SU-MIMO все пространственные потоки в передаваемом сигнале принимаются одной абонентской станцией.

В режиме DL-MU-MIMO Beamforming непересекающиеся подмножества числа пространственных потоков принимаются различными абонентскими станциями.

7. Регулирование мощности передачи (TPC).

Диапазон регулирования мощности передачи начинается с самого низкого значения, которое, по меньшей мере на 6 дБ, ниже значений спектральной плотности мощности, приведенной в таблице N 40 для устройств с TPC.

Поддерживается работа устройства без TPC. Применимые значения в этом случае приведены в таблице N 40.

Таблица N 40. Предельные значения средней ЭИИМ и средней спектральной плотности ЭИИМ при работе на максимальной заявленной мощности

Диапазон частот, МГц	Выходная средняя ЭИИМ, дБм		Средняя спектральная плотность ЭИИМ, дБм/МГц	
	TPC	Без TPC	TPC	Без TPC
5150 - 5350	23	20/23 <1>	10	7/10 <2>
5470 - 6425	30	27	17	14
Примечания: 1) Значение 20 дБм применяется кроме случая передач для полос, которые полностью попадают в диапазон 5150 - 5350 МГц, в этом случае применяется значение 23 дБм. 2) Значение 7 дБм/МГц применяется кроме случая передач для полос, которые полностью попадают в диапазон 5150 - 5350 МГц, в этом случае применяется значение 10 дБм/МГц.				

Приложение N 10.2
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТОС СТАНДАРТА 802.11AD

Список изменяющих документов
(введены Приказом Минкомсвязи России от 22.04.2015 N 129)

1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11ad приведены в таблице N 1.

Таблица N 1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС стандарта 802.11ad

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон частот	57 - 66 ГГц
Режимы работы DMG (физические уровни (PHY))	CPHY, SC PHY, OFDM PHY, SC PHY с малой мощностью
Технология физического уровня (PHY)	SC, OFDM
NSD Число поднесущих для передачи данных - 336. NSP Число пилотных поднесущих - 16. NDC Число DC поднесущих - 3. NST Общее число поднесущих - 355. NSR Число поднесущих, занимающих половину всей полосы - 177. Частотный разнос между поднесущими - 5,15625 МГц (2640 МГц/512). Частота дискретизации OFDM - 2640 МГц. Скорость передачи чипов SC - 1760 МГц. Скорость передачи чипов CPHY - 1760 МГц	
Вид модуляции	
CPHY	DBPSK (Differential BPSK)
OFDM	SQPSK (Spread QPSK), QPSK, 16QAM, 64-QAM
SC	$\pi/2$ -BPSK, $\pi/2$ -QPSK, $\pi/2$ -16-QAM
SC с малой мощностью	$\pi/2$ -BPSK, $\pi/2$ -QPSK
Технологии кодирования	Четыре кода LDPC (Low-Density Parity-Check, LDPC), с разной скоростью и общей длиной кодового слова 672 бита Сочетание внешнего кода RS (Read Solomon) И блочного кода или кода SPC (single parity check) (для режима SC с малой мощностью)
Скорости кодирования	1/2, 5/8, 3/4, 13/14
Количество схем модуляции и кодирования MCS	0 ... 31 0 для CPHY

	1..12 для SC PHY 13 ... 24 для OFDM PHY 25 ... 31 для SC PHY с малой мощностью
Технология использования узконаправленной антенны	Beamforming (формирование диаграммы направленности антенны)

2. Требования к частотным каналам:

Центральная частота канала определяется следующим образом: Центральная частота канала = Начальная частота каналов + Частотный разнос каналов x Номер канала.

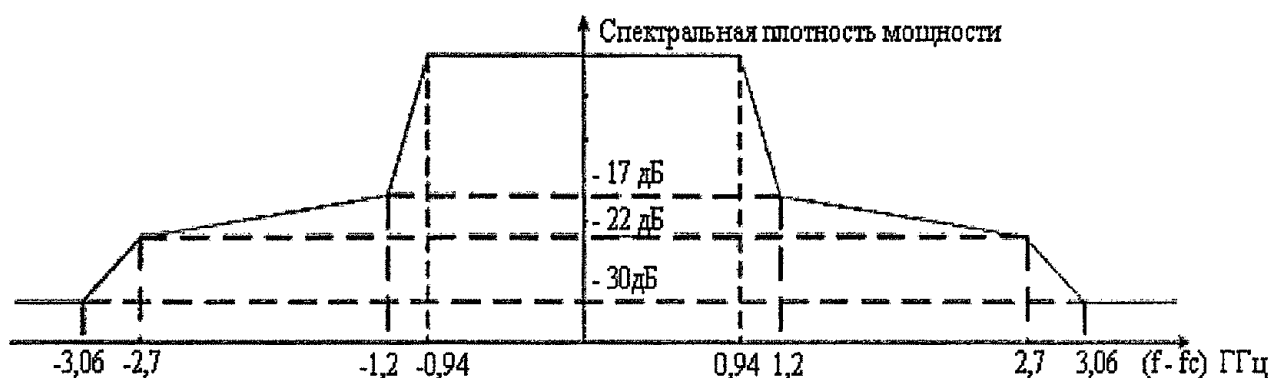
Начальная частота каналов составляет 56,16 ГГц.

Частотный разнос каналов составляет 2160 МГц.

Номера каналов равны 1, 2, 3, 4.

3. Требования к маске спектра излучаемого сигнала.

Маска спектра излучаемого сигнала приведена на рисунке 1.



Примечание. Режим измерений:

Измерения проводятся для пакетов длительности не более 10 мкс без обучающих полей.

Ширина полосы пропускания измерительного фильтра составляет 1 МГц.

Рисунок 1. Маска спектра излучаемого сигнала

4. Требования к чувствительности приемника приведены в таблице N 2.

Для индекса MCS (0) пакетная ошибка составляет не более 5% для пакета длиной 256 байт при указанном в таблице N 2 минимальном уровне входного сигнала, определяемого на антенном порте (портах).

Для других значений индекса MCS (1..31) пакетная ошибка составляет не более 1% для длины пакета 4096 байт при указанных в таблице N 2 в зависимости от индекса MCS минимальных уровнях входного сигнала, определяемых на антенном порте (портах).

Таблица N 2. Требования к чувствительности приемника

Номер схемы MSC	Чувствительность приемника (дБм)
0	-78
1	-68
2	-66
3	-65
4	-64
5	-62
6	-63
7	-62
8	-61
9	-59
10	-55
11	-54
12	-53
13	-66
14	-64
15	-63
16	-62
17	-60
18	-58
19	-56
20	-54
21	-53
22	-51
23	-49
24	-47

25	-64
26	-60
27	-57
28	-57
29	-57
30	-57
31	-57

5. Формат преамбулы является общим для пакетов OFDM и пакетов SC.

6. Четыре кода LDPC (Low-Density Parity-Check, LDPC) определено, с разной скоростью и общей длиной кодового слова 672 бита.

7. Поля заголовка и данных подвергаются скремблированию с помощью операции XOR и последовательности, генерируемой посредством полинома $S(x) = x^7 + x^4 + 1$.

8. Следующие последовательности Голя используются в преамбуле, защитном интервале SC PHY и процедуре Beam refinement: Ga128(n), Gb128(n), Ga64(n), Gb64(n), Ga32(n), Gb32(n).

9. Работа в режимах DMG.

9.1. Режим SC PHY является обязательным. В этом режиме используется такая же чиповая скорость, как в режиме SC.

Для SC PHY возможные скорости передачи информации по радиоканалу (Мбит/с), виды модуляции, скорости кодирования приведены в таблице N 3.

Таблица N 3. Параметры для режима SC PHY

Номер схемы MCS	Вид модуляции	Скорость кодирования, не более	Скорость передачи информации, не более
0	DBPSK	1/2	27,5 Мбит/с

Для кодирования используется код LDPC со скоростью меньше или равной 1/2, получаемый с помощью матрицы LDPC со скоростью 3/4.

Ошибки созвездия передатчика приведены в таблице N 4.

Таблица N 4. Ошибки созвездия передатчика

Номер схемы MSC	Среднеквадратическое (СКВ) значение ошибки модуляции, дБ, не более
-----------------	--

0	-6
---	----

9.2. Режим OFDM PHY является опциональным.

Возможные скорости передачи информации по радиоканалу (Мбит/с), виды модуляции, скорости кодирования для режима OFDM PHY приведены в таблице N 5.

Таблица N 5. Параметры для режима OFDM PHY

Номер схемы MSC	Вид модуляции	Скорость кодирования	Скорость передачи информации (Мбит/с)
13	SQPSK	1/2	693,00
14	SQPSK	5/8	866,25
15	QPSK	1/2	1386,00
16	QPSK	5/8	1732,50
17	QPSK	3/4	2079,00
18	16-QAM	1/2	2772,00
19	16-QAM	5/8	3465,00
20	16-QAM	3/4	4158,00
21	16-QAM	13/16	4504,50
22	64-QAM	5/8	5197,50
23	64-QAM	3/4	6237,00
24	64-QAM	13/16	6756,75

Скорости кодирования, длина кодового слова и число бит данных для кода LDPC приведены в таблице N 6.

Таблица N 6. Скорости кодирования, длина кодового слова и число бит данных для кода LDPC

Скорость кодирования	Длина кодового слова	Число бит данных
1/2	672	336
5/8	672	420
3/4	672	504

13/16	672	546
-------	-----	-----

Ошибки созвездия передатчика приведены в таблице N 7.

Таблица N 7. Ошибки созвездия передатчика

Номер схемы MSC	Вид модуляции	Скорость кодирования	Среднеквадратическое (СКВ) значение ошибки модуляции, дБ, не более
13	SQPSK	1/2	-7
14	SQPSK	5/8	-9
15	QPSK	1/2	-10
16	QPSK	5/8	-11
17	QPSK	3/4	-13
18	16-QAM	1/2	-15
19	16-QAM	5/8	-17
20	16-QAM	3/4	-19
21	16-QAM	13/16	-20
22	64-QAM	5/8	-22
23	64-QAM	3/4	-24
24	64-QAM	13/16	-26

9.3. Режим SC PHY.

Схемы MSC с номерами 1 - 4 являются обязательными, схемы MSC с номерами 5 - 12 являются опциональными.

Возможные скорости передачи информации по радиоканалу (Мбит/с), виды модуляции, скорости кодирования для SC PHY приведены в таблице N 8.

Таблица N 8. Возможные скорости передачи информации по радиоканалу (Мбит/с), виды модуляции, скорости кодирования для SC PHY

Номер схемы MSC	Вид модуляции	Коэффициент повторения	Скорость кодирования	Скорость передачи информации (Мбит/с)
1	$\pi/2$ -BPSK	2	1/2	385

2	$\pi/2$ -BPSK	1	1/2	770
3	$\pi/2$ -BPSK	1	5/8	962,50
4	$\pi/2$ -BPSK	1	3/4	1155
5	$\pi/2$ -BPSK	1	13/16	1251,25
6	$\pi/2$ -QPSK	1	1/2	1540
7	$\pi/2$ -QPSK	1	5/8	1925
8	$\pi/2$ -QPSK	1	3/4	2310
9	$\pi/2$ -QPSK	1	13/16	2502,50
10	$\pi/2$ -16QAM	1	1/2	3080
11	$\pi/2$ -16QAM	1	5/8	3850
12	$\pi/2$ -L6QAM	1	- 3/4	4620

Скорости кодирования, длина кодового слова и число бит данных для кода LDPC приведены в таблице N 9.

Таблица N 9. Скорости кодирования, длина кодового слова и число бит данных для кода LDPC

Скорость кодирования	Длина кодового слова	Число бит данных
1/2	672	336
5/8	672	420
3/4	672	504
13/16	672	546

Ошибки созвездия передатчика для SC PHY приведены в таблице N 10.

Таблица N 10. Ошибки созвездия передатчика

Номер схемы MSC	Вид модуляции	Скорость кодирования	Среднеквадратическое (СКВ) значение ошибки модуляции, дБ, не более
1	$\pi/2$ -BPSK	1/2 с повторением	-6
2	$\pi/2$ -BPSK	1/2	-7

3	$\pi/2$ -BPSK	5/8	-9
4	$\pi/2$ -BPSK	3/4	-10
5	$\pi/2$ -BPSK	13/16	-12
6	$\pi/2$ -QPSK	1/2	-11
7	$\pi/2$ -QPSK	5/8	-12
8	$\pi/2$ -QPSK	3/4	-13
9	$\pi/2$ -QPSK	13/16	-15
10	$\pi/2$ -16QAM	1/2	-19
11	$\pi/2$ -16QAM	5/8	-20
12	$\pi/2$ -16QAM	3/4	-21

9.4. Режим SC PHY с малой мощностью является опциональным.

В режиме SC PHY с малой мощностью используется та же преамбула, что и в режиме SC PHY.

Возможные скорости передачи информации по радиоканалу (Мбит/с), виды модуляции, схемы кодирования, эффективные скорости кодирования для SC с малой мощностью приведены в таблице N 11.

Таблица N 11. Возможные скорости передачи информации по радиоканалу (Мбит/с), виды модуляции, схемы кодирования, эффективные скорости кодирования для SC с малой мощностью

Номер схемы MSC	Вид модуляции	Эффективная скорость кодирования	Схема кодирования	Скорость передачи информации (Мбит/с)
25	$\pi/2$ -BPSK	13/28	RS (224, 208)+Блочный код (16, 8)	626
26	$\pi/2$ -BPSK	13/21	RS (224, 208)+Блочный код (12, 8)	834
27	$\pi/2$ -BPSK	52/63	RS (224, 208)+SPC (9, 8)	1112
28	$\pi/2$ -QPSK	13/28	RS (224, 208)+Блочный код (16, 8)	1251
29	$\pi/2$ -QPSK	13/21	RS (224, 208)+Блочный	1668

			код (12, 8)	
30	$\pi/2$ -QPSK	52/63	RS (224, 208)+SPC (9, 8)	2224
31	$\pi/2$ -QPSK	13/14	RS (224, 208)+Блочный код (8, 8)	2503

10. Технология использования узконаправленной антенны Beamforming (формирование диаграммы направленности антенны).

Соединение Beamforming устанавливается после успешного завершения процедуры BF training.

Станции DMG используют ненаправленные антенны.

Процесс Beam refinement используется для улучшения конфигурации диаграммы направленности передающей и приемной антенн (весовых коэффициентов антенны).

В процессе Beam refinement используются пакеты BRP для настройки приемной и передающих антенн.

Для настройки приемной и передающей антенн используются пакеты BRP двух видов: пакеты BRP-RX (приемная сторона) и пакеты BRP-TX (передающая сторона).

Каждый пакет BRB состоит из полей: STF, CE, поле данных, обучающее поле, содержащее обучающее поле AGC и обучающее поле приемника.

Длительность пакета BRB для режима SC PHY зависит от индекса MSC и определяется параметром NCWmin, значения которого приведены в таблице N 12.

Таблица N 12. Значения параметра NCWmin для пакетов BRB в режиме SC

Индекс MSC	Вид модуляции	Коэффициент повторения	Скорость кодирования	Скорость передачи данных (Мбит/с)	NCWmin
1	$\pi/2$ -BPSK	2	1/2	385	12
2	$\pi/2$ -BPSK	1	1/2	770	12
3	$\pi/2$ -BPSK	1	5/8	962,50	12
4	$\pi/2$ -BPSK	1	3/4	1155	12
5	$\pi/2$ -BPSK	1	13/16	1251,25	12
6	$\pi/2$ -QPSK	1	1/2	1540	23
7	$\pi/2$ -QPSK	1	5/8	1925	23

8	$\pi/2$ -QPSK	1	3/4	2310	23
9	$\pi/2$ -QPSK	1	13/16	2502,50	23
10	$\pi/2$ -16QAM	1	1/2	3080	46
11	$\pi/2$ -16QAM	1	5/8	3850	46
12	$\pi/2$ -16QAM	1	3/4	4620	46

Поле AGC процедуры Beam refinement.

Для процедуры Beam refinement используются последовательности Голея, Ga64 и Gb64, которые передаются с помощью модуляции BPSK с поворотом фазы на $\pi/2$.

11. Спектральная плотность мощности и мощность передатчика.

Максимальная спектральная плотность мощности составляет 13 дБм/МГц внутри помещения и вне помещения.

Максимальная ЭИИМ передатчика составляет 40 дБм внутри и вне помещения.

При использовании антенной системы упомянутые требования применяются для конфигурации антенн, которая приводит к наибольшей ЭИИМ.

12. Нестабильность частоты передатчика.

Относительная нестабильность частоты передатчика составляет не более 20×10^{-6} .

Относительная нестабильность тактовой частоты составляет не более 20×10^{-6} .

13. Уровни побочных излучений передатчика приведены в таблице N 13.

Таблица N 13. Уровни побочных излучений передатчика

Диапазон частот, ГГц	Уровень побочных излучений, дБм	Ширина полосы пропускания, кГц
0,03 - 0,047	-36	100
0,047 - 0,074	-54	100
0,074 - 0,0875	-36	100
0,0875 - 0,118	-54	100
0,118 - 0,174	-36	100
0,174 - 0,23	-54	100
0,23 - 0,47	-36	100

0,47 - 0,862	-54	100
0,862 - 1,0	-36	100
1,0 - 132	-30	1000

14. Уровень паразитных излучений приемника приведен в таблице N 14.

