**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СТБ ETSI EN 300 328/ОР**

**РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

|  |
| --- |
|  |

**Сухопутная подвижная служба**

**ШИРОКОПОЛОСНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.**

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, РАБОТАЮЩЕЕ В ДИАПАЗОНЕ 2,4 ГГц.**

**Требования к параметрам радиоинтерфейса.**

**Методы испытаний**

**Сухапутная рухомая служба**

**ШЫРОКАПАЛОСНЫЯ СІСТЭМЫ ПЕРАДАЧЫ ДАДЗЕНЫХ.**

**АБСТАЛЯВАННЕ ПЕРАДАЧЫ ДАДЗЕНЫХ, ЯКОЕ ПРАЦУЕ Ў ДЫЯПАЗОНЕ 2,4 ГГц.**

**Патрабаванні да параметраў радыёінтэрфейса**

**Метады выпрабаванняў**

**(ETSI EN 300 328: 2019, IDT)**

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения*

|  |
| --- |
|  |

**Госстандарт**

**Минск**

УДК 654. 165:006.354(083.74)(476) МКС 33.070.01 IDT

**Ключевые слова:** радиосвязь, широкополосное оборудование, передатчик, приемник, параметры, измерение, система передачи данных широкополосная, параметры радиоинтерфейса

**Предисловие**

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь   
«О техническом нормировании и стандартизации».

1 РАЗРАБОТАН открытым акционерным обществом «Гипросвязь» (ОАО «Гипросвязь»)

ВНЕСЕН Министерством связи и информатизации Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от ………. 2020 г. №…

3 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту ETSI EN 300 328 V2.2.2 (2019-07) Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz band; Harmonised Standard for access to radio spectrum (Широкополосные системы передачи данных; оборудование для передачи данных, работающее в диапазоне 2,4 ГГц; гармонизированный стандарт доступа к радиочастотному спектру).

Наименование государственного стандарта изменено относительно наименования европейского стандарта в связи с особенностями технического нормирования и стандартизации республики Беларусь и для увязки с наименованиями, принятыми в существующем комплексе государственных стандартов.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве   
официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Издан на русском языке

**Содержание**

[Введение IV](#_Toc34042261)

[1 Область применения 1](#_Toc34042262)

[2 Cсылки 1](#_Toc34042263)

[3 Термины и определения, обозначения и сокращения 2](#_Toc34042266)

[4 Требования к параметрам радиоспектра 6](#_Toc34042270)

[5 Методы испытаний 28](#_Toc34042274)

[Приложение А (обязательное) Взаимосвязь между настоящим документом и основными  
 требованиями Директивы 2014/53 / ЕС 55](#_Toc34042301)

[Приложение B (обязательное) Испытательные площадки и устройства для измерений по эфиру 57](#_Toc34042302)

[Приложение C (обязательное) Методы измерений по эфиру 62](#_Toc34042315)

[Приложение D (справочное) Руководство по тестированию оборудования IEEE 802.11™  
 с частотой 2,4 ГГц 66](#_Toc34042327)

[Приложение E (справочное) Форма заявки на тестирование 68](#_Toc34042336)

Приложение ДА (обязательное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов  
 ссылочным межгосударственным стандартам ………………………………………………76

**Введение**

Настоящий стандарт распространяется на широкополосное оборудование передачи данных. Примерами широкополосного оборудования передачи данных является оборудование, выполненное на основе таких беспроводных технологий как IEEE 802.11TM, RLANs, Bluetooth, Zigbee и другие.

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Сухопутная подвижная служба**

**ШИРОКОПОЛОСНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, РАБОТАЮЩЕЕ В ДИАПАЗОНЕ 2,4 ГГц.**

**Требования к параметрам радиоинтерфейса. Методы испытаний**

**Сухапутная рухомая служба**

**ШЫРОКАПАЛОСНЫЯ СІСТЭМЫ ПЕРАДАЧЫ ДАДЗЕНЫХ.**

**АБСТАЛЯВАННЕ ПЕРАДАЧЫ ДАДЗЕНЫХ, ЯКОЕ ПРАЦУЕ Ў ДЫЯПАЗОНЕ 2,4 ГГц.**

**Патрабаванні да параметраў** **радыёінтэрфейса. Метады выпрабаванняў**

Land mobile service

Wideband transmission systems. Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz band.

The requirements of the radio spectrum parameters. Test methods

**Дата введения \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на широкополосное оборудование передачи данных.

Стандарт также описывает набор требований доступа к спектру, обеспечивающий совместное использование спектра с другим оборудованием.

Широкополосное оборудование передачи данных описанное настоящим стандартом функционирует в соответствии с ERC Recommendation 70-03 [i.6], приложение 3 или Commission Decision 2006/771/EC [i.7] и их поправок.

Данное радиооборудование способно работать в диапазонах, установленных в таблице 1.

**Таблица 1 – Полосы частот обслуживания**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Полосы частот обслуживания |
| Передача | 2 400 – 2 483,5 МГц |
| Прием | 2 400 – 2 483,5 МГц |

Настоящий стандарт не распространяется на оборудование, использующее технологию сверхширокополосной связи (UWB).

Примечание – Взаимосвязь между настоящим стандартом и основными требованиями статьи 3.2 Директивы 2014/53/EU [i.1] приведена в приложении А.

**2 Ссылки**

**2.1 Нормативные ссылки**

Ссылки являются конкретными, идентифицируемыми по дате публикации и/или номеру издания или номеру версии. Применима только приведенная версия.

Справочные документы, которые не найдены в открытом доступе, могут быть размещены на http://docbox.etsi.org/Reference.

Примечание – Ссылки, входящие в настоящий стандарт, действительны на момент публикации, и ETSI не может гарантировать их действие с течением времени.

**2.2 Информативные ссылки**

[i.1] Директива 2014/53/ЕС Европейского парламента и Совета от 16 апреля 2014 года о согласовании законов государств-членов, связанных с размещением на рынке радиооборудования и отмене Директивы 1999/5 / EC.

[i.2] –– удалено

[i.3] IEEE Std. 802.11™-2012: "Стандарт IEEE для информационных технологий - Телекоммуникации и обмен информацией между системами - Локальные и городские сети - Особые требования. Часть 11: Технические характеристики управления доступом к среде (MAC) и физического уровня (PHY) беспроводной локальной сети".

[i.4] IEEE Std. 802.15.4™-2011: "Стандарт IEEE для информационных технологий - Телекоммуникации и обмен информацией между системами - Локальные и городские сети - Особые требования. Часть 15.4: Характеристики управления доступом к беспроводной среде (MAC) и физического уровня (PHY) для низкоскоростных беспроводных персональных сетей (WPAN)".