Таблица N 14. Уровень паразитных излучений приемника

Полоса частот	Уровень паразитных излучений не превышает	Измерительная полоса
0,03 ГГц - 1 ГГц	-57 дБм	100 кГц
1 ГГц - 132 ГГц	-47 дБм	1 МГц

Приложение N 10.3
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТОС СТАНДАРТА 802.11AX

Список изменяющих документов
(введены Приказом Минкомсвязи России от 06.07.2020 N 321)

1. Требования к параметрам оборудования радиодоступа для БПД ТОС приведены в таблице N 1.

Таблица N 1.

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон частот	(2400 - 2483,5) МГц, (5150 - 5350) МГц, (5650 - 6425) МГц
Число потоков MIMO, не менее	Базовая станция - 4; Абонентская станция - 2

Число потоков MIMO, не более	8
Параметры режима DL MU MIMO	Не более 8 пользователей одновременно, не более 4 пространственных потоков на пользователя с общим числом пространственных потоков не более 8
Метод мультиплексирования спектра	OFDMA
Ширина канала	20 МГц, 40 МГц, 80 МГц, 80+80 МГц, 160 МГц.
Количество поднесущих в канале	234, 468, 980, 980+980
Разнос между поднесущими	78, 125 кГц
Вид модуляции	BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM и 1024-QAM
Технологии кодирования	Двоичное кодирование BCC и LDPC кодирование с проверкой на четность
Скорость кодирования	1/2, 2/3, 3/4 и 5/6
Количество видов модуляции и кодирования (MCS)	12 (0...11)
Дополнительные технологии	OFDMA, DL MU MIMO, UL MU MIMO, Beamforming
Защитный интервал OFDMA	0,8 мкс, 1,6 мкс, 3,2 мкс
Длительность символа OFDMA	12,8 мкс
Поддержка следующих параметров (опционально)	Схемы MCS 8 - 11 (для абонентской станции); Возможна поддержка ширины канала 160 МГц и 80+80 МГц (опционально для абонентской станции)

2. Значения параметров скорости передачи данных по радиоканалу, типы модуляции, скорости кодирования приведены в таблицах NN 2 - 5.

При этом скорость передачи данных по радиоканалу увеличивается пропорционально числу пространственных потоков NSS ($NSS = 1...8$).

Таблица N 2. Требования к параметрам для одного пространственного потока NSS = 1 для 234 поднесущих данных и ширины полосы канала 20 МГц

Номер схемы MSC	Вид модуляции	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с		
			Защитный интервал 0,8 мкс	Защитный интервал 1,6 мкс	Защитный интервал 3,2 мкс
0	BPSK	1/2	8,6	8,1	7,3
1	QPSK	1/2	17,2	16,3	14,6
2	QPSK	3/4	25,8	24,4	21,9
3	16-QAM	1/2	34,4	32,5	29,3
4	16-QAM	3/4	51,6	48,8	43,9
5	64-QAM	2/3	68,8	65,0	58,5
6	64-QAM	3/4	77,4	73,1	65,8
7	64-QAM	5/6	86,0	81,3	73,1
8	256-QAM	3/4	103,2	97,5	87,8
9	256-QAM	5/6	114,7	108,3	97,5
10	1024-QAM	3/4	129,0	121,9	109,7
11	1024-QAM	5/6	143,4	135,4	121,9

Таблица N 3. Требования к параметрам для одного пространственного потока NSS = 1 для 468 поднесущих данных и ширины полосы канала 40 МГц

Номер схемы MSC	Вид модуляции	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с		
			Защитный интервал 0,8 мкс	Защитный интервал 1,6 мкс	Защитный интервал 3,2 мкс
0	BPSK	1/2	17,2	16,3	14,6
1	QPSK	1/2	34,4	32,5	29,3
2	QPSK	3/4	51,6	48,8	43,9
3	16-QAM	1/2	68,8	65,0	58,5
4	16-QAM	3/4	103,2	97,5	87,8
5	64-QAM	2/3	137,6	130,0	117,0
6	64-QAM	3/4	154,9	146,3	131,6

7	64-QAM	5/6	172,1	162,5	146,3
8	256-QAM	3/4	206,5	195,0	175,5
9	256-QAM	5/6	229,4	216,7	195,0
10	1024-QAM	3/4	258,1	243,8	219,4
11	1024-QAM	5/6	286,8	270,8	243,8

Таблица N 4. Требования к параметрам для одного пространственного потока NSS = 1 для 980 поднесущих данных и ширины полосы канала 80 МГц

Номер схемы MSC	Вид модуляции	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с		
			Защитный интервал 0,8 мкс	Защитный интервал 1,6 мкс	Защитный интервал 3,2 мкс
0	BPSK	1/2	36,0	34,0	30,6
1	QPSK	1/2	72,1	68,1	61,3
2	QPSK	3/4	108,1	102,1	91,9
3	16-QAM	1/2	144,1	136,1	122,5
4	16-QAM	3/4	216,2	204,2	183,8
5	64-QAM	2/3	288,2	272,2	245,0
6	64-QAM	3/4	324,3	306,3	275,6
7	64-QAM	5/6	360,3	340,3	306,3
8	256-QAM	3/4	432,4	408,3	367,5
9	256-QAM	5/6	480,4	453,7	408,3
10	1024-QAM	3/4	540,4	510,4	459,4
11	1024-QAM	5/6	600,4	567,1	510,4

Таблица N 5. Требования к параметрам для одного пространственного потока NSS = 1 для 980+980 поднесущих данных и ширины полосы канала 160 МГц и 80+80 МГц

Номер схемы MSC	Вид модуляции	Скорость кодирования	Скорость передачи данных, Мбит/с		
			Защитный интервал 0,8 мкс	Защитный интервал 1,6 мкс	Защитный интервал 3,2 мкс

0	BPSK	1/2	72,1	68,1	61,3
1	QPSK	1/2	144,1	136,1	122,5
2	QPSK	3/4	216,2	204,2	183,8
3	16-QAM	1/2	288,2	272,2	245,0
4	16-QAM	3/4	432,4	408,3	367,5
5	64-QAM	2/3	576,5	544,4	490,0
6	64-QAM	3/4	648,5	612,5	551,3
7	64-QAM	5/6	720,6	680,6	612,5
8	256-QAM	3/4	864,7	816,7	735,0
9	256-QAM	5/6	960,7	907,4	816,6
10	1024-QAM	3/4	1080,9	1020,8	918,8
11	1024-QAM	5/6	1201,0	1134,2	1020,8

3. Маски спектра излучаемого сигнала при частотном разnose каналов 20 МГц, 40 МГц, 80 МГц, 160 МГц и 80+80 МГц для оборудования радиодоступа для БПД ТОС приведены на рисунках 1 - 5.

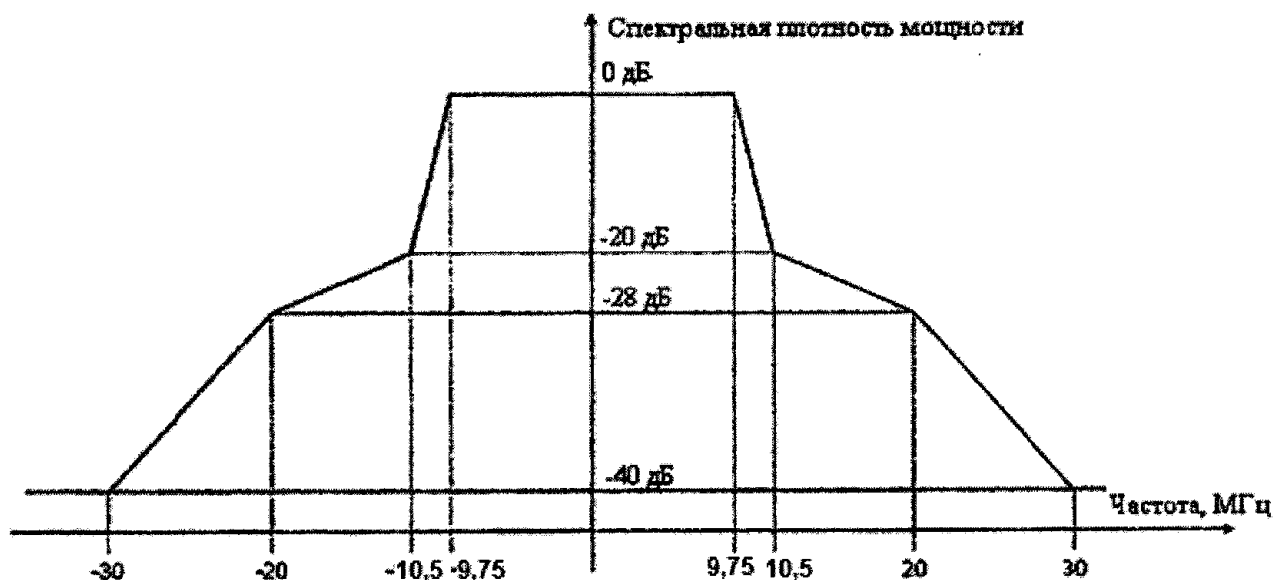


Рисунок 1. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разnose каналов 20 МГц

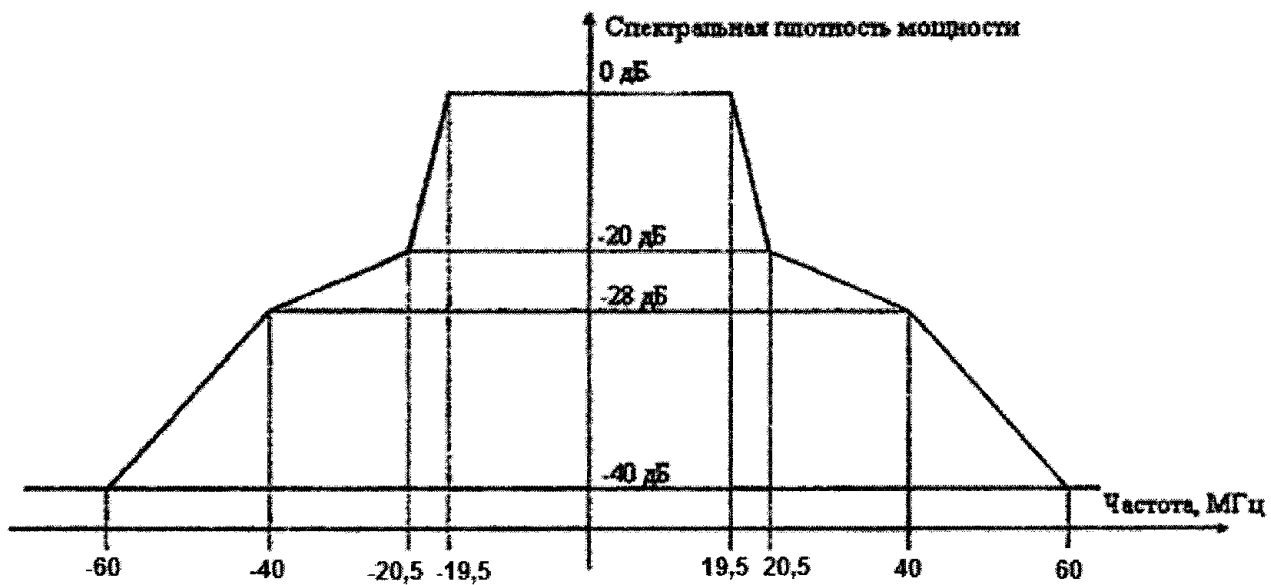


Рисунок 2. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разноре каналов 40 МГц

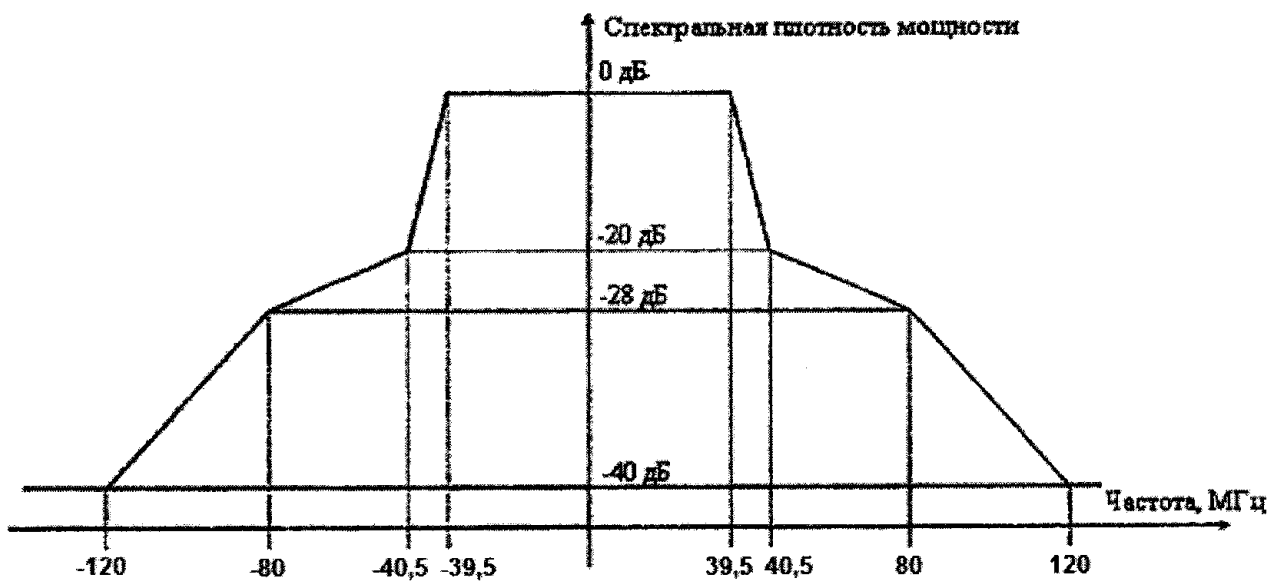


Рисунок 3. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разноре каналов 80 МГц

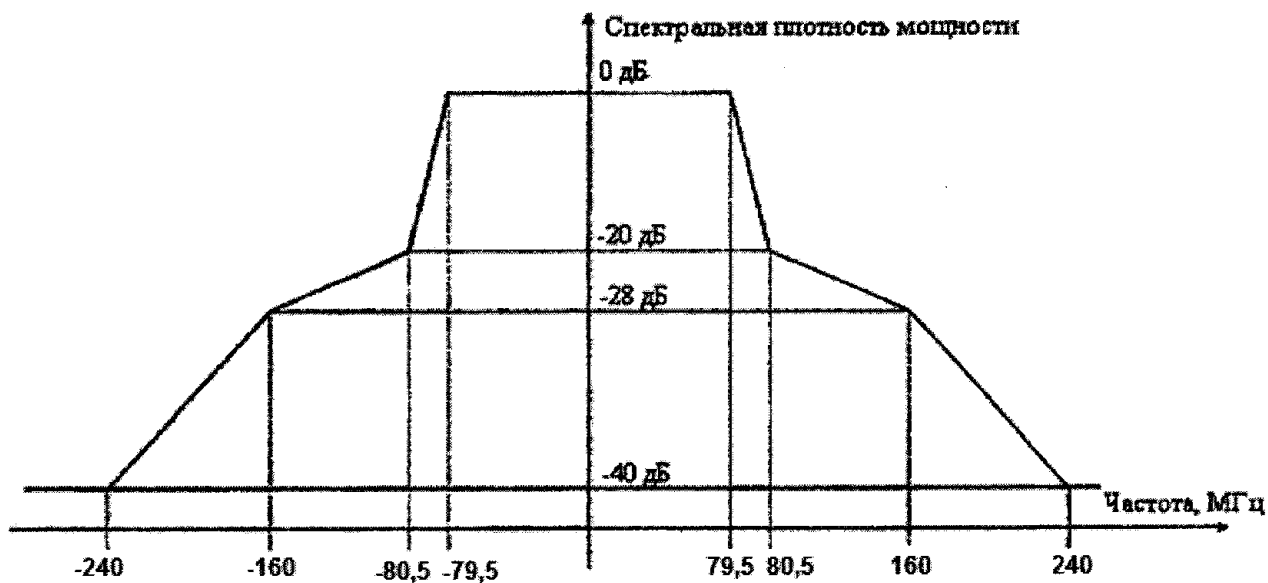


Рисунок 4. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном разнoсе каналов 160 МГц

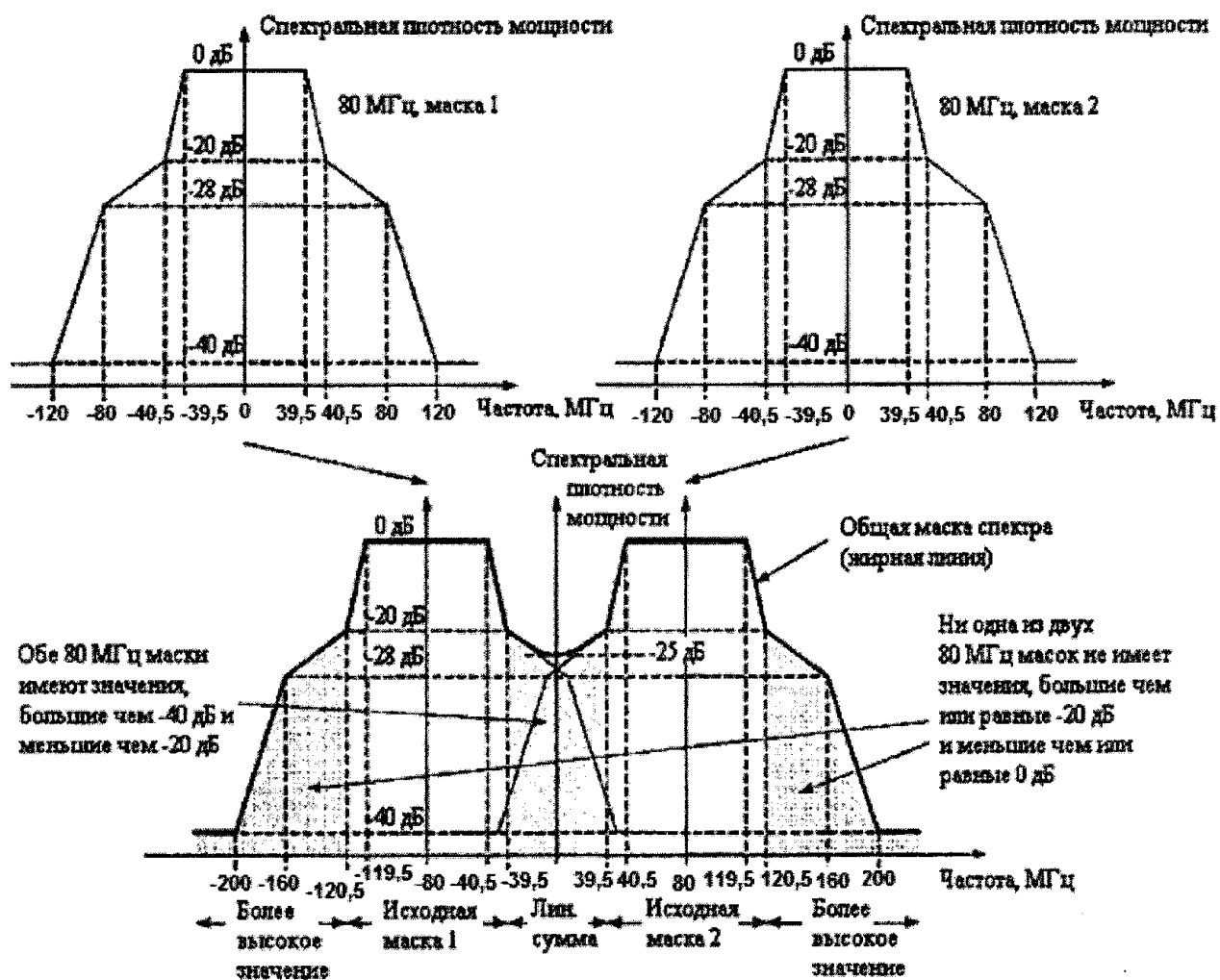


Рисунок 5. Маска спектра излучаемого сигнала при частотном

разносе каналов 80+80 МГц

Значения параметров маски спектра излучаемого сигнала каждого из передатчиков для БПД ТОС при использовании в оборудовании конфигурации ММО приведены на рисунках 1 - 5.

4. Требования к значениям модуля вектора ошибки сигнального созвездия передатчика для БПД ТОС приведены в таблице N 6.

Таблица N 6.

Тип модуляции и относительная скорость кодирования	Среднеквадратическое (СКВ) значение ошибки модуляции, не более дБ
BPSK 1/2	-5
QPSK 1/2	-10
QPSK 3/4	-13
16-QAM 1/2	-16
16-QAM 3/4	-19
64-QAM 2/3	-22
64-QAM 3/4	-25
64-QAM 5/6	-27
256-QAM 3/4	-30
256-QAM 5/6	-32
1024-QAM 3/4	-35
1024-QAM 5/6	-35

5. Относительная нестабильность тактовой частоты и частоты передатчика для БПД ТОС составляет не более $20 \cdot 10^{-6}$ в диапазонах частот 5 ГГц и 6 ГГц и не более $25 \cdot 10^{-6}$ в диапазоне частот 2,4 ГГц.

Для генерации каналов 160 МГц и 80+80 МГц допускается использование двух генераторов опорной частоты, по одному для каждой из нижней и верхней частей канала, шириной 80 МГц. Фаза сигналов для частей 80 МГц не коррелирована.

6. Требования к параметрам максимальной мощности передатчика для БПД ТОС приведены в таблице N 7.

Таблица N 7.

Наименование параметра	Значение максимальной мощности в полосах радиочастот,
------------------------	---

	МГц	
	5150 - 5350	5650 - 6425
Максимальная мощность передатчика, дБ/Вт	-10	0

7. Уровни побочных излучений передатчика для БПД ТОС в зависимости от диапазона частот приведены в таблицах N 8 - 9.

Таблица N 8. Уровни побочных излучений передатчика для БПД ТОС в диапазоне частот (2400 - 2483,5) МГц

Диапазон частот, ГГц	Уровни побочных излучений, не более, дБм	
	В рабочем режиме	В режиме ожидания
0,03 - 1,00	-36	-57
1,00 - 12,75	-30	-47
1,80 - 1,90	-47	-47
5,15 - 5,30	-47	-47

Таблица N 9. Уровни побочных излучений передатчика для БПД ТОС в диапазонах частот (5150 - 5350) МГц и (5650 - 6425) МГц

Диапазон частот, ГГц	Уровни побочных излучений, не более, дБм	Ширина полосы пропускания, кГц
0,03 - 0,047	-36	100
0,047 - 0,074	-54	100
0,074 - 0,0875	-36	100
0,0875 - 0,118	-54	100
0,118 - 0,174	-36	100
0,174 - 0,23	-54	100
0,23 - 0,47	-36	100
0,47 - 0,862	-54	100
0,862 - 1,0	-36	100
1,0 - 5,15	-30	1000
5,35 - 5,65	-30	1000

6, 425 - 26,0	-30	1000
---------------	-----	------

8. Требования к параметрам приемника для БПД ТОС.

Требования к чувствительности приемника приведены в таблице N 10.

Таблица N 10.

Вид модуляции	Скорость кодирования	Чувствительность приемника не более, дБм			
		Ширина полосы частот канала 20 МГц	Ширина полосы частот канала 40 МГц	Ширина полосы частот канала 80 МГц	Ширина полосы частот канала 160 МГц или 80+80 МГц
BPSK	1/2	-82	-79	-76	-73
QPSK	1/2	-79	-76	-73	-70
QPSK	3/4	-77	-74	-71	-68
16-QAM	1/2	-74	-71	-68	-65
16-QAM	3/4	-70	-67	-64	-61
64-QAM	2/3	-66	-63	-60	-57
64-QAM	3/4	-65	-62	-59	-56
64-QAM	5/6	-64	-61	-58	-55
256-QAM	3/4	-59	-56	-53	-50
256-QAM	5/6	-57	-54	-51	-48
1024-QAM	3/4	-54	-51	-48	-45
1024-QAM	5/6	-52	-49	-46	-43

Максимальный уровень входного сигнала при пакетной ошибке не более 10%, длине пакета 4096 байт составляет не менее минус 30 дБм в диапазонах частот 5 Гц и 6 ГГц и не менее минус 20 дБм в диапазоне 2,4 ГГц.

Приведенные выше требования к приемникам для БПД ТОС распространяются на приемники, применяемые в конфигурации MIMO.

Требования к уровням подавления помех от каналов при пакетной ошибке менее 10%, длине пакета 4096 байт и уровне сигнала на 3 дБ выше уровня чувствительности приведены в таблице N 11.

Таблица N 11.

Вид модуляции	Скорость кодирования	Уровни подавления сигнала в соседнем канале, дБ		Уровни подавления сигнала в канале (за исключением соседнего), дБ	
		Канал 20/40/80/160, МГц	Канал 80+80, МГц	Канал 20/40/80/160, МГц	Канал 80+80, МГц
BPSK	1/2	16	13	32	29
QPSK	1/2	13	10	29	26
QPSK	3/4	11	8	27	24
16-QAM	1/2	8	5	24	21
16-QAM	3/4	4	1	20	17
64-QAM	2/3	0	-3	16	13
64-QAM	3/4	-1	-4	15	12
64-QAM	5/6	-2	-5	14	11
256-QAM	3/4	-7	-10	9	6
256-QAM	5/6	-9	-12	7	4
1024-QAM	3/4	-12	-15	4	1
1024-QAM	5/6	-14	-17	2	-1

9. Уровни паразитных излучений приемника для БПД ТОС в зависимости от диапазонов частот приведены в таблицах N 12 - 13.

Таблица N 12. Уровни паразитных излучений приемника в диапазоне частот (2400 - 2483,5) МГц

Диапазон частот, ГГц	Уровни паразитных излучений, не более, дБм
0,03 - 1,00	-57
1,00 - 12,75	-47

Таблица N 13. Уровни паразитных излучений приемника в диапазоне частот (5150 - 5350) МГц и (5650 - 6425) МГц

	Уровни паразитных излучений, не более, дБм
0,03 - 1,00	-57

1,00 - 26,00	-47
--------------	-----

Приложение N 11
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ШИРИНЫ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ ИЗЛУЧЕНИЯ ПЕРЕДАТЧИКА ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКЕ

1. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах частот до 11 ГГц с сигналами без расширения спектра, допустимые значения необходимой ширины полосы частот, контрольной ширины полосы частот и уровень внеполосных излучений рассчитываются по формулам, приведенным в таблице N 1.

Таблица N 1. Формулы для расчета значений необходимой ширины полосы частот, контрольной ширины полосы частот и уровня внеполосных излучений

Класс излучения	Необходимая ширина полосы частот B_H , Гц	Контрольная ширина полосы частот B_K , Гц	Ширина полосы частот по уровню минус 40, 50, 60 дБ, Гц (внеполосные излучения)	Примечание
1	2	3	4	5
Амплитудно-фазовая манипуляция				
Несущая манипулированная по амплитуде и фазе D1W, D7W	$B_H = R / \log_2 S$, где R - скорость передачи, бит/с; S - позиционность ФМ	$B_K = 1,5B_H$	$B_{-40} = 1,7B_H = 1,13B_K$ при значении S = 4	Для сигналов, у которых относительное время установления импульса альфа $\sim 0,5$
Частотная манипуляция				
Частотная манипуляция при передаче	$B_H = 2,4R \sqrt{m'}$, для $0,5 \leq m' < 1,5$	$B_K = 2,3B_H / (m' + 12)^{1/6}$	$B_{-40} = B_K [2,86 - (m' + 12)^{1/6}]$	$m' = 2D/R$, где D - пиковая девиация

цифровой информации F1D, F7D	$B_H = 1,2R + 2,4D$, для $1,5 \leq m' < 5,5$ $B_H = 1,9R + 2,1D$, для $5,5 \leq m' < 20$		$B_{-50} = B_K[4 - (m' + 8)^{1/4}]$ $B_{-60} = B_K[4,8 - (m' + 5)^{1/3}]$	частоты; R - скорость передачи бит/с
Частотная манипуляция, многоканальная передача F7D, F7W, F7DD, F7WD	$B_H = K_G R$, где K_G в таблице N 2	$B_K = 1,2B_H$	$B_{-40} = 1,2B_K$ $B_{-50} = 1,4B_K$ $B_{-60} = 1,6B_K$	Частотная манипуляция с Гауссовым фильтром
Фазовая манипуляция				
Одноканальная передача, фазовая манипуляция G1D, G1E, G1F, G1W	$B_H = KR / \log_2 S$, где R - скорость передачи, бит/с; K - коэффициент; S - позиционность ФМ	$B_K = 1,4B_H$ $B_K = 2,8KR / \log_2 S$ <*>	$B_{-40} = 1,8B_K$ $B_{-50} = 3,28B_K$ $B_{-60} = 5,7B_K$	$4 < K < 20$ для BPSK без фильтрации; $1,5 < K < 4$ для BPSK с фильтрацией
Многоканальная передача G7D, G7E, G7F, G7W	$B_H = 2,5R / \log_2 S$	$B_K = 1,2B_H$	$B_{-40} = 1,17B_K$ $B_{-50} = 1,67B_K$ $B_{-60} = 3,33B_K$	8PSK или 16PSK
	$B_H = K_R R / \log_2 S$ K_R - коэффициент избыточности кодирования при исправлении ошибок	$B_K = 1,4B_H$	$B_{-40} = 1,4B_K$ $B_{-50} = 1,8 / 2,3B_K$ $B_{-60} = 2,5 / 3B_K$	Если избыточность пси указывается в процентах, $K_R = 1 + \text{пси} / 100$
	$B_H = KR$ $K = 1,5 / 2$	$B_K = 1,4B_H$	$B_{-40} = 2,6B_K$ $B_{-50} = 4,6B_K$ $B_{-60} = 8,2B_K$	BPSK с фильтрацией
	$B_H = KR$ $K = 4(95\%) / 20(99\%)$			BPSK без фильтрации
G9D	$B_H = R$	$B_K = 1,2B_H$	$B_{-40} = 1,17B_K$ $B_{-50} = 1,7B_K$ $B_{-60} = 3,33B_K$	QPSK

Справочно: <*> Для расчета огибающей ширины полосы излучения (значения B_K , B_{-40} , B_{-50} , B_{-70}) используется величина B_H при значении $S = 4$.

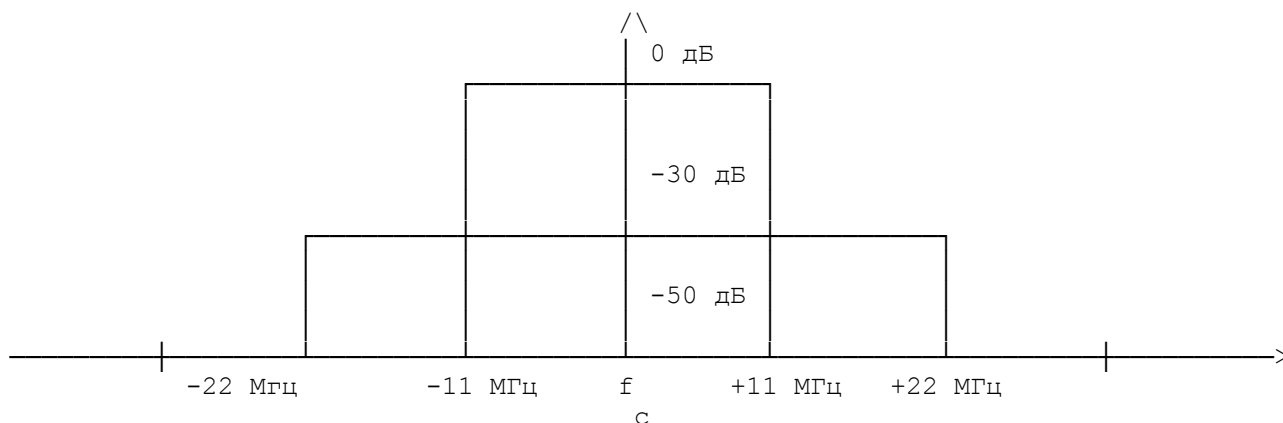
2. Зависимости коэффициента K_G (ВТ) приведены в таблице N 2.

ВТ - нормированная полоса фильтра, равная произведению полосы фильтра на уровне -3 дБ на длительность передачи одного кодового элемента.

Таблица N 2. Зависимости коэффициента K_G (ВТ)

ВТ	Бесконечность	1	0,7	0,5	0,3	0,25	0,15	Примечание
K_G (ВТ)	1,28	1,14	1,1	1,07	0,93	0,86	0,70	средняя
	0,94			0,80	0,70	0,67	0,53	Охват полосы 95%
	1,28			1,03	0,91	0,86	0,70	Охват полосы 99%
	2,81			1,20	1,06	1,00	0,83	Охват полосы 99,8%
Тип модуляции	MSK	GMSK						

3. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах частот 2400 - 2483,5 МГц со скоростью передачи данных по радиоканалу 1; 2; 5,5; 6; 9; 11, 22 Мбит/с, маска спектра приведена на рисунке 1.