[i.5] –– удалено

[i.6] CEPT ERC Recommendation 70-03 (1997): "Рекомендации по использованию устройств малого радиуса действия (SRD)".

[i.7] Commission Decision 2006/771/EC от 9 Ноября 2006 по гармонизации радиоспектра для использования устройств малого радиуса действия.

[i.8] ETSI TR 102 273-2 (V1.2.1): Электромагнитная совместимость и спектр радиочастот (ERM). Улучшение методов измерения по эфиру (с использованием испытательной площадки) и оценка соответствующих погрешностей измерений; Часть 2: Безэховая камера

[i.9] ETSI TR 102 273-3 (V1.2.1): Электромагнитная совместимость и спектр радиочастот (ERM). Улучшение методов измерения по эфиру (с использованием испытательной площадки) и оценка соответствующих погрешностей измерений; Часть 3: Безэховая камера с заземленной поверхностью

[i.10] ETSI TR 102 273-4 (V1.2.1) (12-2001) Электромагнитная совместимость и спектр радиочастот (ERM). Улучшение методов измерения по эфиру (с использованием испытательной площадки) и оценка соответствующих погрешностей измерений. Часть 4. Открытая испытательная площадка

[i.11] ETSI TR 100 028-2 (V1.4.1) Электромагнитная совместимость и спектр радиочастот (ERM); Неопределенности в измерении характеристик мобильного радиооборудования. Часть 2

[i.12] –– ETSI EG 203 367 (V1.1.1) (06-2016): Руководство по применению гармонизированных стандартов, охватывающих статьи 3.1 b и 3.2 директивы 2014/53/EU (RED) к комбинированному радиооборудованию и другому оборудованию.

[i.13] –– удалено

[i.14] Комиссия по реализации Решения C (2015) 5376 окончание от 4.8.2015 по запросу стандартизации к Европейскому комитету по электротехнической стандартизации и Европейскому институту стандартов электросвязи в отношении радиооборудования в поддержку Директивы 2014/53/ЕС Европейского Парламента и Совета.

[i.15] ETSI TR 100 028-1 (V1.4.1) (12-2001) Электромагнитная совместимость и спектр радиочастот (ERM); Неопределенности в измерении характеристик мобильного радиооборудования. Часть 1

**3 Термины и определения, обозначения и сокращения**

**3.1 Термины и определения**

В настоящем стандарте применяют термины, установленные в Директиве 2014/53/ЕС [i.1], а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1.1 адаптивное оборудование** (adaptive equipment**)**: Оборудование, которое позволяет работать в адаптивном режиме.

**3.1.2 адаптивная скачкообразная перестройка частоты** (adaptive frequency hopping)**:** Механизм, позволяющий оборудованию со скачкообразной перестройки частоты адаптироваться к радио обстановке путем определения занятых каналов и исключения их из списка доступных каналов.

**3.1.3 адаптивный режим** (adaptive mode): Механизм, с помощью которого оборудование может адаптироваться к внешним условиям путем идентификации других передач, присутствующих в полосе.

**3.1.4 соседний канал** (adjacent channel): Каналы по обе стороны номинального канала, разделенные номинальной полосой пропускания канала.

**3.1.5 соседняя частота скачка** (adjacent hopping frequency): Соседняя частота скачка отделенная минимальной величиной частоты скачка.

**3.1.6 антенный блок** (antenna assembly): Состоит из антенны (встроенной или внешней), коаксиального кабеля, антенного разъема и соответствующих коммутационных компонентов (при наличии).

**3.1.7 коэффициент усиления антенного блока** (antenna assembly gain): усиление антенного блока (G) в дБи в пределах рабочей полосы, не включающее дополнительное усиление, которое может возникнуть в результате формирования луча.

Примечание: Термин «антенный блок» относится к антенне, подключенной к одному тракту передачи.

**3.1.8 коэффициент усиления формируемого луча** (beamforming gain): дополнительный (антенный) коэффициент усиления, реализуемый с помощью технологии формирования луча в умных антенных системах.

Примечание – Коэффициент усиления формируемого луча в настоящем стандарте, не включает коэффициент усиления антенного блока.

3.1.9 заблокированная частота (blacklisted frequency): Частота, занятая для передачи оборудованием со скачкообразной перестройкой частоты в течение времени пребывания на частоте.

3.1.10 оценка занятости канала (clear channel assessment (ССА)): Механизм, используемый оборудованием, для определения посторонней передачи в канале.

3.1.11 комбинированное оборудование (combined equipment): Комбинация одного или более приемопередатчиков и другого оборудования c подключением радиооборудования на постоянной основе.

3.1.12 внешняя антенна (dedicated antenna): Антенна, внешняя по отношению к оборудованию, использующая антенный разъем с кабелем или волновод и разработанная для одного или нескольких конкретных типов оборудования.

3.1.13 обнаружить и исключить (detect and avoid (DAA)): Механизм, снижающий степень воздействия помех путем исключения из использования частот при обнаружении других передач на этих частотах.

3.1.14 время пребывания на частоте (dwell time): время между изменениями частоты для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты.

Примечание – время пребывания на частоте может включать в себя фазы передачи, приема и простоя оборудования.

3.1.15 обнаружение передачи (energy detect): Механизм, используемый адаптивной системой для определения наличия другого устройства, работающего в канале, основанный на обнаружении уровня сигнала этого другого устройства.

3.1.16 внешние условия (environmental profile): Диапазон условий окружающей среды для оборудования.

3.1.17 оборудование FBE (Frame Based Equipment): Оборудование, которое передачу/прием не осуществляет по требованию, но имеет фиксированный временной цикл работы.

3.1.18 оборудование с расширением спектра скачкообразной перестройкой частоты (оборудование FHSS) (frequency hopping spread spectrum (FHSS) equipment): Оборудование, использующее скачкообразную перестройку частоты с определенным количеством частот, каждая из которых занимается в течение некоторого периода времени, называемом временем пребывания.

Примечание – Передатчик и приемник следуют одной и той же последовательности скачков частоты. Диапазон частот определяется самыми низкими и самыми высокими позициями скачка и полосой пропускания для каждой позиции прыжка.

3.1.19 частота скачкообразной перестройки (hopping frequency): Любая из (центральных) частот определяемая последовательностью скачков оборудования FHSS.

3.1.20 период простоя (idle period): период времени, следующий за циклом передачи, в течение которого оборудование не передает данные.

3.1.21 встроенная антенна (integral antenna): Антенна, разработанная как несъемная часть оборудования (без использования внешнего разъема), которую пользователь не может отключить от оборудования с целью подключения другой антенны.

Примечание – Встроенная антенна может быть установлена внутри или снаружи. В случае, когда антенна установлена снаружи, может использоваться несъемный кабель или волновод.

3.1.22 Механизм LBT (Listen Before Talk): Механизм, с помощью которого оборудование осуществляет оценку занятости канала (CCA) перед его использованием.

3.1.23 оборудование LBE (Load Based Equipment): Оборудование, осуществляющее передачу/прием по требованию.

3.1.24 оборудование MR (multi-radio equipment): Комбинированное оборудование, состоящее из двух или более модулей (передатчиков, приемников или приемопередатчиков) или одного модуля, работающего в двух или более диапазонах одновременно.

3.1.25 номинальная полоса пропускания канала (nominal channel bandwidth): Полоса частот, назначенных одному каналу.

Примечание – Номинальная полоса пропускания канала,заявленная изготовителем, как указано в пункте 5.4.1.

3.1.26 неадаптивное оборудование (non-adaptive equipment): оборудование, не способное адаптироваться к радио среде путем идентификации частот, занятых другим оборудованием.

3.1.27 рабочая частота (operating frequency): Номинальная частота, на которой может работать оборудование.

Примечание – Оборудование может настраиваться для работы на нескольких рабочих частотах.

3.1.28 подключаемое радиооборудование (plug-in radio equipment): Радиомодуль, предназначенный для использования совместно с основным, совмещаемым или комбинированным радиооборудованием и использующий их функции управления и питания.

3.1.29 мощность огибающей (power envelope:): мощность радиочастоты под огибающей частотного спектра.

3.1.30 тракт приема (receive chain): Цепи приема с соответствующей антенной.

Примечание – Две или более приемных цепей объединяются в умную антенную систему.

3.1.31 умные антенные системы (smart antenna systems): Оборудование, которое объединяет несколько трактов передачи и/или приема с функцией обработки сигналов, для увеличения пропускной способности тракта и/или оптимизации возможности ее излучения и/или приема.

Примечание – Это такие технические решения, как пространственное мультиплексирование, формирование луча, циклическое разнесение задержки, MIMO и т. д.

3.1.32 автономное радиооборудование (stand-alone radio equipment): Оборудование, основной функцией которого является радиосвязь, и которое обычно используется на автономной основе.

3.1.33 пакет передачи (transmission burst): период времени, в течение которого передатчик непрерывно включен.

3.1.34 тракт передачи (transmit chain): Цепи передачи с соответствующей антенной.

Примечание – Две или более цепей передачи объединяются в умную антенную систему.

3.1.35 сверхширокополосная технология (ultra wide band technology): технология радиосвязи на коротких расстояниях, предполагающая генерирование и передачу радиочастотной энергии, распространяющейся в очень широком диапазоне частот, перекрывающем несколько полос частот, выделенных для служб радиосвязи.

3.1.36 широкополосное оборудование передачи данных (wideband data transmission equipment): оборудование, использующее виды модуляции или способы расширения спектра, в результате которых образуется широкополосный сигнал.

Примечание – Примерами таковых являются FHSS, DSSS, OFDM и т. д.

**3.2 Обозначения**

Ach – количество активных цепей передачи;

BWCHAN – полоса пропускания;

дБмВт – дБ относительно 1 мВт;

dBr – дБ относительно пиковой мощности;

дБВт – дБ относительно 1 Вт;

F – частота;

FHS –частотное разделение методом скачкообразного изменения частоты;

GHz – ГГц;

Hz – Гц;

kHz – кГц;

МHz – МГц;

mW – мВт;

ms – милисекунда;

MS/s – количество мега выборок в секунду;

N – количество частот для скачков;

P – мощность;

Pout – выходная мощность;

TxOff – передатчик выключен;

TxOn – передатчик включен.

**3.3 Сокращения**

AC – Alternating Current – переменный ток;

AC/DC – Alternating Current/Direct Current – переменный ток/ постоянный ток;

ACK – ACKnowledgement – подтверждение получения;

AFH – Adaptive Frequency Hopping – адаптивная скачкообразная перестройка частоты;

BW – BandWidth – ширина полосы;

CCA – Clear Channel Assessment – оценка занятости канала;

CE – Conformité Européenne – европейское соответствие;

CSD – Cyclic Shift Diversity – интервал циклического сдвига;

CW – Continuous Wave – непрерывная волна;

DAA – Detect And Avoid – обнаружение и исключение;

DC – Duty Cycle – рабочий цикл;

DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum – расширение спектра прямой последовательностью;

EFTA – European Free Trade Association – Европейская ассоциация свободной торговли;

e.i.r.p. – equivalent isotropically radiated power – эквивалентная изотропно-излучаемая мощность;

e.r.p. – effective radiated power – эффективно излучаемая мощность;

EMC – ElectroMagnetic Compatibility – электромагнитная совместимость;

FAR – Fully Anechoic Room – безэховая камера;

FER – Frame Error Rate – частота появления ошибок в кадре;

FFT – Fast Fourier Transformation – быстрое преобразование Фурье;

FHSS – Frequency Hopping Spread Spectrum – расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты;

HT – High Throughput – высокая пропускная способность;

ISM – Industrial, Scientific and Medical – промышленные, научные и медицинские;

LBT – Listen Before Talk – механизм «прослушивание перед передачей»;

LPDA – Logarithmic Periodic Dipole Antenna – логарифмическая периодическая дипольная антенна;

MCS – Modulation and Coding Scheme – схема модуляции и кодирования;

MIMO – Multiple-Input/Multiple-Output – множественный выход/ множественный вход;

MS/s – Mega-Samples per second – мегавыборок в секунду;

MU – Medium Utilization – использование среды;

NACK Not ACKnowledged – не подтвержденный;

OATS – Open Area Test Site – открытая испытательная площадка;

OCBW – Occupied Channel Bandwidth – занимаемая полоса пропускания канала;

OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов;

OOB – Out Of Band – внеполосный;

PSD – Power Spectral Density – спектральная плотность мощности;

PER – Packet Error Rate – коэффициент PER (отношение числа ошибочно принятых пакетов к общему числу переданных пакетов).

RBW – Resolution BandWidth – полоса пропускания фильтра RBW;

RF – Radio Frequency – радиочастота;

RMS – Root Mean Square – среднеквадратическое значение;

SAR – Semi Anechoic Room – полубезэховая камера;

TL – Threshold Level – пороговый уровень;

Tx – Transmitter – передатчик;

UUT – Unit Under Test – испытуемое устройство;

VBW – Video BandWidth – полоса пропускания фильтра VBW.