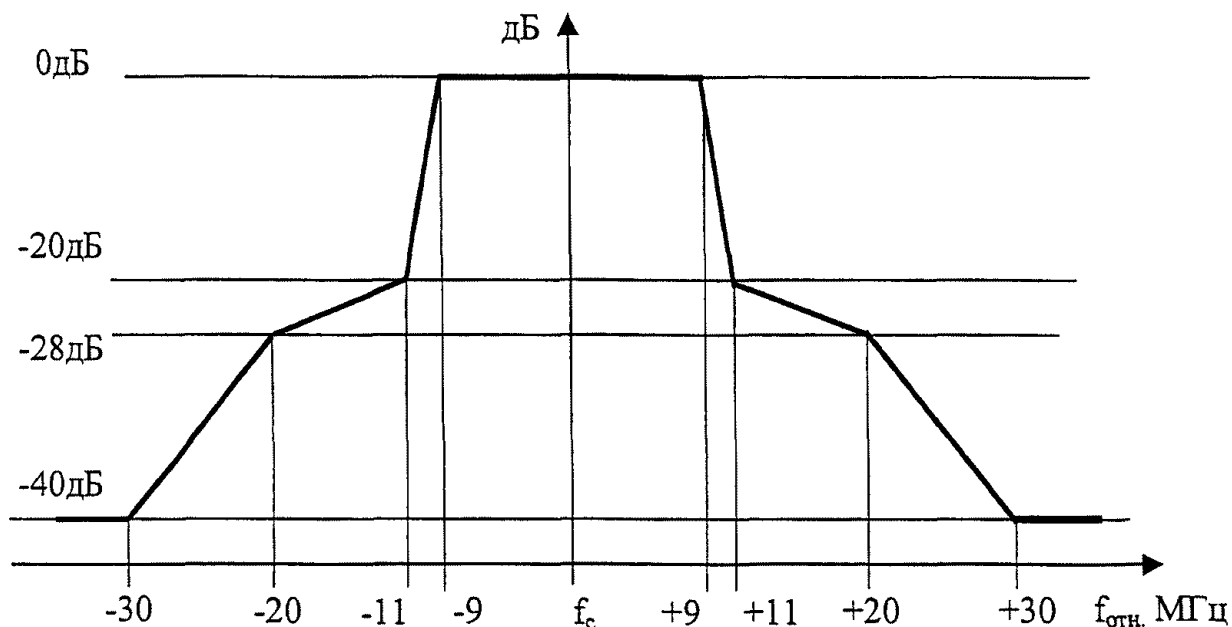


Примечание: Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Полоса обзора - 100 МГц.
3. Ширина полосы частот видеофильтра - 100 кГц.

Рисунок 1. Маска спектра для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах частот 2400 - 2483,5 МГц со скоростью передачи данных по радиоканалу 1; 2; 5,5; 6; 9; 11, 22 Мбит/с

4. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах частот 2400 - 2483,5 МГц со скоростью передачи данных по радиоканалу 12; 18; 24; 36; 48; 54; 108 Мбит/с, маска спектра приведена на рисунке 2.



Примечание: Режим измерений:

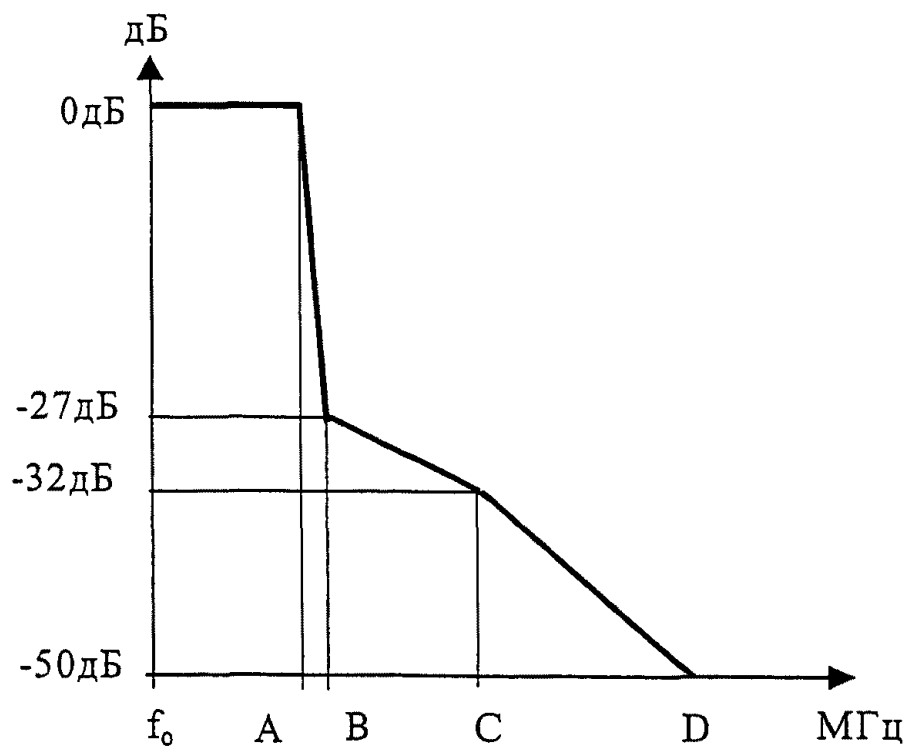
1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Полоса обзора - 100 МГц.
3. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок 2. Маска спектра для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах частот 2400 - 2483,5 МГц, 5150 - 6425 МГц со скоростью передачи данных по радиоканалу 12; 18; 24; 36; 48; 54; 108 Мбит/с

5. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 5150 - 6425 МГц со скоростью передачи данных по радиоканалу 6, 12, 18, 24, 36, 48, 54, 108 Мбит/с с канальным разносом 20 МГц, маска спектра излучаемого сигнала приведена на рисунке 2.

6. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 5150 - 6425 МГц, маска спектра излучаемого сигнала приведена на рисунке 3.

7. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах частот 3,4 - 3,6 ГГц, 10,15 - 10,30 ГГц, 10,50 - 10,65 ГГц, маски спектра приведены на рисунках 4, 5.



Примечание: Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Полоса обзора - 100 МГц.
3. Ширина полосы частот видеофильтра - 30 кГц.

Рисунок 3. Маска спектра для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 5150 - 6425 МГц

Частоты для спектральных масок (рисунок 3) приведены в таблице N 3.

Таблица N 3. Частоты для спектральных масок (рисунок 3)

Канальный разнос, МГц	A, МГц	B, МГц	C, МГц	D, МГц
10	4,75	5,25	9,75	14,75
20	9,5	10,5	19,5	29,5
N	(N/20) x 9,5	(N/20) x 10,5	(N/20) x 19,5	(N/20) x 29,5

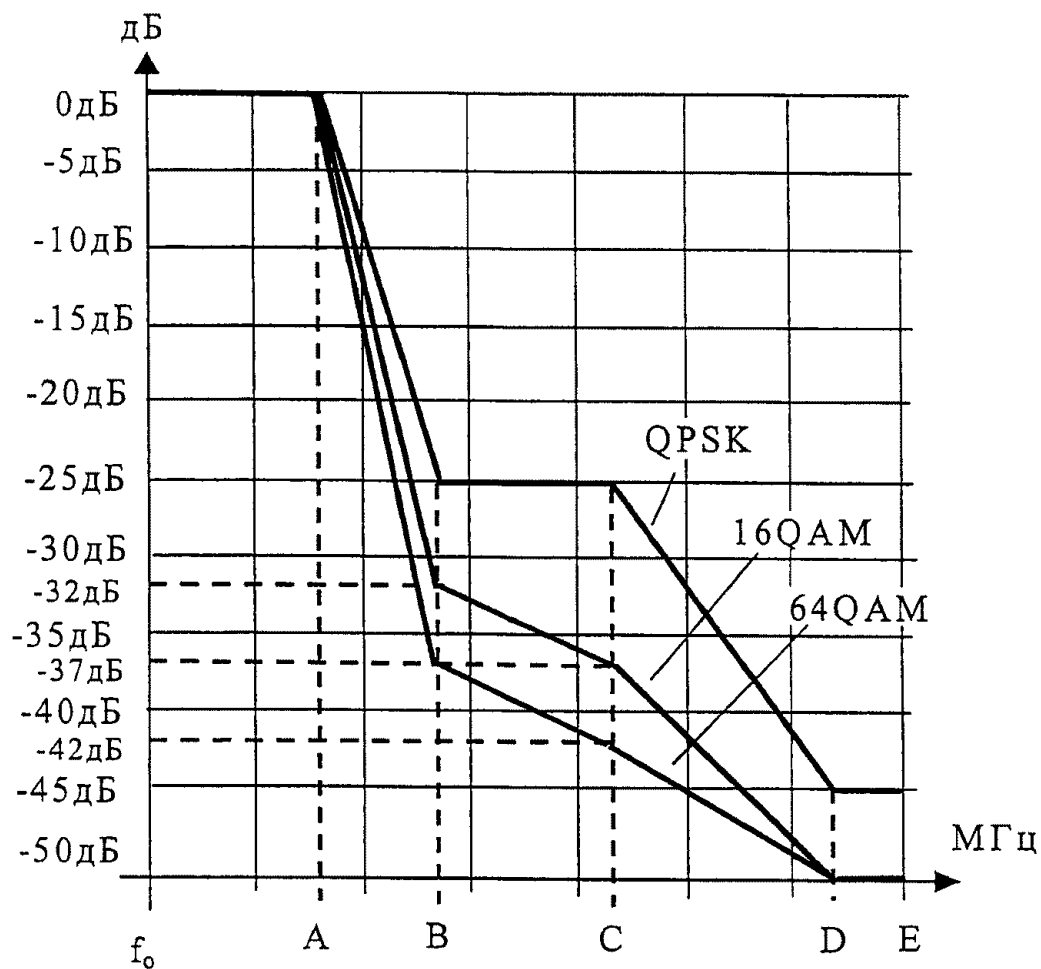


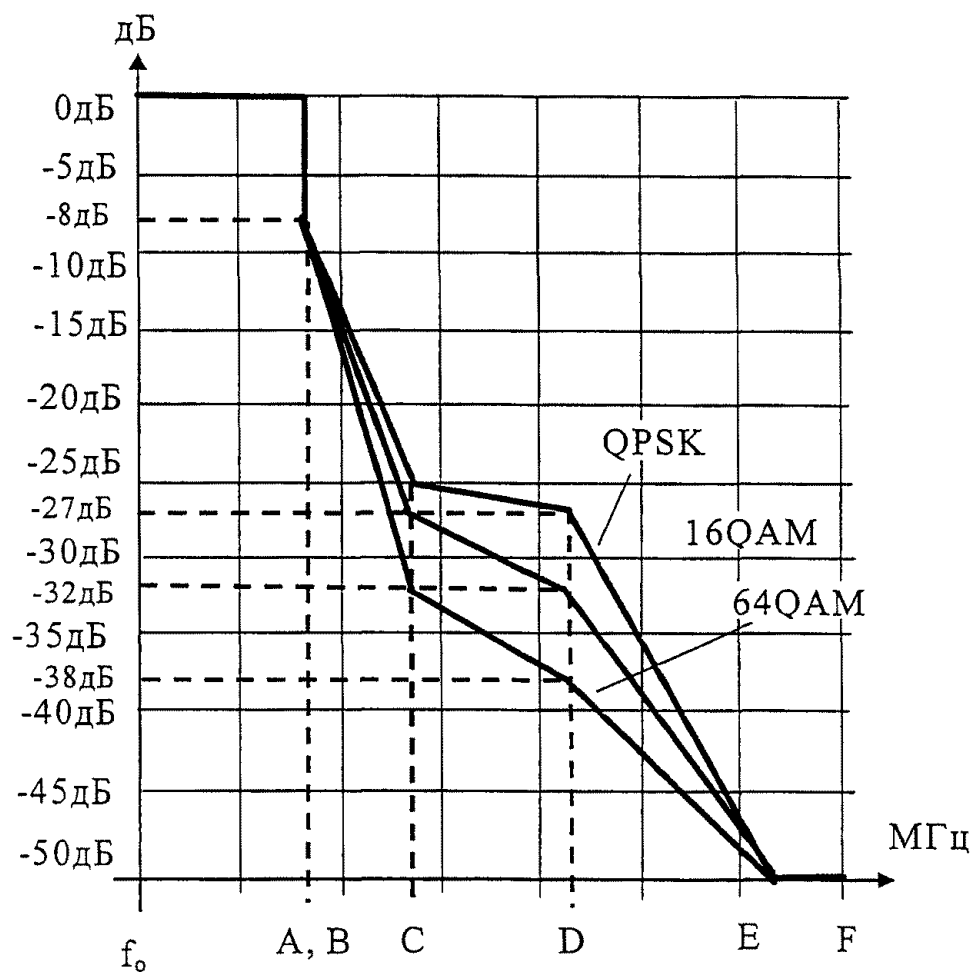
Рисунок 4. Маски спектра для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС с видами модуляции QPSK, 16QAM, 64QAM

Частоты для спектральных масок (рисунок 4) приведены в таблице N 4.

Таблица N 4. Частоты для спектральных масок (рисунок 4)

	Частота, МГц				
1	2				
Вид модуляции QPSK					
Канальный разнос, МГц	Точка А 0 дБ	Точка В -25 дБ	Точка С -25 дБ	Точка D -45 дБ	Точка Е -45 дБ
1,75	0,8	1,4	1,85	3,5	4,375
3,5	1,5	2,5	3,7	6,8	8,75
7,0	2,8	5,6	7,0	14	17,5
14	5,6	11,2	14	28	35

28	11,2	22,4	28	56	70
Вид модуляции 16QAM					
Канальный разнос, МГц	Точка А 0 дБ	Точка В -32 дБ	Точка С -37 дБ	Точка D -50 дБ	Точка Е -50 дБ
1,75	0,8	1,4	1,85	3,5	4,375
3,5	1,5	2,5	3,7	7,0	8,75
7,0	2,8	5,6	7,0	14	17,5
14	5,6	11,2	14	28	35
28	11,2	22,4	28	56	70
Вид модуляции 64QAM					
Канальный разнос, МГц	Точка А 0 дБ	Точка В -37 дБ	Точка С -42 дБ	Точка D -50 дБ	Точка Е -50 дБ
1,75	0,8	1,4	1,85	3,5	4,375
3,5	1,5	2,9	3,7	7,0	8,75
7,0	2,8	5,6	7,0	14	17,5
14	5,6	11,2	14	28	35
28	11,2	22,4	28	56	70



Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Полоса обзора - 100 МГц.
3. Ширина полосы частот видеофильтра - 0,3 кГц.

Рисунок 5. Маски спектра для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС с OFDM сигналом

Частоты для спектральных масок (рисунок 5) приведены в таблице N 5.

Таблица N 5. Частоты для спектральных масок (рисунок 5)

Частота, МГц						
Вид сигнала - OFDM с QPSK						
Канальный разнос, МГц	Точка А 0 дБ	Точка В -8 дБ	Точка С -25 дБ	Точка D -27 дБ	Точка Е -50 дБ	Точка F -50 дБ

3,5	1,75	1,75	2,5	3,7	7,0	8,75
7,0	35	35	5,0	7,4	14	17,5
14	7,0	7,0	10,0	14,8	28	35
28	14,0	14,0	20,0	29,6	56	70
Вид сигнала - OFDM с 16QAM						
Канальный разнос, МГц	Точка А 0 дБ	Точка В -8 дБ	Точка С -27 дБ	Точка D -32 дБ	Точка Е -50 дБ	Точка F -50 дБ
3,5	1,75	1,75	2,5	3,7	7,0	8,75
7,0	3,5	3,5	5,0	7,4	14	17,5
14	7,0	7,0	10	14,8	28	35
28	14,0	14,0	20	29,6	56	70
Вид сигнала - OFDM с 64QAM						
Канальный разнос, МГц	Точка А 0 дБ	Точка В -8 дБ	Точка С -32 дБ	Точка D -38 дБ	Точка Е -50 дБ	Точка F -50 дБ
3,5	1,75	1,75	2,5	3,7	7,0	8,75
7,0	35	35	5,0	7,4	14	17,5
14	7,0	7,0	10	14,8	28	35
28	14,0	14,0	20	29,6	56	70

8. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах частот 24,25 - 29,5 ГГц, 40,5 - 43,5 ГГц, маски спектра приведены на рисунках 6, 7.

Частоты для спектральных масок (рисунок 6) приведены в таблице N 6.