**4 Требования к параметрам радиоспектра**

**4.1 Внешние условия**

Требования к параметрам радиоинтерфейса в настоящем стандарте должны выполняться для внешних условий эксплуатации оборудования, установленных изготовителем. Оборудование должно соответствовать всем требованиям настоящего стандарта во всех случаях, при работе в пределах границ внешних условий, заявленных изготовителем.

**4.2 Типы оборудования**

* + 1. **Типы широкополосного оборудования передачи данных**

Настоящий документ определяет две категории широкополосного оборудования передачи данных:

- Оборудование с расширением спектра скачкообразной перестройкой частоты (FHSS), далее – оборудование с FHSS.

- Другие типы широкополосное оборудование передачи данных, далее – оборудование без FHSS (например: DSSS, OFDM и др.).

Изготовитель должен заявить, что данное оборудование относится к одной из вышеуказанных категорий (см. пункт 5.4.1).

Оборудование, заявленное в качестве первой категории, должно соответствовать требованиям, определенным в пункте 4.3.1.

Оборудование, заявленное в качестве второй категории, должно соответствовать требованиям, определенным в пункте 4.3.2.

**4.2.2 Адаптивное и неадаптивное оборудование**

Настоящий документ распространяется как адаптивное, так и неадаптивное оборудование.

В адаптивном оборудовании используется автоматический механизм, который позволяет оборудованию адаптироваться к среде радиосвязи путем определения частот, которые используются другим оборудованием.

Неадаптивное оборудование не использует такой автоматический механизм адаптации и, следовательно, на него распространяются определенные ограничения в отношении использования среды распространения (см. подпункт 4.3.1.6 и подпункт 4.3.2.5 для коэффициента использования среды), чтобы обеспечить совместное использование среды с другим оборудованием.

В адаптивном оборудовании может быть использовано более одного режима адаптации. Адаптивному оборудованию разрешается работать в неадаптивном режиме. Оборудование должно соответствовать требованиям, предъявляемым для каждого из режимов, в которых оно может работать.

Если не указано иное, оборудование должно соответствовать требованиям в каждом из режимов, в которых оно может работать.

Изготовитель должен указать, является оборудование адаптивным или неадаптивным оборудованием. В случае адаптивного оборудования производитель должен указать, какие механизмы адаптации используются в оборудовании для обеспечения адаптивного режима, а так же может ли оборудование также работать в неадаптивном режиме. Смотрите также пункт 5.4.1.

**4.2.3 Категории приемника**

**4.2.3.1 Общие положения**

Настоящий документ распространяется на различные категории приемников, для которых применяются разные требования и / или соответствующие ограничения.

Применимая категория (категории) приемника, определенная в пункте 4.2.3.2, должна быть отмечена в протоколе испытания. Оборудование, предназначенное для работы в различных режимах, которые могут быть отнесены к разным категориям приемников, должно соответствовать требованиям для каждой применимой категории приемников.

**4.2.3.2 Категории**

**4.2.3.2.1 Приемник категории 1**

Следующее оборудование должно быть отнесено к приемнику категории 1:

- адаптивное оборудование с максимальной выходной мощностью (ЭИИМ) более 10 дБмВт.

Примечание – не адаптивное оборудование должно быть отнесено к приемнику категории 2 или 3.

**4.2.3.2.2 Приемник категории 2**

Следующее оборудование должно быть отнесено к приемнику категории 2:

- неадаптивное оборудование с максимальным коэффициентом использования среды (MU) 1 %, (независимо от максимальной выходной мощности);

- оборудование (адаптивное или неадаптивное) с максимальной выходной мощностью (ЭИИМ)   
0 дБмВт.

**4.2.3.2.3 Приемник категории 3**

Следующее оборудование должно быть отнесено к приемнику категории 3:

- неадаптивное оборудование со средним коэффициентом использования среды (MU), превышающим 1 %,

- адаптивное или неадаптивное оборудование с максимальным коэффициентом использования среды (MU) равным 1 %, а так же адаптивное оборудование, с максимальной выходной мощностью (ЭИИМ) 0 дБмВт.

**4.2.4 Типы антенн**

Оборудование должно иметь либо встроенные антенны, либо внешние антенны. Внешние антенны должны оцениваться в совокупности с оборудованием в соответствии с требованиями настоящего документа.

**4.3 Соответствие требованиям**

**4.3.1 Требования для оборудования с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (FHSS)**

**4.3.1.1 Общие положения**

Для FHSS оборудования применяются требования подпунктов 4.3.1.2 - 4.3.1.13.

Требования, изложенные в пункте 4.3.1, могут отличаться в зависимости от того, является ли оборудование FHSS адаптивным или неадаптивным. Адаптивное оборудование, принявшее решение работать в неадаптивном режиме на одной или нескольких частотах в условиях отсутствия помех, должно соответствовать требованию к разделению частот для скачков, применимому к неадаптивному оборудованию с FHSS, определенному в первом абзаце подпункта 4.3.1.5.3.1 для этих частот, а также всем другим требованиям, применимым к неадаптивному оборудованию FHSS.

**4.3.1.2 Излучаемая выходная мощность**

**4.3.1.2.1 Применимость**

Данное требование применимо ко всем типам оборудования с FHSS

**4.3.1.2.2 Термины**

Излучаемая выходная мощность определяется как средняя эффективная изотропно-излучаемая мощность (ЭИИМ) оборудования за время передачи пакета.

**4.3.1.2.3 Требования**

Максимальная излучаемая выходная мощность для адаптивного оборудования с FHSS должна быть не более 20 дБмВт.

Примечание – Для неадаптивного оборудования с FHSS изготовитель может декларировать пониженную выходную мощность (см. пункт 5.4.1 m)) и соответствующий рабочий цикл (см. пункт 5.4.1 e)), которые подтверждают соответствие оборудования требованиям по коэффициенту использования среды (MU), описанному в пункте 4.3.1.6. Это проверяется испытанием на соответствие, упомянутым в подпункте 4.3.1.6.4.

Для неадаптивного оборудования с FHSS, где изготовитель декларировал выходную мощность ниже 20 дБм (ЭИИМ), выходная мощность ВЧ должна быть меньше или равна этому заявленному значению.

Данное ограничение применяется для любой комбинации уровня мощности и предполагаемого антенного блока.

**4.3.1.2.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному подпункту определены в пункте 5.4.2 и, в частности, в подпункте 5.4.2.2.1.2.

**4.3.1.3 Рабочий цикл, Tx- передача, Tx-пауза**

**4.3.1.3.1 Применимость**

Данные требования применимы к неадаптивному оборудованию с FHSS или к адаптивному оборудованию с FHSS, работающему в неадаптивном режиме.

Данные требования не распространяются на оборудование с максимальной заявленной ЭИИМ менее 10 дБмВт, или на оборудование, работающее в режиме, когда ЭИИМ составляет менее 10 дБмВт.

**4.3.1.3.2 Термины**

Рабочий цикл – это отношение длительности активной работы передатчика к периоду наблюдения.

Период наблюдения равен:

- среднему времени пребывания на частоте, умноженному на 100;

или

- среднему времени пребывания на частоте, умноженному на 2-кратное количество частот   
для скачков (N), в зависимости от того, какое значение больше.

Tx-передача – период времени, в течение которого происходит одна или несколько передач, после чего должна следовать Tx-пауза. Данные многократные передачи в одной Tx-передаче могут осуществляться на одной частоте или на множественных частотах для скачков.

Tx-пауза – период времени, в течение которого не происходят передача ни на одной из частот для скачков.

Для неадаптивного оборудования с FHSS максимальный рабочий цикл, на котором может работать оборудование, заявляется изготовителем. Рабочий цикл и соответствующий уровень мощности для данного типа оборудования могут динамически изменяться (см. пункт 5.4.1 е).

**4.3.1.3.3 Требования**

Неадаптивное оборудование с FHSS должно соответствовать следующим требованиям:

- рабочий цикл должен быть равен или меньше максимального значения, заявленного изготовителем;

- максимальное время Tx-передачи должно быть 5 мс;

- минимальное время Tx-паузы – 5 мс.

Примечание – Для неадаптивного оборудования с FHSS изготовитель может декларировать пониженную выходную мощность (см. пункт 5.4.1 m)) и соответствующий рабочий цикл (см. пункт 5.4.1 e)), которые подтверждают соответствие оборудования требованиям по коэффициенту использования среды (MU), описанному в пункте 4.3.1.6. Это проверяется испытанием на соответствие, упомянутым в пункте 4.3.1.6.4.

**4.3.1.3.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному подпункту определены в пункте 5.4.2, в частности, в подпункте 5.4.2.2.1.3.

**4.3.1.4 Время работы на частоте, занятость частоты и последовательность скачков**

**4.3.1.4.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования с FHSS.

**4.3.1.4.2 Термины**

Время работы на частоте – это общее время включения передатчика на определенной перестраиваемой частоте.

Занятость частоты – это количество раз, которое каждая частота для скачка является занятой в течение определенного периода. Частота считается занятой, если оборудование выбирает данную частоту из последовательности возможных. Оборудование может передавать, принимать или оставаться бездействующим в течение времени задержки, проведенного на данной перестраиваемой частоте.

Последовательность частотных скачков для оборудования с FHSS представляет собой уникальную псевдослучайную последовательность, используемую в данном оборудовании.

**4.3.1.4.3 Требования**

**4.3.1.4.3.1 Неадаптивное оборудования с FHSS**

Время работы на частоте для каждой из случайно перестраиваемых частот не должно превышать 15 мс в течение любого периода наблюдения, равного 15 мс умноженным на минимальное количество частот для скачков (N), которое используется в оборудовании.

Для соответствия требованиям по Занятости частоты оборудование должно соответствовать одному из следующих вариантов:

Вариант 1: Каждая частота в последовательности псевдослучайно перестраиваемых частот должна быть занята, по меньшей мере, один раз в течение времени наблюдения, не превышающего четырехкратного произведения Времени работы на частоте и количества используемых псевдослучайно перестраиваемых частот.

Вариант 2: Вероятность занятости для каждой частоты должна быть в пределах между ((1 / U) × 25 %) и 77 %, где U - количество используемых псевдослучайно перестраиваемых частот.

Последовательность скачков должна содержать, по меньшей мере, N частот псевдослучайной перестройки. Где N, в зависимости от того, что больше, равно либо 5, либо результату деления 15 МГц на минимальное частотное разделение между частотами псевдослучайной перестройки, в МГц.

Примечание – Смотри п. 4.3.1.5.3.1, также применимый к неадаптивному оборудования с FHSS.

Неадаптивное оборудование с FHSS может внести в черный список некоторые, но не все скачкообразные частоты. Из N частот скачков, определенных выше, оборудование должно передавать данные, по крайней мере на одной частоте скачка. Для частот, включенных в черный список, оборудование должно занимать эти частоты в течение среднего времени пребывания (см. также определение частоты, включенной в черный список, в пункте 3.1).

**4.3.1.4.3.2 Адаптивное оборудования с FHSS**

Адаптивное оборудование с FHSS должно работать как минимум в 70 % полосы, указанной в таблице 1.

Время работы на частоте для каждой из псевдослучайно перестраиваемых частот не должно превышать 400 мс в течение любого периода наблюдения, равного 400 мс, умноженным на минимальное количество частот для скачков (N), которое используется в оборудовании.

Для соответствия требованиям по занятости частоты оборудование должно соответствовать одному из следующих вариантов:

Вариант 1: Каждая частота в последовательности псевдослучайно перестраиваемых частот должна быть занята, по меньшей мере, один раз в течение времени наблюдения, не превышающего четырехкратного произведения Времени работы на частоте и количества используемых частот для скачков.

Вариант 2: Вероятность занятости для каждой частоты должна быть в пределах между ((1 / U) × 25 %) и 77 %, где U - количество используемых частот для скачков.

Последовательность скачков должна содержать, по меньшей мере, N частот для скачков. Где N, в зависимости от того, что больше, равно либо 15, либо результату деления 15 МГц на минимальное частотное разделение между частотами для скачков, в МГц.

Примечание – Смотри п. 4.3.1.5.3.2, также применимый к адаптивному оборудования с FHSS.

Для адаптивного оборудования с FHSS из N скачкообразных частот, определенных выше, оборудование должно учитывать, по крайней мере, одну скачкообразную частоту для своих передач. При условии отсутствия помех на этой скачкообразной частоте с уровнем выше порога обнаружения, определенного в подпункте 4.3.1.7.2.2 (пункт 5) или подпункте 4.3.1.7.3.2 (пункт 5) оборудование должно осуществлять передачи на этой частоте скачка.

Для адаптивного оборудования с FHSS с применением LBT, если сигнал обнаружен во время оценки занятости канала, оборудование может немедленно перейти на следующую частоту скачка в последовательности скачков (см. пункт 4.3.1.7.2.2 (пункт 2)) при условии соблюдения предела накопленного времени передачи на новой частоте скачка.