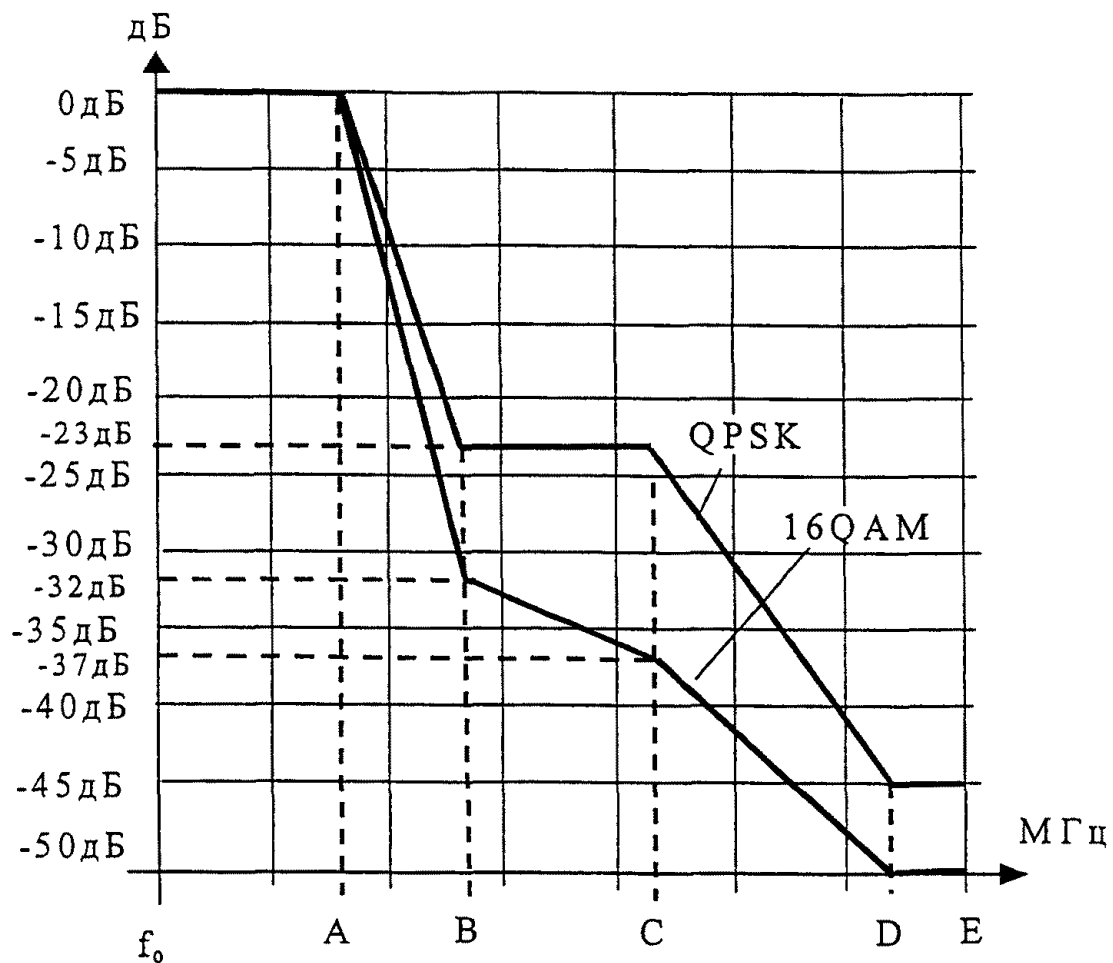
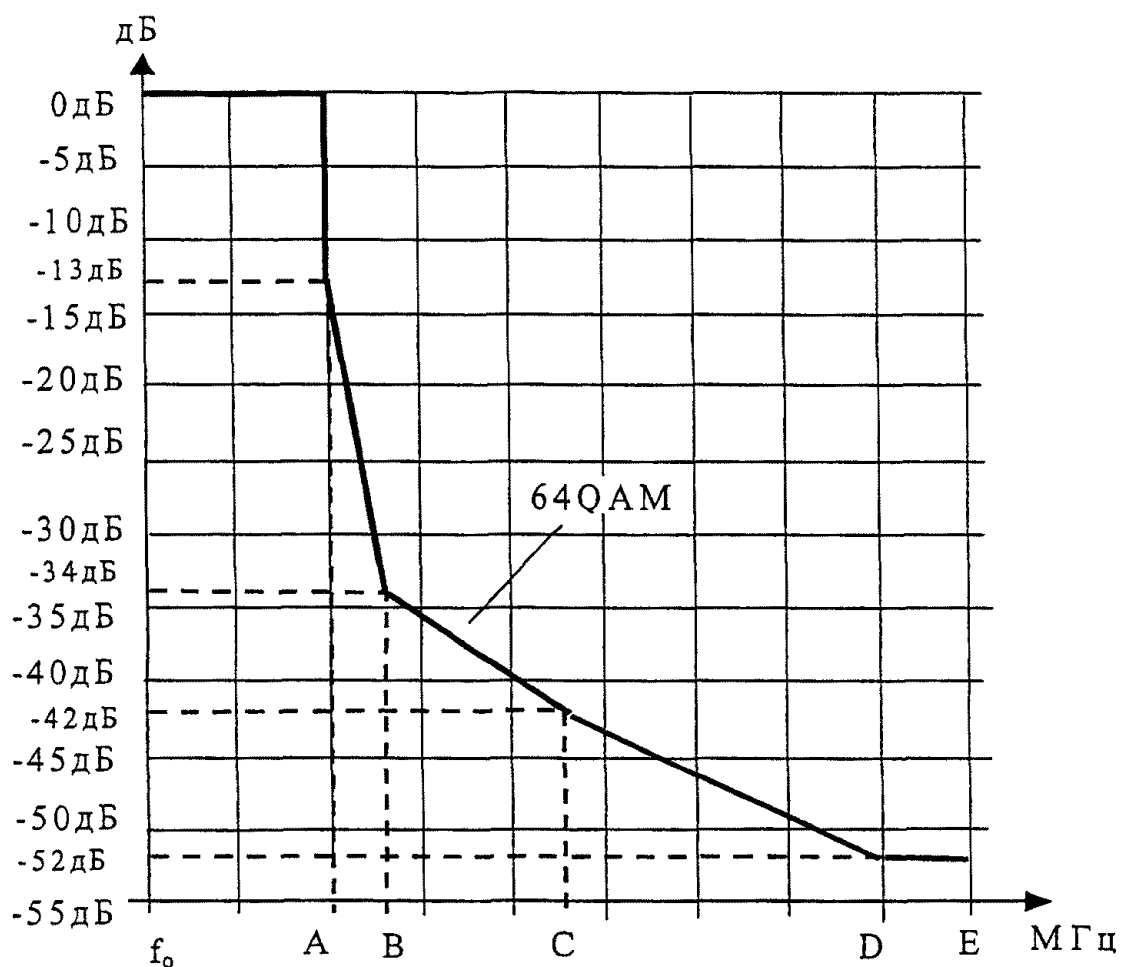


Рисунок 6. Маски спектра для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС с видами модуляции QPSK, 16QAM

Таблица N 6. Частоты для спектральных масок (рисунок 6)

	Частота, МГц				
Вид модуляции QPSK					
Канальный разнос, МГц	Точка А 0 дБ	Точка В -23 дБ	Точка С -23 дБ	Точка D -45 дБ	Точка Е -45 дБ
3,5	1,5	2,8	3,7	7	8,75
7,0	2,8	5,6	7,0	14	17,5
14	5,6	11,2	14	28	35
28	11	19	25	45	70
56	18	32	40	70	140
Вид модуляции 16QAM					

Канальный разнос, МГц	Точка А 0 дБ	Точка В -32 дБ	Точка С -37 дБ	Точка D -50 дБ	Точка Е -50 дБ
3,5	1,5	2,8	3,7	7,0	8,75
7,0	2,8	5,6	7,0	14	17,5
14	5,6	11,2	14	28	35
28	11,2	22,4	28	56	70
56	22,5	45	56	112	140



Примечание. Режим измерений:

1. Ширина полосы пропускания по ПЧ - 100 кГц.
2. Полоса обзора - 100 МГц.
3. Ширина полосы частот видеофильтра - 0,3 кГц.

Рисунок 7. Маска спектра для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС с видом модуляции 64QAM

Частоты для спектральной маски (рисунок 7) приведены в таблице N 7.

Таблица N 7. Частоты для спектральной маски (рисунок 7)

Канальный разнос, МГц	Точка А 0 дБ	Точка А' -13 дБ	Точка В -34 дБ	Точка С -42 дБ	Точка D -52 дБ	Точка Е -52 дБ
3,5	1,75	1,75	2,8	3,7	7	8,75
7,0	3,5	3,5	5,6	7	14	17,5
14	7	7	11,2	14	28	35
28	14	14	22,4	28	56	70
56	28	28	45	56	112	140

Приложение N 12
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

**ТРЕБОВАНИЯ
К ПАРАМЕТРАМ УРОВНЕЙ ПОБОЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ПЕРЕДАТЧИКА
ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКЕ**

Значения уровня побочных излучений передатчика оборудования радиодоступа для БПД ТЗС приведены в таблице.

Таблица

Полоса частот	Допустимый уровень побочных излучений не превышает
до 470 МГц	при мощности несущей до 25 Вт - 2,5 мкВт; при мощности несущей свыше 25 Вт - минус 70 дБ
от 470 МГц до 1690 МГц	минус 40 дБ, но не превышает 25 мкВт, в полосе частот 70 МГц - 11 ГГц
от 1690 МГц до 2100 МГц	минус 36 дБм в полосе частот 30 МГц - 1 ГГц; минус 30 дБм в полосе частот 1 ГГц - 12,75 ГГц

от 2400 МГц до 2483,5 МГц	минус 36 дБм в полосе частот 30 МГц - 1 ГГц; минус 30 дБм в полосе частот 1 - 12,75 ГГц; минус 47 дБм в полосах частот 1,8 - 1,9 ГГц и 5,15 - 5,3 ГГц
3,4 - 43,5 ГГц	Базовая станция: минус 50 дБм в полосе частот 9 кГц - 21,2 ГГц; минус 30 дБм свыше 21,2 ГГц. Абонентская станция: минус 40 дБм в полосе частот 9 кГц - 21,2 ГГц; минус 30 дБм свыше 21,2 ГГц

Приложение N 13
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ ПЕРЕДАТЧИКА ИЛИ ЧАСТОТЫ ЗАДАЮЩЕГО ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕДАТЧИКА

Значения относительной нестабильности частоты передатчика оборудования радиодоступа для БПД ТЗС или частоты задающего генератора передатчика приведены в таблице.

Таблица

Полоса частот	Относительная нестабильность частоты передатчика
до 470 МГц	20×10^{-6}
от 470 МГц до 1690 МГц	50×10^{-6}
от 1690 МГц до 2100 МГц	25×10^{-6}
от 2400 МГц до 2483,5 МГц	25×10^{-6}
от 3400 МГц до 3600 МГц	25×10^{-6}
5150 - 6425 МГц	20×10^{-6}
10,15 - 43,5 ГГц	15×10^{-6}

Приложение N 14
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

**ТРЕБОВАНИЯ
К ПАРАМЕТРАМ ПАРАЗИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКЕ
ПРИЕМНИКА ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТЗС**

Значения уровня паразитных излучений при максимальной загрузке приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС приведены в таблице.

Таблица

Полоса частот	Допустимый уровень побочных излучений не превышает
до 470 МГц	минус 80 дБ
от 470 МГц до 1690 МГц	минус 40 дБ, но не превышает 25 мкВт, в полосе частот 70 МГц - 11 ГГц
от 1690 МГц до 2100 МГц	минус 57 дБм в полосе частот 30 МГц - 1 ГГц; минус 47 дБм в полосе частот 1 - 12,75 ГГц
от 2400 МГц до 2483,5 МГц	минус 57 дБм в полосе частот 30 МГц - 1 ГГц; минус 47 дБм в полосе частот 1 - 12,75 ГГц
3400 - 3600 МГц	Базовая станция: минус 50 дБм в полосе частот 9 кГц - 21,2 ГГц; минус 30 дБм свыше 21,2 ГГц. Абонентская станция: минус 40 дБм в полосе частот 9 кГц - 21,2 ГГц; минус 30 дБм свыше 21,2 ГГц
5150 - 6425 МГц	минус 57 дБм в полосе частот 30 МГц - 1 ГГц; минус 50 дБм в полосе частот 1 - 26,5 ГГц
10,15 - 43,5 ГГц	Базовая станция: минус 50 дБм в полосе частот 9 кГц - 21,2 ГГц; минус 30 дБм свыше 21,2 ГГц. Абонентская станция: минус 40 дБм в полосе частот 9 кГц - 21,2 ГГц; минус 30 дБм свыше 21,2 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИЕМНИКА ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТЗС

1. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот до 1350 МГц с сигналами без расширения спектра, чувствительность приемника, обеспечивающая значение коэффициента ошибки по битам ($K_{\text{ош}}$) = 10^{-6} , не превышает 0,8 мкВ.

2. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах частот до 1000 МГц, 1000 - 1350 МГц, 2400 - 22483,5 МГц, 3400 - 3600 МГц с расширением спектра, чувствительность приемника приведена в таблице N 1.

Таблица N 1. Чувствительность приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазонах частот до 1000 МГц, 1000 - 1350 МГц, 2400 - 22483,5 МГц, 3400 - 3600 МГц с расширением спектра

Полоса частот	Чувствительность приемника, не превышает, дБм, при скорости передачи информации в канале, Мбит/с							
	<2(6)	2(9)	5,5 (12)	11 (18)	24	36	48	54
до 1 000 МГц	-86	-	-	-	-	-	-	-
1000 - 1350 МГц	-84	-81	-79	-77	-	-	-	-
2400 - 22483,5 МГц	-80 (-85)	(-83)	(-82)	-76 (-80)	-78	-77	-76	-73
3400 - 3600 МГц	-80	-	-	-76	-	-	-	-

Для диапазонов частот до 1000 МГц, 1000 - 1350 МГц приведены уровни сигналов, обеспечивающие значение коэффициента ошибки по битам ($K_{\text{ош}}$) = 10^{-6} .

Для диапазонов частот 2400 - 22483,5 МГц, 3400 - 3600 МГц приведены уровни сигналов, обеспечивающие процент кадров, принятых с ошибками ниже 8% от общего числа принятых кадров при длине кадра, равной 1024 байтам.

3. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 1690 - 2100 МГц, чувствительность приемника приведена в таблице N 2.

Таблица N 2. Чувствительность приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 1690 - 2100 МГц

Для диапазона частот 1690 - 2100 МГц					
Виды модуляции	BPSK	QPSK	8PSK	12QAM	16QAM
Чувствительность приемника, обеспечивающая коэффициент пакетов, принятых с ошибками, $K_{оп} = 10^{-2}$, не превышает, дБм	-101	-96	-94	-89	-87

4. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 5150 - 6425 МГц, чувствительность приемника приведена в таблицах N N 3 - 5.

Таблица N 3. Чувствительность приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 5150 - 6425 МГц

Условия измерений	Чувствительность приемника не превышает, дБм, при скорости передачи информации в канале, Мбит/с							
	6	9	12	18	24 (27)	36	48	54
Процент пакетов, принятых с ошибками, ниже 10% от общего числа принятых пакетов при длине пакета 1000 байт	-82	-81	-79	-77	-74	-70	-66	-65
Процент пакетов, принятых с ошибками, ниже 10% от общего числа принятых пакетов при длине пакета 54 байта	-85	-83	-81	-79	(-75)	-73	-	-68

Таблица N 4. Чувствительность приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 5150 - 6425 МГц и режимом работы SC

Вид модуляции	Формула расчета минимального уровня сигнала на входе приемника в точке С для оборудования SC, обеспечивающего значение коэффициента ошибки по битам ($K_{оп}$) = 10^{-6} , при отсутствии кодирования
QPSK	$-93,4 + 10\log\Delta f$
16QAM	$-86,6 + 10\log\Delta f$
64QAM	$-80,4 + 10\log\Delta f$

Таблица N 5. Чувствительность приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 5150 - 6425 МГц и режимом работы OFDM и OFDMA

Дельтаф <*>, МГц	Чувствительность приемника (не превышает, дБм) для оборудования OFDM и OFDMA, обеспечивающая значение $K_{\text{ош}} = 10^{-6}$, для стандартного сообщения					
	QPSK		16QAM		64QAM	
	1/2	3/4	1/2	3/4	2/3	3/4
1,5	-91	-89	-84	-82	-78	-76
1,75	-90	-87	-83	-81	-77	-75
3	-88	-86	-81	-79	-75	-73
3,5	-87	-85	-80	-78	-74	-72
5	-86	-84	-79	-77	-72	-71
6	-85	-83	-78	-76	-72	-70
7	-84	-82	-77	-75	-71	-69
10	-83	-81	-76	-74	-69	-68
12	-82	-80	-75	-73	-69	-67
14	-81	-79	-74	-72	-68	-66
20	-80	-78	-73	-71	-66	-65

Справочно: <*> Дельтаф - полоса пропускания по уровню минус 30 дБ.

5. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 10,15 - 10,65 ГГц, чувствительность приемника приведена в таблице N 6.

Таблица N 6. Чувствительность приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 10,15 - 10,65 ГГц

Канальный разнос, МГц	Чувствительность приемника (не более, дБм), обеспечивающая значение $K_{\text{ош}} = 10^{-6}$, для стандартного сообщения при видах модуляции		
	QPSK или QPSK с (OFDM)	16QAM или 16QAM с (OFDM)	64QAM или 64QAM с OFDM
3,5	-83	-75	-69
7	-80	-72	-66
14	-77	-69	-63
28	-74	-66	-60

6. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 24,25 - 43,5 ГГц, чувствительность приемника приведена в таблице N 7.

Таблица N 7. Чувствительность приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС, работающего в диапазоне частот 24,35 - 43,5 ГГц

Канальный разнос, МГц	Чувствительность приемника, не более, дБм, обеспечивающая значение $K_{\text{ош}} = 10^{-6}$, для стандартного сообщения при видах модуляции		
	QPSK	16QAM	64QAM
3,5	-79	-71	-65
7	-76	-68	-62
14	-73	-65	-59
28	-70	-62	-56
56	-67	-59	-53

Приложение N 16
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ СИГНАЛА НА ВХОДЕ ПРИЕМНИКА ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТЗС

Значения максимального уровня сигнала на входе приемника для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС приведены в таблице.

Таблица

Полоса частот	Максимальный уровень сигнала на входе приемника, не менее, дБм	Примечание
1	2	3

до 1690 МГц	-15	при $K_{\text{ош}} = 10^{-3}$
от 1690 МГц до 2100 МГц	-30	обеспечивающий коэффициент пакетов, принятых с ошибками, $K_{\text{ош}} = 10^{-2}$
от 2400 МГц до 2483,5 МГц	-10	при проценте кадров, принятых с ошибками, ниже 8% от общего числа принятых кадров (длина кадра равна 1024 байтам)
от 3400 МГц до 3600 МГц	-15	обеспечивающий коэффициент пакетов, принятых с ошибками, $K_{\text{ош}} = 10^{-4}$
5150 - 6425 МГц	-30	при проценте пакетов данных, принятых с ошибками, ниже 10% от общего числа принятых пакетов (длина пакета равна 54 или 1000 байтам)
10,15 - 43,5 ГГц	-20	при $K_{\text{ош}} = 10^{-3}$

Приложение N 17
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ПОМЕХИ ОТ СОСЕДНЕГО КАНАЛА В УСЛОВИЯХ ПОЛНОЙ ЗАГРУЗКИ КАНАЛА ДЛЯ ПРИЕМНИКА ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТЗС

Значения допустимого уровня помехи от соседнего канала в условиях полной загрузки канала для приемника оборудования радиодоступа для БПД ТЗС приведены в таблице.