**4.3.1.4.4 Соответствие**

Пределы, указанные в пункте 4.3.1.4.3, должны быть проверены с использованием испытаний на соответствие, определенных в пункте 5.4.4. При этой проверке должна быть принята во внимание информация, представленная в пункте 4.3.1.4.4. В качестве альтернативы для демонстрации соответствия требованиям к накопленному о времени передачи может быть проведен статистический анализ, способный продемонстрировать, что это требование может быть выполнено с вероятностью  
95 % (см. пункт 5.4.1).

Когда для оборудования с FHSS вариантов 1 (подпункты 4.3.1.4.3.1 или 4.3.1.4.3.2) соответствие не может быть доказано с помощью измерений по подпункту 5.4.4.2.1 (шаг 5), поскольку частотное занятие в режимах приема и холостого хода не может быть измерено, должен быть проведен статистический анализ для демонстрации соответствия требованию о занятии частоты. Этот статистический анализ может быть выполнен с помощью моделирования или математического анализа.

Для оборудования с FHSS вариантов 1 (подпункты 4.3.1.4.3.1 или 4.3.1.4.3.2), должен быть проведен статистический анализ для подтверждения соответствия этому требованию. Этот статистический анализ может быть выполнен с помощью моделирования или математического анализа.

Если был проведен статистический анализ, то он должен основываться на известных и/или измеренных параметрах UUT. Этот анализ должен быть включен в протокол испытания.

**4.3.1.5 Разделение Скачкообразно Перестраиваемых Частот**

**4.3.1.5.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования с FHSS.

**4.3.1.5.2 Термины**

Разделение скачкообразно перестраиваемых частот - это частотное разделение между двумя соседними частотами для скачков.

**4.3.1.5.3 Требования**

**4.3.1.5.3.1 Неадаптивное оборудования с FHSS**

Для неадаптивного оборудования с FHSS разделение скачкообразно перестраиваемых частот должно быть равно или больше, чем занимаемая полоса пропускания канала (см. подпункт 4.3.1.8), с минимальным разделением 100 кГц.

Для оборудования с максимальным заявленным уровнем выходной мощности менее 10 дБмВт ЭИИМ или для неадаптивного оборудования с FHSS, работающего в режиме, когда выходная мощность менее 10 дБмВт ЭИИМ разделение должно быть равно или превышать 100 кГц.

**4.3.1.5.3.2 Адаптивное оборудования с FHSS**

Для адаптивного оборудования с FHSS минимальное разделение скачкообразно перестраиваемых частот должно составлять 100 кГц.

Адаптивное оборудование с FHSS, переключающееся в неадаптивный режим на одной или нескольких частотах для скачков, при обнаружении помехи с уровнем выше порогового уровня, определенного пунктами 5 в подпунктах 4.3.1.7.2.2 или 4.3.1.7.3.2 не должно соответствовать разделению частот, предусмотренному в подпункте 4.3.1.5.3.1 для неадаптивного оборудования FHSS.

Если разделение частот для скачков находится ниже занимаемаемой полосы пропускания канала, но превышает 100 кГц оборудованию разрешается продолжать работать с этим разделением частот до тех пор, пока помехи остаются присутствующими на этих частотах для скачков. Поскольку это смягченное разделение частот для скачков применяется только к адаптивному оборудованию с FHSS, оно должно продолжать работать в адаптивном режиме на всех других частотах.

Адаптивному оборудованию с FHSS, которое переключилось в неадаптивный режим на одной или нескольких частотах для скачков, поскольку на этих частотах для скачков была обнаружена помеха с уровнем выше порогового уровня (определенного в подпункте 4.3.1.7.2.2, пункт 5 или подпункте 4.3.1.7.3.2, пункт 5) разрешается продолжать работать с минимальным разделением скачкообразно перестраиваемых частот в 100 кГц до тех пор, пока помеха остается на данных частотах для скачков. При этом на других частотах для скачков оборудование должно продолжать работать в адаптивном режиме.

Адаптивное оборудование с FHSS, которое перешло в неадаптивный режим работы на одной или нескольких частот для скачков без помех, должно соответствовать требованиям разделения скачкообразно перестраиваемых частот для неадаптивного оборудования с FHSS, определенного в подпункте 4.3.1.5.3.1 (первый пункт) для этих частот.

**4.3.1.5.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному подпункту определены в пункте 5.4.5.

**4.3.1.6 Коэффициент использования среды (MU)**

**4.3.1.6.1 Применимость**

Данные требования не применимы для адаптивного оборудования с FHSS, за исключением случая, когда такое оборудование работает в неадаптивном режиме.

Также данные требования не распространяется на оборудование с FHSS с максимальным заявленным уровнем выходной мощности менее 10 дБмВт ЭИИМ или на оборудование с FHSS, работающее в режиме, когда выходная мощность менее 10 дБмВт ЭИИМ.

Примечание – несмотря на то, что требование не применяется к оборудованию FHSS с уровнем выходной мощности менее 10 дБмВт, фактическое значение коэффициента использования среды даже для оборудования, работающего с уровнем выходной мощности ВЧ менее 10 дБмВт, может быть использовано в других частях настоящего стандарта, например для определения применимой категории приемника в пункте 4.2.3.2.

**4.3.1.6.2 Термины**

Коэффициент использования среды (MU) является единицей для оценки количества ресурсов (мощности и времени), используемых неадаптивным оборудованием. Коэффициент использования среды определяется по формуле:

MU = (P / 100 мВт) × DC

где: MU – коэффициент использования среды, %;

P – выходная мощность, определенная в подпункте 4.3.1.2.2, мВт;

DC – рабочий цикл, определенный в подпункте 4.3.1.3.2, %.

Оборудование может динамически изменять рабочий цикл и соответствующий уровень мощности (см. пункт 5.4.1 е)).

**4.3.1.6.3 Требования**

Максимальный коэффициент использования среды для неадаптивного оборудования с FHSS должен составлять 10 %.

**4.3.1.6.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному пункту определены 5.4.2, конкретно в подпункте 5.4.2.2.1.4.

**4.3.1.7 Адаптивность (Адаптивная FHSS)**

**4.3.1.7.1 Применимость**

Данные требования не применяется к неадаптивному оборудованию с FHSS или адаптивному оборудованию с FHSS, работающему в неадаптивном режиме.

Также данные требования не распространяется на оборудование с FHSS с максимальным заявленным уровнем выходной мощности менее 10 дБмВт ЭИИМ или на оборудование с FHSS, работающее в режиме, когда выходная мощность менее 10 дБмВт ЭИИМ.