Таблица

Полоса частот	Допустимый уровень помехи	Примечание
до 1690 МГц	ослабление помехи, не менее 70 дБ	при $K_{\text{ош}} = 10^{-6}$ и уровне входного сигнала основного канала на 3 дБ выше минимального

от 1690 МГц до 2100 МГц	ослабление помехи, не менее 30 дБ	обеспечивающий коэффициент пакетов, принятых с ошибками, $K_{оп} = 10^{-4}$
от 2400 МГц до 2483,5 МГц	ослабление помехи, не менее 35 дБ	при проценте кадров, принятых с ошибками, ниже 8% от общего числа принятых кадров (длина кадра равна 1024 байтам) и уровне входного сигнала основного канала на 6 дБ выше минимального
от 3400 МГц до 3600 МГц	ослабление помехи, не менее 60 дБ	при коэффициенте пакетов, принятых с ошибками, $K_{оп} = 10^{-4}$ и уровне входного сигнала основного канала на 3 дБ выше минимального
5150 - 6425 МГц	допустимый уровень помехи, не превышает минус 64 дБм	при проценте пакетов данных, принятых с ошибками, ниже 10% от общего числа принятых пакетов (длина пакета равна 54 или 1000 байтам) и уровне входного сигнала основного канала на 3 дБ выше минимального
10,15 - 43,5 ГГц	ослабление помехи, не менее 70 дБ	при $K_{оп} = 10^{-6}$ и уровне входного сигнала основного канала на 3 дБ выше минимального

Приложение N 18
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТЗС, РАБОТАЮЩЕГО В ДИАПАЗОНАХ 33 - 48,5 МГц, 57,0 - 57,5 МГц

1. Требования к параметрам передающего оборудования.

1.1. Требования к ширине спектра радиосигнала на выходе передающего тракта на уровнях минус 30 дБ (контрольная ширина полосы) и минус 40 дБ (внеполосные излучения) устанавливаются в соответствии с [приложением N 11](#) к Правилам.

1.2. Уровень побочных радиоклебаний на выходе передающего тракта не превышает 2,5

мкВт при мощности несущей передатчика до 25 Вт включительно и не превышает минус 70 дБ (относительно уровня мощности несущей) при мощности несущей передатчика более 25 Вт.

1.3. Величина относительной нестабильности несущей частоты сигнала на выходе передающего тракта (кратковременное значение) не превышает 20×10^{-6} .

2. Требования к параметрам приемного оборудования.

2.1. Минимальный уровень сигнала на входе приемника, обеспечивающий значение коэффициента ошибок по битам BER не более 10^{-3} при заданной скорости передачи сигналов в радиоканале (чувствительность приемного тракта), не превышает 9 дБмкВ.

2.2. Максимальный уровень сигнала на входе приемника для $BER = 10^{-3}$ составляет не менее 70 дБмкВ.

2.3. Избирательность приемника по соседнему каналу составляет не менее 60 дБ при уровне входного сигнала основного канала на 3 дБ выше минимального и при значении BER, не превышающего 10^{-3} .

2.4. Избирательность приемника по зеркальному каналу составляет не менее 70 дБ.

3. Допустимый уровень побочных излучений не превышает минус 57 дБм.

Приложение N 18.1
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА ДЛЯ БПД ТЗС СВЕРХУЗКОПОЛОСНЫХ МАЛОМОЩНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Список изменяющих документов
(введены Приказом Минкомсвязи России от 07.10.2019 N 571)

1. Оборудование радиодоступа для БПД ТЗС сверхузкополосных маломощных сетей для Интернета вещей включает следующее оборудование: абонентские станции, базовые станции, маломощные базовые станции, ретрансляторы и центр обслуживания.

2. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС сверхузкополосных маломощных сетей для Интернета вещей устанавливаются следующие требования к диапазону частот:

для восходящей линии (абонентская станция передает, базовая станция принимает) диапазон частот в пределах (868 - 868,6) МГц;

для нисходящей линии (базовая станция передает, абонентская станция принимает) диапазон частот в пределах (869,4 - 869,65) МГц;

вид дуплекса - частотный.

3. Требования к параметрам передатчика оборудования радиодоступа для БПД ТЗС сверхзаканполосных маломощных сетей для Интернета вещей приведены в таблице N 1.

Таблица N 1.

Параметры	Восходящая линия (абонентская станция передает)	Нисходящая линия (базовая станция передает)
Эквивалентная изотропно-излучаемая мощность передатчика (ЭИИМ), не более, мВт	25	500
Ширина полосы частот	250 Гц	1 кГц
Рабочий цикл, %	1	10
Длительность передачи, в секундах	2	2
Диапазон изменения длительности передачи, в секундах	1 - 4	1 - 4
Вид модуляции	DBPSK	

4. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС сверхзаканполосных маломощных сетей для Интернета вещей требования к маске спектра для восходящей линии приведены в таблице N 2. Маска спектра излучаемого сигнала приведена для восходящей линии на рисунке 1 при ширине полосы пропускания измерительного фильтра, равной 250 Гц.

Таблица N 2. Требования к маске спектра для восходящей линии

Расстройка f-fc, кГц	Уровень спектральной плотности мощности, дБм
0,125	14
0,15	-16
0,5	-36
1	-41
15	-43
100	-46
2000	-46

10000	-46
-------	-----

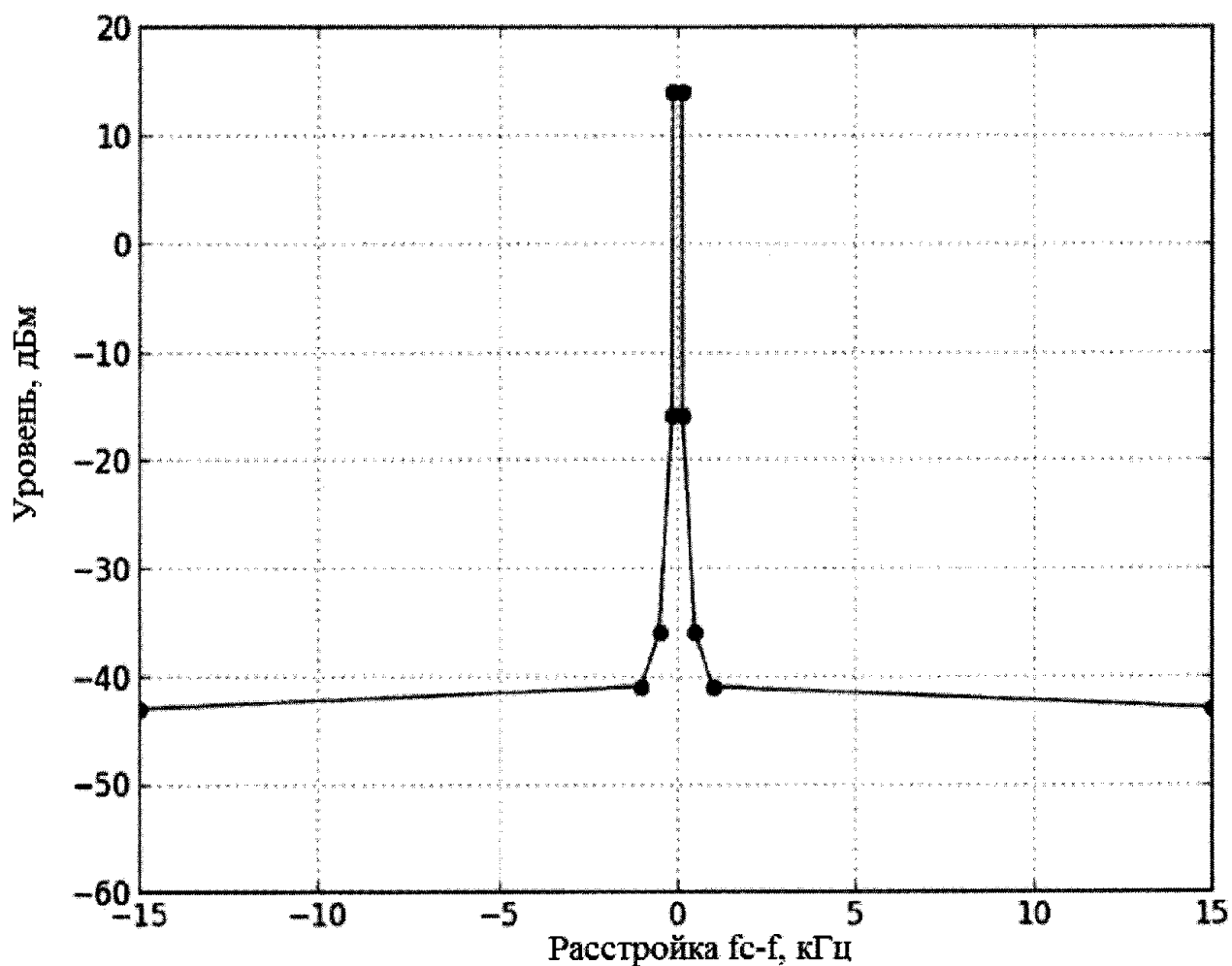


Рисунок 1. Маска спектра излучаемого сигнала
для восходящей линии

5. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС сверхузкополосных маломощных сетей для Интернета вещей требования к маске спектра для нисходящей линии приведены в таблице N 3. Маска спектра излучаемого сигнала приведена на рисунке 2 при ширине полосы пропускания измерительного фильтра, равной 1 кГц.

Таблица N 3. Требования к маске спектра для нисходящей линии

Расстройка $f - f_c$, кГц	Уровень спектральной плотности мощности, дБм
0,500	27
4	-15
12	-35

1000	-56
2000	-56
10000	-56

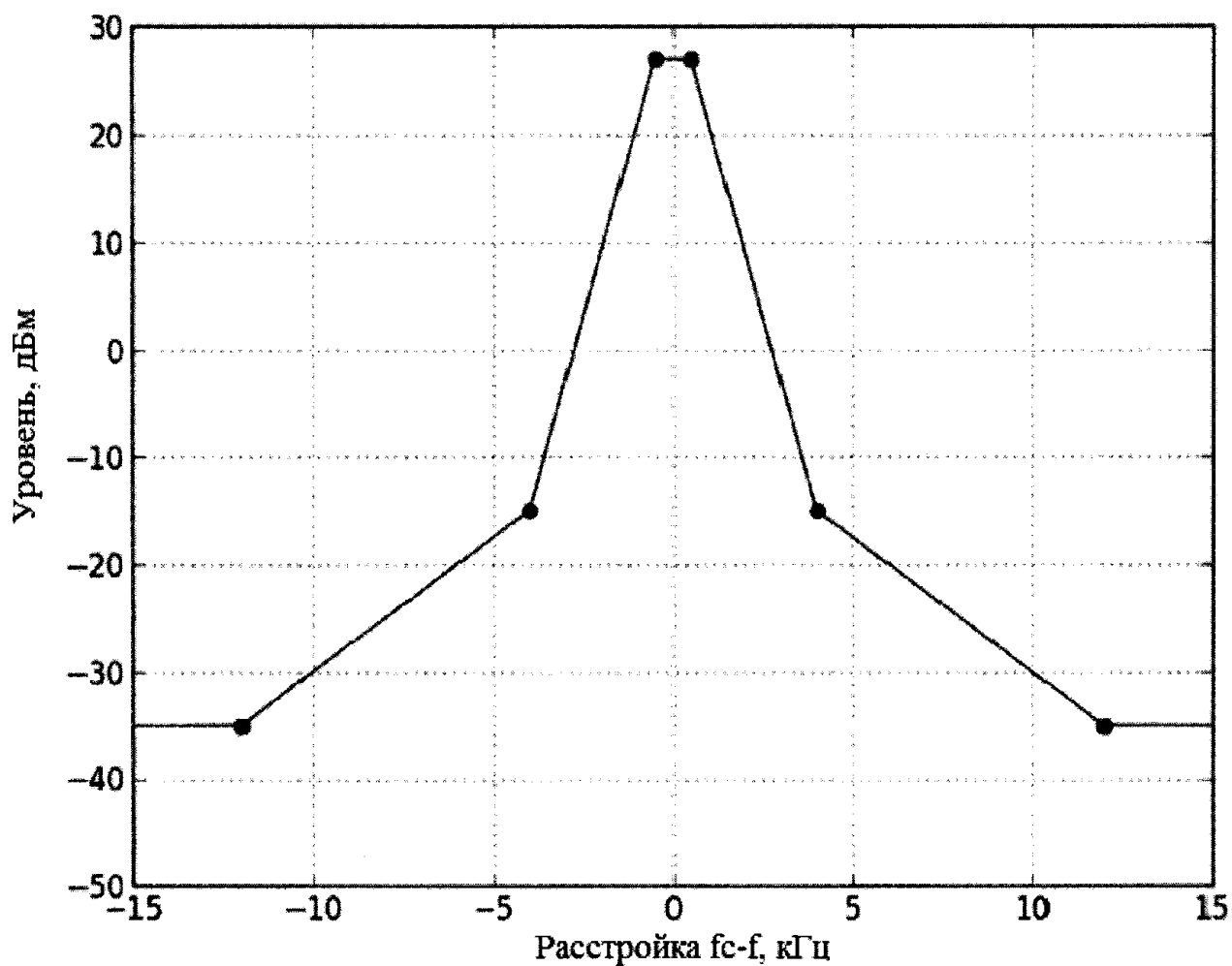


Рисунок 2. Маска спектра излучаемого сигнала
для нисходящей линии

6. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС сверхузкополосных маломощных сетей для Интернета вещей требования к параметрам приемника приведены в таблице N 4.

Таблица N 4.

Параметр	Восходящая линия (базовая станция принимает)	Нисходящая линия (абонентская станция принимает)
Чувствительность приемника, не менее, дБм	-136 (полоса частот 250 Гц) -140 (полоса частот 100 Гц)	-124 (полоса частот 1,5 кГц) -126 (полоса частот 1 кГц)

Коэффициент битовых ошибок (BER), не более	10^{-3}	10^{-3}
Коэффициент усиления антенны, не менее, дБ	+5	0
Отношение сигнал/интерференция (C/I), не более, дБ	7	8
Вид модуляции	DBPSK	

7. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС сверхзкополосных маломощных сетей для Интернета вещей требования к уровням блокировки приемника для восходящей линии приведены в таблице N 5. Маска уровней блокировки приемника для восходящей линии приведена на рисунке 3.

Таблица N 5. Требования к уровням блокировки приемника для восходящей линии

Расстройка $f-f_c$, кГц	Уровень, дБм
$\pm 0,125$	-136
$\pm 0,15$	-76
± 2000	-66
± 10000	-44

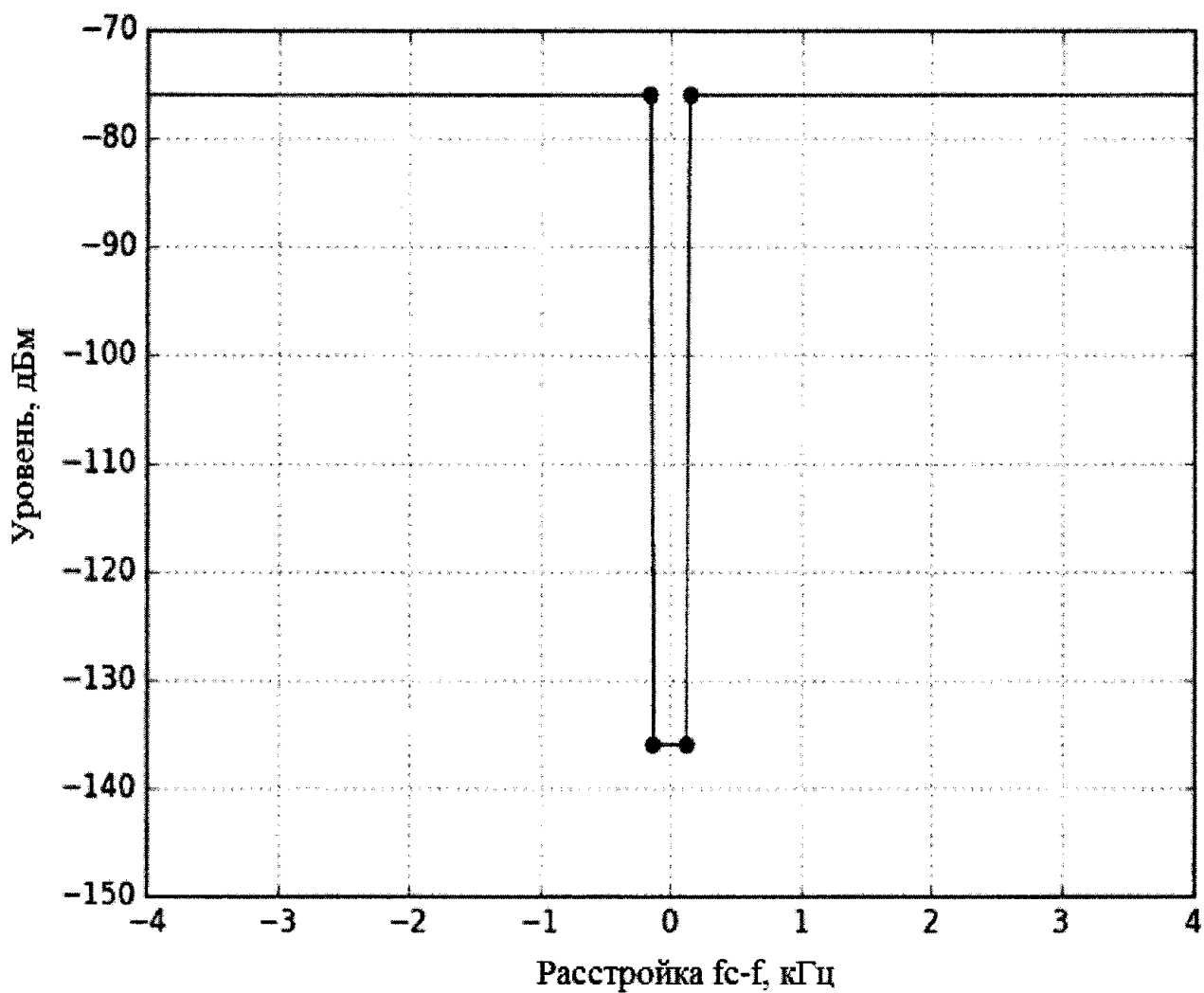


Рисунок 3. Маска уровней блокировки приемника
для восходящей линии

8. Для оборудования радиодоступа для БПД ТЗС сверхзаканаловых маломощных сетей для Интернета вещей требования к уровням блокировки приемника для нисходящей линии приведены в таблице N 6. Маска уровней блокировки приемника для нисходящей линии приведена на рисунке 4.