Оборудование с адаптивной перестройкой частоты (AFH) использует механизм обнаружения и исключения (DAA), который позволяет оборудованию адаптировать свою радиосвязь путем идентификации частот, используемых другим оборудованием.

Адаптивному оборудованию с FHSS допускается иметь короткие передачи сигналов управления без определения частоты на наличие других сигналов (смотри подпункт 4.3.1.7.4).

Оборудование с адаптивной перестройкой частоты должно использовать один из механизмов, предусмотренных в подпункте 4.3.1.7.2 или подпункте 4.3.1.7.3.

Адаптивному оборудованию разрешается динамически переключаться между различными режимами адаптации.

**4.3.1.7.2 Адаптивная FHSS на основе LBT**

**4.3.1.7.2.1 Термины**

Адаптивная FHSS на основе LBT – это механизм, при котором заданная частота перестройки становится "недоступной", поскольку перед любой передачей на данной частоте был обнаружен мешающий сигнал.

**4.3.1.7.2.2 Требования и ограничения**

Адаптивная FHSS на основе LBT должно соответствовать следующему минимальному набору требований:

1. В начале каждого времени пребывания на частоте, перед передачей на псевдослучайно перестраиваемой частоте, оборудование должно выполнить проверку Оценки Занятости Канала (ССА) с использованием обнаружения энергии. Время наблюдения CCA должно составлять не менее 0,2 % от времени занятости канала при минимальном значении 18 мкс. Если оборудование обнаруживает, что частота перестройки является свободной, оно может немедленно передать информацию.
2. Если определено, что присутствует сигнал с уровнем выше порога обнаружения, определенного на этапе 5, частота псевдослучайной перестройки должна быть отмечена как "недоступная". В этом случае, оборудование может перейти на следующую частоту в схеме псевдослучайной перестройки частоты, даже не дожидаясь окончания времени пребывания на частоте, но в этом случае "недоступный" канал не может считаться "занятым" и не учитывается в части требований о минимальном количестве частот для скачков, как определено в подпункте 4.3.1.4.3.2. Как альтернатива, оборудование может оставаться на данной частоте в течение оставшегося времени пребывания на частоте. В этом случае, если оборудование остается на частоте с намерением передавать, оно должно выполнить проверку расширенного CCA, в которой (недоступный) канал наблюдается в течение случайного периода времени, значение которого находится между значением, определенным для времени наблюдения CCA на этапе 1, и 5 % от времени занятости канала, определенного на этапе 3. Если проверка расширенного CCA определила, что частота перестройки больше не занята, данная частота псевдослучайной перестройки снова становится доступной. Если во время расширенного CCA определено, что канал все еще занят, оборудование должно выполнять новые проверки расширенного CCA до тех пор, пока канал не освободится.
3. Общее время, в течение которого оборудование осуществляет передачу на заданной частоте псевдослучайной перестройки частоты, без повторной оценки доступности данной частоты, обозначается как время занятости канала.

Время занятости канала для данной частоты псевдослучайной перестройки, отсчет которого начинается сразу после успешного CCA, должно составлять менее 60 мс, за которым следует период простоя, длительностью минимум 5 % от времени занятости канала при минимальном значении 100 мкс.

По истечении периода простоя процедура, описанная в шаге 1, должна быть повторена перед осуществлением новых передач на данной псевдослучайно перестраиваемой частоте в течение того же времени пребывания на частоте.

ПРИМЕР: Оборудование со временем пребывания на частоте 400 мс может осуществить 6 последовательных передач по 60 мс каждая, разделенных периодом простоя 3 мс. Каждой из последовательных передач предшествовала успешная проверка CCA длительностью 120 мкс.

Для адаптивного оборудования с FHSS на основе LBT со временем пребывания на частоте   
< 60 мс максимальное время занятости канала ограничено временем пребывания на частоте.

1. "Недоступные" каналы могут быть удалены из последовательности перестройки или оставаться в ней, но в любом случае:

- по "недоступным" каналам не должно осуществляться передач за исключением коротких управляющих сигнальных передач, описанных в подпункте 4.3.1.7.4;

- не менее N частот для скачков, определенных в подпункте 4.3.1.4.3.2, должны всегда поддерживаться.

1. Порог обнаружения должен быть пропорционален излучаемой мощности передатчика: для передатчика 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения (TL) должен быть равен или меньше -70 дБмВт/МГц на входе приемника, при условии, что коэффициент усиления антенного блока 0 дБи (приемника). Данный пороговый уровень (TL) может быть скорректирован для усиления (G) блока (приемной) антенны; однако коэффициент усиления формируемого луча (Y) не учитывается. Для уровней мощности менее 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения может быть снижен до:

TL = - 70 дБмВт/МГц + 10 × log10(100 мВт / Pвых) (Pвых – ЭИИМ в мВт)

1. Оборудование должно соответствовать требованиям, определенным в пунктах 1-4 настоящего пункта, при наличии нежелательного CW сигнала, как это определено в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры нежелательного сигнала

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства | Частота нежелательного сигнала,  МГц | Мощность нежелательного CW сигнала,  дБмВт |
| достаточная для поддержания связи (см. примечание 2) | 2 395 или 2 488,5  (см. примечание 1) | -35  (см. примечание 3) |
| Примечания  1 Наибольшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 400  до 2 442 МГц, а наименьшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 442 до  2 483,5 МГц. См. подпункт 5.4.6.1.  2 Типовое значение, которое можно использовать в большинстве случаев, составляет -50 дБмВт / МГц.  3 Указанный уровень является уровнем на входе приемника UUT предполагающий коэффициент усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений этот уровень эквивалентен плотности потока мощности (PFD) перед антенной UUT. | | |

**4.3.1.7.2.3 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.6, в частности, в подпункте 5.4.6.2.1.2.

**4.3.1.7.3 Адаптивная FHSS использующая DAA**

**4.3.1.7.3.1 Термины**

Адаптивная FHSS использующая DAA – это механизм с помощью которого заданная частота перестройки становится "недоступной", потому что после передачи на этой частоте был зарегистрирован помеховый сигнал. Данный механизм должен функционировать должным образом при наличии нежелательного сигнала на частотах, отличных от частот рабочего диапазона.