Таблица N 6. Требования к уровням блокировки приемника для нисходящей линии

Расстройка $f - f_c$, кГц	Уровень, дБм
$\pm 0,7$	-126
$\pm 1,5$	-73
± 2000	-51

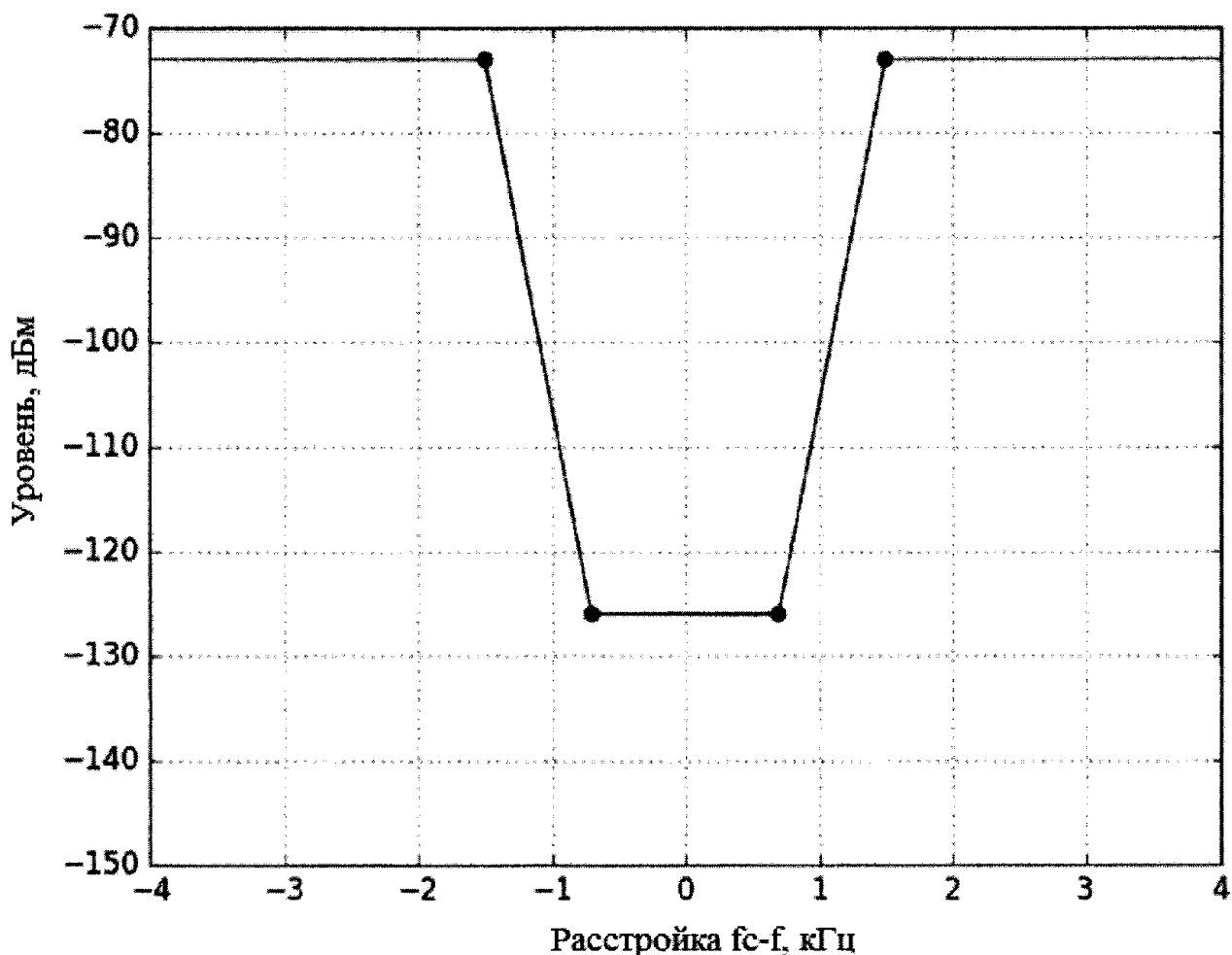


Рисунок 4. Маска уровней блокировки приемника
для нисходящей линии

9. Частота передачи на восходящей линии (АС передает, БС принимает) выбирается для абонентской станции по псевдослучайному закону во всем разрешенном диапазоне частот для обеспечения равномерного использования полосы частот восходящей линии абонентской станции. Ширина полосы частот рабочего канала составляет до 200 кГц. Все базовые станции должны принимать сигналы во всей полосе частот на восходящей линии.

10. Области обслуживания базовых станций могут перекрываться. Одно и то же сообщение абонентской станции одновременно может приниматься несколькими базовыми станциями для увеличения вероятности приема сообщения. Все базовые станции должны принимать сигналы во всей полосе частот на восходящей линии.

11. Требования к предельно допустимым значениям уровней побочных излучений абонентской станции, имеющей в своем составе вспомогательное приемопередающее устройство малого радиуса действия (NFC) в диапазоне 2,4 ГГц, приведены в приложении N 7.1 Правил применения абонентских терминалов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE и его модификации LTE-Advanced <1>.

<1> Приказ Минкомсвязи России от 06.06.2011 N 128 (зарегистрирован Минюстом России 24.06.2011, регистрационный N 21165) с изменениями, внесенными приказами Минкомсвязи России от 12.05.2014 N 123 (зарегистрирован Минюстом России 29.05.2014, регистрационный N 32479), от 06.10.2014 N 333 (зарегистрирован Минюстом России 30.10.2014, регистрационный N 33517), от 10.03.2015 N 68 (зарегистрирован Минюстом России 01.04.2015, регистрационный N 36683), от 05.05.2015 N 153 (зарегистрирован Минюстом России 28.05.2015, регистрационный N 37412), от 21.11.2016 N 580 (зарегистрирован Минюстом России 15.12.2016, регистрационный N 44743) от 24.10.2017 N 572 (зарегистрирован Минюстом России 05.02.2018, регистрационный N 49882), от 22.06.2018 N 315 (зарегистрирован Минюстом России 26.07.2018, регистрационный N 51702).

12. В зависимости от приложений Интернета вещей поток данных в каждом направлении (восходящая линия и нисходящая линия) и количество данных могут меняться. Структура потока данных зависит от приложения Интернета вещей, при этом характеристики соединений в различных сценариях: объем данных, передаваемых абонентской станцией, составляет от 1 до 200 байт при передаче в одном и (или) двух направлениях с периодичностью от 1 минуты до 1 суток.

13. Дополнительные требования для сверхузкополосных маломощных сетей для Интернета вещей для полос частот передачи и приема для систем транспортной телематики приведены в таблице 7.

Таблица 7.

Наименование параметра	Значение параметра для:					
	Абонентской станции		Маломощной базовой станции		Базовой станции	
Полоса радиочастот, МГц:						
передача	863 - 865		863 - 865		863 - 865	
прием	874 - 876		874 - 875		874 - 876	
Эквивалентная изотропно-излучаемая мощность (ЭИИМ), не более, дБм	23		23		37	
Вид модуляции	DBPSK					
Разделение каналов	Частотное разделение каналов					
Шаг сетки частот, Гц	100					
Ширина полосы радиочастот (В _н), кГц	0,1	1	10	0,1	1	10
Пороговая чувствительность приемника, не менее, дБм	-138	-130	-120	-138	-130	-120

Рабочий цикл, %	0,1	10
-----------------	-----	----

Приложение N 19
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ПРОТОКОЛА MIPv4

Список изменяющих документов
(в ред. Приказа Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281)

1. Требования к дополнениям и расширениям протоколов, необходимым для поддержки мобильности пользователя в сети, использующей IPv4:

1.1. дополнительные сообщения, поддерживающие управление мобильностью пользователя и отправляемые с порта UDP/TCP 434 ("Запрос регистрации" (Registration Request) и "Результат регистрации" (Registration Reply):

а) формат сообщения "Запрос регистрации" (рисунок 1).

Тип	S	B	D	M	G	r	T	X	Длительность регистрации
Домашний адрес									
Адрес домашнего агента									
CoA									
Идентификация									
Расширения									

Рисунок 1.

Примечание:

поле "Тип" (1 байт) должно быть равно "1";

поле "S" (1 бит) должно быть равно "1", если мобильный узел запрашивает сохранение нескольких предыдущих адресов привязки;

поле "B" (1 бит) должно быть равно "1", если мобильный узел запрашивает у домашнего

агента доставку широковещательных дейтаграмм;

поле "D" (1 бит) должно быть равно "1", если мобильный узел сам декапсулирует дейтаграммы, направленные по адресу CoA;

поле "M" (1 бит) должно быть равно "1", если мобильный узел запрашивает у домашнего агента режим минимальной инкапсуляции данных;

поле "G" (1 бит) должно быть равно "1", если мобильный узел запрашивает у домашнего агента режим инкапсуляции GRE;

поля "r" и "X" (по 1 биту) должны быть равны "0" и игнорироваться при приеме;

поле "T" (1 бит) должно содержать информацию о запросе обратного туннелирования;

поле "Длительность регистрации" (2 байта) должно содержать значение длительности регистрации в секундах и при установлении в значение "0" сообщает о запросе отмены регистрации, а в значение "0xffff" - бесконечность;

поле "Домашний адрес" (4 байта) должно содержать IP адрес мобильного узла в домашней сети;

поле "Адрес домашнего агента" (4 байта) должно содержать IP адрес домашнего агента;

поле "CoA" (4 байта) должно содержать временный IP адрес мобильного узла в визитной сети;

поле "Идентификация" должно содержать сгенерированное мобильным узлом 64-битовое число, используемое для сопоставления запроса регистрации и ответа;

б) формат сообщения "Результат регистрации" (рисунок 2).

Тип	Код	Длительность регистрации
Домашний адрес		
Адрес домашнего агента		
Идентификатор		
Расширения		

Рисунок 2.

Примечание:

поле "Тип" (1 байт) должно быть равно "3";

поле "Код" (1 байт) должно содержать информацию о результате регистрации;

поле "Длительность регистрации" (2 байта) должно содержать значение длительности регистрации в секундах и при значении "0" сообщать о запросе отмены регистрации, а при

значении "0xffff" - бесконечность;

поле "Домашний адрес" (4 байта) должно содержать IP адрес мобильного узла в домашней сети;

поле "Адрес домашнего агента" (4 байта) должно содержать IP адрес домашнего агента;

поле "Идентификатор" должно содержать сгенерированное мобильным узлом 64-битовое число, используемое для сопоставления запроса регистрации и ответа;

в) сообщения "Запрос регистрации", "Результат регистрации" должны содержать одно или несколько следующих расширений: "аутентификация в домашней сети" (Mobile-Home Authentication) (тип расширения - 32), "аутентификация в визитной сети" (Mobile-Foreign Authentication) (тип расширения - 33), "аутентификация между домашней и визитной сетями" (Foreign-Home Authentication) (тип расширения - 34).

Требования к структуре расширений сообщений регистрации приведены на рисунке 3.

Тип расширения	Длина	SPI
SPI		Аутентификатор

Рисунок 3.

Примечание:

поле "Длина" должно содержать информацию о размере аутентификатора плюс 4 байта;

поле "SPI" (Security Parameter Index) должно содержать Идентификатор параметров защиты, используемый для вычисления аутентификатора. Алгоритм аутентификации HMAC-MD5 устанавливается по умолчанию;

поле "Аутентификатор" должно быть переменной длины, вычисляться для каждого сообщения регистрации и использовать следующие поля сообщений регистрации:

поля сообщения регистрации, поступившего с порта 434 UDP;

все присутствующие расширения;

поля **"Тип"**, **"Длина"** и **"SPI"** указанного расширения;

1.2. сообщения протокола ICMPv4, поддерживающие управление мобильностью пользователя ("Объявление маршрутизатора" (Router Advertisement), "Запрос доступности маршрутизатора" (Router Solicitation):

а) расширения указанных сообщений должны принимать следующие значения:

"0" - один байт заполнения, последнее расширение сообщения ICMP должно использоваться для дополнения длины сообщения до четного количества байт;

"16" - объявление мобильного агента (Mobility Agent Advertisement);

"19" - длина префикса;

б) формат расширения "Объявление мобильного агента" (Mobility Agent Advertisement) (рисунок 4).

Тип расширения	Длина	Порядковый номер							
Длительность регистрации		R	B	H	F	M	G	r	T Резерв
Адрес(а) CoA									

Рисунок 4.

Примечание:

поле "Тип расширения" (1 байт) должно быть равно "16";

поле "Порядковый номер" (2 байта) должно содержать номер сообщения с расширением Agent Advertisement;

поле "Длительность регистрации" (2 байта) должно содержать значение длительности регистрации в секундах и при значении "0" сообщать о запросе отмены регистрации, а при значении "0xffff" - бесконечность;

поле "R" (1 бит) должно содержать информацию о необходимости регистрации в визитном агенте (FA), несмотря на наличие у мобильного узла адреса CoA;

поле "B" (1 бит) должно содержать информацию о том, что FA не осуществляет регистрацию мобильных узлов;

поле "H" (1 бит) (домашний агент, HA) должно содержать информацию о том, что агент предлагает услугу домашнего агента;

поле "F" (1 бит) (визитный агент) должно содержать информацию о том, что агент предлагает услугу визитного агента;

поле "M" (1 бит) (минимальная инкапсуляция) должно содержать информацию о том, что агент реализует прием туннелируемых дейтаграмм, использующих минимальную инкапсуляцию;

поле "G" (1 бит) (GRE инкапсуляция) должно содержать информацию о том, что агент реализует прием туннелируемых дейтаграмм, использующих GRE инкапсуляцию;

поле "r" (1 бит) резервное и должно быть равно "0";

поле "T" (1 бит) должно содержать информацию о том, что FA поддерживает обратное туннелирование;

поле "Резерв" (8 бит) должно быть равно "0";

поле "Адрес(а) CoA" должно содержать один или несколько адресов CoA при установлении бита F (количество адресов, присутствующих в поле, должно определяться указателем длины);

в) формат расширения "Длина префикса" (рисунок 5).

Расширение "Длина префикса" может следовать за расширением "Объявление мобильного агента" и должно содержать информацию о количестве бит префикса сети, который применяется к каждому адресу маршрутизатора, указанному в сообщении ICMP "Router Advertisement".

Тип расширения	Длина	Длина префикса
----------------	-------	----------------

Рисунок 5.

Примечание:

поле "Тип расширения" (1 байт) должно быть равно "19";

поле "Длина префикса" (8 бит) должно содержать число начальных битов, определяющих номер сети в адресе маршрутизатора, указанного в сообщении ICMP "Router Advertisement". Для каждого адреса должна быть своя длина префикса.

Приложение N 20
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ПРОТОКОЛА DIAMETER НА ИНТЕРФЕЙСАХ STA/SPA

Список изменяющих документов
(введены Приказом Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281)

Таблица N 1. Сообщения протокола Diameter, передаваемые на интерфейсе STA и определенные Auth-Application-Id равным "16777250"

Сообщение	Код сообщения	Направление передачи
Diameter-EAP-Request (DER)	268, бит R в поле команды "Флаг" установлен в "1"	от TWAN к 3GPP AAA серверу
Diameter-EAP-Answer (DEA)	268, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от 3GPP AAA сервера к TWAN
Аварийное прекращение сессии. Запрос (Abort-Session-Request)	274, бит R в поле команды "Флаг" установлен в "1"	от 3GPP AAA сервера/прокси к TWAN

(ASR))		
Аварийное прекращение сессии. Ответ (Abort-Session-Answer (ASA))	274, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от TWAN к 3GPP AAA серверу/прокси
Окончание сессии. Запрос (Session-Termination-Request (STR))	275, бит R в поле команды "Флаг" установлен в "1"	от TWAN к 3GPP AAA серверу/прокси
Окончание сессии. Ответ (Session-Termination-Answer (STA))	275, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от 3GPP AAA сервера/прокси к TWAN
Обновление данных авторизации. Запрос (Re-Auth-Request (RAR))	258, бит R в поле команды "Флаг" установлен в "1"	от 3GPP AAA сервера/прокси к TWAN
Обновление данных авторизации. Ответ (Re-Auth-Answer (RAA))	258, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от TWAN к 3GPP AAA серверу/прокси
Информация о сессии. Запрос (AA-Request (AAR))	265, бит R в поле команды "Флаг" установлен в "1"	от TWAN к 3GPP AAA серверу/прокси
Информация о сессии. Ответ (AA-Answer (AAA))	265, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от 3GPP AAA сервера/прокси к TWAN

Таблица N 2. Сообщения протокола Diameter, передаваемые на интерфейсе SWa и определенные Auth-Application-Id равным "16777250"

Сообщение	Код сообщения	Направление передачи
Diameter-EAP-Request (DER)	268, бит R в поле команды "Флаг" установлен в "1"	от UTWAN к 3GPP AAA серверу
Diameter-EAP-Answer (DEA)	268, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от 3GPP AAA сервера к UTWAN
Аварийное прекращение сессии. Запрос (Abort-Session-Request (ASR))	274, бит R в поле команды "Флаг" установлен в "1"	от 3GPP AAA сервера/прокси к UTWAN
Аварийное прекращение сессии. Ответ (Abort-Session-Answer (ASA))	274, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от UTWAN к 3GPP AAA серверу/прокси
Окончание сессии. Запрос	275, бит R в поле команды	от UTWAN к 3GPP AAA

(Session-Termination-Request (STR))	"Флаг" установлен в "1"	серверу/прокси
Окончание сессии. Ответ (Session-Termination-Answer (STA))	275, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от 3GPP AAA сервера/прокси к UTWAN
Обновление данных авторизации. Запрос (Re-Auth-Request (RAR))	258, бит R в поле команды "Флаг" установлен в "1"	от 3GPP AAA сервера/прокси к UTWAN
Обновление данных авторизации. Ответ (Re-Auth-Answer (RAA))	258, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от UTWAN к 3GPP AAA серверу/прокси
Информация о сессии. Запрос (AA-Request (AAR))	265, бит R в поле команды "Флаг" установлен в "1"	от UTWAN к 3GPP AAA серверу/прокси
Информация о сессии. Ответ (AA-Answer (AAA))	265, бит R в поле команды "Флаг" очищен	от 3GPP AAA сервера/прокси к UTWAN

Приложение N 21
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ПРОТОКОЛА EAP-AKA, EAP-AKA'

Список изменяющих документов
(введены Приказом Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281)

1. Расширяемый протокол аутентификации EAP-AKA должен применяться для аутентификации и согласования ключей пользователей UMTS при помощи универсального модуля идентификации абонента (USIM).

Протокол EAP-AKA' должен применяться для доступа к оборудованию коммутации стандартов GSM 900/1800, UMTS, LTE с использованием TWAN или UTWAN доступа.

Протоколы должны пользоваться услугами протоколов канального уровня.

2. Требования к параметрам протокола EAP-AKA:

2.1. формат пакетов EAP (рисунок 1).

Код	Идентификатор	Длина
Данные		

Рисунок 1.

Примечание:

поле "Код" (1 октет) должно содержать информацию о типе пакета EAP и принимать следующие значения:

"1" - запрос (Request);

"2" - ответ (Response);

"3" - подтверждение (Success);

"4" - отказ (Failure).

Пакеты EAP с другими значениями кода должны отбрасываться обеими сторонами без уведомления;

поле "Идентификатор" (1 октет) должно обеспечивать соответствие вопросов и ответов на них.

поле "Длина" (2 октета) должно содержать информацию о размере (в октетах) пакета EAP с учетом полей "Код", "Идентификатор", "Длина" и "Данные". Октеты, выходящие за пределы указанного размера, следует рассматривать как заполнение канального уровня и на приеме эти данные должны игнорироваться. Сообщения, в которых значение поля "Длина" превышает размер полученного пакета, должны отбрасываться без уведомления;

поле "Данные" должно иметь размер ноль или более октетов. Формат поля должен зависеть от типа пакета (значения поля "Код").

2.2. формат пакетов EAP Request, Response для аутентификации и согласования ключей с помощью USIM (далее - АКА) (рисунок 2).

Код	Идентификатор	Длина
Тип (23)	Подтип	Резерв
Тип атрибута	Длина атрибута	Значение (2 и более байтов)

Рисунок 2.

Примечание:

поле "Данные" Для пакетов Request и Response должно начинаться с поля "Тип" (1 октет), содержащее тип запрашиваемой информации. Пакеты Request должны передаваться, пока не будет получен корректный отклик, не завершится отсчет числа попыток или нижележащий уровень не

сообщит об отказе. Повторные запросы должны передаваться с тем же значением поля "Идентификатор", чтобы их можно было отличить от новых запросов. Содержимое поля "Данные" должно зависеть от "Типа" запроса. Пакеты Response должны передаваться в ответ на корректный запрос;

поле "Тип" для пакетов EAP-AKA должно быть равно "23";

поле "Данные" должно содержать поле "Подтип" (1 октет) и поле "Резерв" (2 октета). Поле "Подтип" должно содержать информацию о типе запроса/ответа для EAP-AKA. За полем "Резерв" должны следовать "Атрибуты" в формате: тип-длина-значение.

2.3. пакет EAP-Request/AKA-Identity (подтип-5) должен содержать запрос идентификационной информации.

Для пользователя сети стандартов GSM 900/1800, UMTS, LTE и Интернет идентификационной информацией являются IMSI (TMSI) и NAI (имя пользователя@оператор).

Запрос должен содержать один из трех атрибутов, указывающий тип запрашиваемого идентификатора:

AT_PERMANENT_ID_REQ;

AT_FULLAUTH_ID_REQ;

AT_ANY_ID_REQ;

2.4. пакет EAP-Response/AKA-Identity должен содержать ответ с запрашиваемой идентификационной информацией.

Ответ должен содержать атрибут AT_IDENTITY.

2.5. пакет EAP-Request/AKA-Challenge (подтип-1) должен содержать данные для полной аутентификации пользователя и включать атрибуты AT RAND и AT_MAC, AT_AUTN;

2.6. пакет EAP-Response/AKA-Challenge должен содержать отклик пользователя и включать атрибуты AT_MAC и AT_RES;

2.7. пакет EAP-Response/AKA-Authentication-Reject (подтип-2) должен передаваться, если пользователь не принимает параметр аутентификации сети AUTN;

2.8. пакет EAP-Response/AKA-Synchronization-Failure (подтип-4) должен передаваться при ошибке в порядковом номере AUTN и включать атрибут AT_AUTS;

2.9. пакет EAP-Request/AKA-Reauthentication (подтип-13) должен передаваться при запросе сервером повторной быстрой аутентификации пользователя после получения EAP-Response/Identity или EAP-Response/AKA-Identity, и включать атрибут AT_MAC.

2.10. пакет EAP-Response/AKA-Reauthentication должен передаваться в ответ на запрос AKA-Reauthentication и включать атрибуты AT_MAC, AT_IV и AT_ENCR_DATA;

2.11. пакет EAP-Response/AKA-Client-Error (подтип-14) должен передаваться при обнаружении пользователем ошибки в пакете EAP/AKA, и содержать атрибут

AT_CLIENT_ERROR_CODE;

2.12. пакет EAP-Request/AKA-Notification (подтип-12) должен передаваться для передачи пользователю уведомления от идентифицирующей стороны и содержать атрибут AT_NOTIFICATION AT_MAC;

2.13. пакет EAP-Response/AKA-Notification должен передаваться в ответ на EAP-Request/AKA-Notification и включать атрибуты AT_ENCR_DATA и AT_IV;

2.14. генерация ключа должна осуществляться с использованием функции SHA-1.

3. Требования к параметрам протокола EAP-AKA' должны соответствовать требованиям к параметрам протокола EAP-AKA, установленным в [пункте 2](#) Приложения N 21 к Правилам, за исключением:

3.1. поле "Тип" для пакетов EAP-AKA' должно быть равно "50";

3.2. генерация ключа должна осуществляться с использованием функции SHA-256.

В протоколе EAP-AKA' должны использоваться дополнительные атрибуты: AT_KDF, AT_KDF_INPUT.

Приложение N 22
к Правилам применения оборудования
радиодоступа. Часть I. Правила
применения оборудования радиодоступа
для беспроводной передачи данных
в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц

Справочно

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Список изменяющих документов
(введен Приказом Минкомсвязи России от 13.06.2018 N 281;
в ред. Приказа Минкомсвязи России от 06.07.2020 N 321)

1. ГЛОНАСС - ГЛОбальная Навигационная Спутниковая Система.
2. ПЧ - Промежуточная частота.
3. ЭИИМ - Эквивалентная изотропно-излучаемая мощность.
4. 3GPP - 3rd Generation Partnership Project (консорциум, разрабатывающий спецификации для сетей радиотелефонной связи).
5. 8PSK - 8 Phase Shift Keying (8-позиционная фазовая манипуляция).

6. 12QAM - 12 Quadrature Amplitude Modulation (12-позиционная квадратурная амплитудно-фазовая модуляция).
7. 16QAM - 16 Quadrature Amplitude Modulation (16-позиционная квадратурная амплитудно-фазовая модуляция).
8. 16PSK - 16 Phase Shift Keying (16-позиционная фазовая манипуляция).
9. 64QAM - 64 Quadrature Amplitude Modulation (64-позиционная квадратурная амплитудно-фазовая модуляция).
10. 256-QAM - 256 Quadrature Amplitude Modulation (256-позиционная квадратурная амплитудно-фазовая модуляция).
11. AAA - Authentication, Authorization, Accounting (аутентификация, проверка полномочий, учет).
12. AP - Access point (точка доступа).
13. AUTN - Authentication Token (символ аутентификации сети).
14. BCC - Binary Convolutional Code (двоичный сверточный код).
15. Beam refinement - улучшение конфигурации диаграммы направленности антенны.
16. Beamforming - формирование диаграммы направленности антенны.
17. BF training - Beamforming training (предварительное формирование диаграммы направленности антенны).
18. BPSK - Binary Phase Shift Keying (двоичная фазовая манипуляция).
19. BRP - Beam refinement Packets (пакеты, предназначенные для улучшения конфигурации диаграммы направленности).
20. CCK - Complementary Code Keying (манипуляция дополнительным кодом).
21. CoA - Care-of Address (адрес, назначаемый при регистрации пользователя в сети).
22. CPHY - Control Physical Layer (физический уровень управления).
23. C/I - Carrier/Interference ratio (отношение несущая/интерференционная помеха).
24. DBPSK - Differential Phase Shift Keying (относительная фазовая манипуляция).
25. DC - Direct Current (Постоянный ток).
26. DL-MU-MIMO - Downlink Multiple User Multiple Input/Multiple Output (применение технологии множественного ввода и вывода для нескольких пользователей на нисходящей линии).
27. DMG - Directional Multi-Gigabit (направленная передача со скоростью несколько гигабит в секунду).

28. DQPSK - Differential Quadrature Shift Keying (относительная квадратурная фазовая манипуляция).

29. DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum (прямая последовательность перестройки частоты).

30. EAP-AKA - Extensible Authentication Protocol Method for UMTS Authentication and Key Agreement (расширяемый протокол Аутентификации для аутентификации и согласования ключей пользователей UMTS).

31. EQM - использование в каждом потоке одинаковой схемы мультиплексирования.

32. FA - Foreign Agent (агент визитной сети).

33. FACoA - Foreign Agent Care-of Address (адрес агента визитной сети).

34. FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum (скачкообразная псевдослучайная перестройка частоты).

35. GFSK - Gaussian Frequency Shift Keying (частотная манипуляция с Гауссовым фильтром).

36. GMSK - Gaussian Filtered Minimum Shift Keying (Гауссовская частотная манипуляция с минимальным сдвигом).

37. GPS - Global Positioning System (система глобального позиционирования).

38. GRE - Generic Routing Encapsulation (общая инкапсуляция маршрутов).

39. GSM - Global System for Mobility (глобальная система мобильной связи).

40. GTP - GPRS Tunnelling Protocol (протокол туннелирования GPRS).

41. HA - Home Agent (агент домашней сети).

42. HMAC - hash-based message authentication code (код аутентификации сообщений, использующий хеш-функции).

43. IMSI - International Mobile Subscriber Identity (международный номер абонентской станции).

44. LDPC Coding - Low-Density Parity-Check Coding (кодирование с контролем по четности малой плотности).

45. LTE - Long-Term Evolution (эволюция на длительный период).

46. MAG - Mobile Access Gateway (шлюз мобильного доступа).

47. MD5 - Message Digest 5 (128-битный алгоритм хеширования).

48. MIMO - Multiple Input/Multiple Output (множественный ввод и вывод).

49. MIPv4 - Mobile IP version 4 (расширение функциональности протокола IPv4 по обеспечению мобильности).

50. MSC - Modulation and Coding Scheme (схема модуляции и кодирования).
51. MSK - Minimum Shift Keying (частотная манипуляция с минимальным сдвигом).
52. MU - Multiple User (режим передачи информации от базовой станции многим пользователям).
53. NAI - Network Access Identifier (идентификатор доступа к сети).
54. NSTS - Number of Space-Time Streams (число пространственно-временных потоков).
55. Number of Spatial Streams (число пространственных потоков).
56. OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing (мультиплексирование с разделением по ортогональным частотам).
57. OFDMA - Orthogonal Frequency Division Multiple Access (ортогональный частотный множественный доступ).
58. OFDM PHY - Orthogonal Frequency Division Multiplexing Physical Layer (физический уровень мультиплексирования с разделением по ортогональным частотам).
59. P-GW - Packet Data Networks Gateway (шлюз взаимодействия с сетями, использующими технологию с коммутацией пакетов).
60. PBCC - Packet Binary Convolutional Coding (двоичное сверточное кодирование пакетов).
61. PCRF - The Policy and Charging Rules Function (функция правил политики и тарификации).
62. PHY - Physical layer (физический уровень).
63. PMIPv6 - Proxy Mobile IP version 6 (расширение функциональности протокола IPv6 по обеспечению мобильности).
64. QPSK - Quadrature Phase Shift Keying (квадратурная фазовая манипуляция).
65. RS coding - Reed Solomon coding (кодирование Рида-Соломона).
66. S-GW - Serving Gateway (обслуживающий шлюз).
67. SC - Single Carrier (одна несущая).
68. SC PHY - Single Carrier Physical Layer (физический уровень для одной несущей).
69. SHA - Secure Hash Algorithm (алгоритм криптографического хеширования).
70. SOFDMA - Scalable Orthogonal Frequency Division Multiple Access (масштабируемый ортогональный частотный множественный доступ).
71. SPC coding - Single Parity Check coding (одиночное кодирование с контролем по четности).
72. SQPSK - Spread Quadrature Phase Shift Keying (расширенная квадратурная фазовая

манипуляция).

73. STBC - Space-Time Block Coding (пространственно-временное блочное кодирование).

74. STC - Space-Time Coding (пространственно-временное кодирование).

75. SU - Single User (режим передачи информации от базовой станции одному пользователю).

76. SU-MIMO - Single User Multiple Input/Multiple Output (применение технологии множественного ввода и вывода для одного пользователя).

77. TMSI - Temporary Mobile Subscriber Identity (временный идентификатор мобильного абонента).

78. TPC - Transmit Power Control (регулирование мощности передачи).

79. TWAN - trusted WLAN (доверенный беспроводный доступ).

80. UEQM - UnEqual Modulation on the spatial streams (использование в каждом потоке разной схемы мультиплексирования).

81. UMTS - Universal Mobile Telecommunications System (универсальная система мобильной связи).

82. USIM - Universal Subscriber Identity Module (карта мобильного пользователя для работы в сети UMTS).

83. UTWAN - Untrusted WLAN (ненадежный беспроводный доступ).

84. VHT - Very High Throughput (очень высокая пропускная способность).

85. XOR - Условное обозначение логической операции, исключающее ИЛИ.

86. $\pi/2$ -BPSK - $\pi/2$ -Binary Phase Shift Keying ($\pi/2$ двоичная фазовая манипуляция).

87. $\pi/2$ -QPSK - $\pi/2$ -Quadrature Phase Shift Keying ($\pi/2$ квадратурная фазовая манипуляция).

88. $\pi/2$ -16QAM - $\pi/2$ -16 Quadrature Amplitude Modulation ($\pi/2$ -16-позиционная квадратурная амплитудно-фазовая манипуляция).

89. 1024-QAM - 1024 Quadrature Amplitude Modulation (1024 - позиционная квадратурная амплитудно-фазовая модуляция).

(п. 89 введен Приказом Минкомсвязи России от 06.07.2020 N 321)

90. MU-MIMO-Multiple User Multiple Input/Multiple Output (применение технологии множественного ввода и вывода для нескольких пользователей).

(п. 90 введен Приказом Минкомсвязи России от 06.07.2020 N 321)