**4.3.1.7.3.2 Требования и ограничения**

Оборудование с адаптивной перестройкой частоты с использованием других форм DAA отличных от LBT, должно соответствовать следующему минимальному набору требований:

1. В процессе нормальной работы оборудование должно оценивать наличие сигнала на каждой из своих частот для скачков. Если установлено, что имеется сигнал с уровнем выше порога обнаружения, определенного на этапе 5, то частота перестройки должна быть помечена как "недоступная".
2. Частота перестройки должна оставаться недоступной в течение минимального времени, равного 1 секунде или значению в 5 раз превышающему фактическое число частот для скачков в текущей (адаптированной) карте каналов, используемой оборудованием, умноженное на время занятости канала в зависимости от того, какое из этих значений больше. В течение этого периода на этой частоте перестройки передача не должна осуществляться. После этого частота перестройки может снова рассматриваться как "доступная" частота.
3. Общее время, в течение которого оборудование осуществляет передачу на заданной частоте псевдослучайной перестройки частоты, без повторной оценки доступности данной частоты, обозначается как время занятости канала.

Время занятости канала для данной частоты перестройки должно быть менее 40 мс. Для оборудования, у которого время пребывания на частоте > 40 мс, которое хочет осуществлять другие передачи в течение того же скачка (времени пребывания на частоте), должен быть реализован период простоя (без осуществления передачи), длительностью минимум 5 % от времени занятости канала при минимальном значении 100 мкс.

По истечении периода простоя перед осуществлением новых передач на данной частоте перестройки в течение того же времени пребывания на частоте необходимо повторить процедуру, описанную в шаге 1.

ПРИМЕР: Оборудование со временем пребывания на частоте 400 мс может осуществить 9 последовательных передач по 40 мс каждая, разделенных периодом простоя 3 мс.

Для отличного от LBT оборудования с FHSS, у которого временя пребывания на частоте <40 мс, максимальное время занятости канала может быть распределенным, то есть распределяться по ряду последовательных перестроек частоты (равным 40 мс, деленным на время пребывания на частоте [мс]).

1. В случае, если "недоступные" каналы остаются в скачкообразной последовательности, за исключением коротких передач управляющей сигнализации, упомянутых в пункте 4.3.1.7.4, на этих "недоступных" каналах не должно быть никаких передач. В случае, если "недоступные каналы" удаляются из последовательности скачков, всегда должен поддерживаться минимум N частот для скачков, определенных в пункте 4.3.1.4.3.2.
2. Порог обнаружения должен быть пропорционален излучаемой мощности передатчика: для передатчика 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения (TL) должен быть равен или меньше -70 дБмВт/МГц на входе приемника, при условии, что коэффициент усиления антенного блока 0 дБи (приемника). Данный пороговый уровень (TL) может быть скорректирован для усиления (G) блока (приемной) антенны; однако коэффициент усиления формируемого луча (Y) не учитывается. Для уровней мощности менее 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения может быть снижен до:

TL = -70 дБмВт/МГц + 10 × log10(100 мВт / Pвых) (Pвых – ЭИИМ в мВт)

1. Оборудование должно соответствовать требованиям, определенным в пунктах 1-4 настоящего пункта, при наличии нежелательного CW сигнала, как это определено в таблице 3.

Таблица 3 –: Параметры нежелательного сигнала

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства, дБмВт | Частота нежелательного сигнала,  МГц | Мощность нежелательного CW (непрерывного) сигнала,  дБмВт |
| -30 | 2 395 или 2 488,5  (см. примечание 1) | -35  (см. примечание 2) |
| Примечания  1 Наибольшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 400  до 2 442 МГц, а наименьшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 442 до  2 483,5 МГц. См. подпункт 5.4.6.1.  2 Указанный уровень является уровнем на входе приемника UUT предполагающий коэффициент усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений уровень эквивалентен плотности потока мощности перед антенной UUT (см. пример ниже) | | |

**4.3.1.7.3.3 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.6, в частности, в подпункте 5.4.6.2.1.2.

**4.3.1.7.4 Короткие передачи сигналов управления**

**4.3.1.7.4.1 Термины**

Короткие передачи сигналов управления используются оборудованием с FHSS для передачи сигналов контроля и управления без определения наличие других сигналов на данной частоте.

Адаптивное оборудование может осуществлять или не осуществлять короткие передачи сигналов управления.

**4.3.1.7.4.2 Требования**

Если данная функция реализована, короткие передачи сигналов управления должна иметь максимальное отношение TxOn / (TxOn + TxOff) равным 10 % в течение любого периода наблюдения, равного 50 мс или равного времени пребывания на частоте, в зависимости от того, что меньше.

**4.3.1.7.4.3 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию являются частью процедуры испытания адаптивности, определенной в подпункте 5.4.6.2.1.2.

* + - 1. **Занимаемая полоса пропускания канала**

**4.3.1.8.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования с FHSS.

**4.3.1.8.2 Термины**

Занимаемая полоса пропускания канала – это полоса пропускания, которая содержит 99 % мощности сигнала при рассмотрении одной перестроечной частоты.

**4.3.1.8.3 Пределы**

Занимаемая полоса пропускания канала для каждой перестроечной частоты должна полностью находиться в пределах полосы, приведенной в таблице 1.

Кроме того, для неадаптивного оборудования FHSS с ЭИИМ более 10 дБм занятая полоса пропускания канала для каждой занятой частоты скачка должна быть равна или меньше 5 МГц.

**4.3.1.8.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.7.

**4.3.1.9 Нежелательные излучения передатчика во внеполосной области**

**4.3.1.9.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования с FHSS.

**4.3.1.9.2 Термины**

В соответствии с настоящим стандартом нежелательные излучения передатчика во внеполосной области – это излучения, для оборудования находящегося в режиме передачи, на частотах, непосредственно выходящих за пределы рабочей полосы, которые возникает в результате процесса модуляции, за исключением побочных излучений.

**4.3.1.9.3 Пределы**

Нежелательные излучения передатчика во внеполосной области не должны превышать значений, предусмотренных маской на рис. 1.



**Рисунок 1 – Маска передачи**

**4.3.1.9.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.8.

**4.3.1.10 Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений**

**4.3.1.10.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования с FHSS.

**4.3.1.10.2 Термины**

Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений – это излучения вне выделенной полосы и вне внеполосной области, как показано на рисунке 1, для оборудования находящегося в режиме передачи.

**4.3.1.10.3 Требования**

Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений не должны превышать значений, указанных в таблице 4.

Для оборудования с антенными соединителями данные ограничения применяются к излучениям в антенном порту (кондуктивные). Для излучений, излучаемых от корпуса, или излучаемых оборудованием с интегрированной антенной (без антенных разъемов), данные ограничения являются Э.И.М. Для излучений до 1 ГГц и ЭИИМ для излучений свыше 1 ГГц.

Таблица 4 – Пределы для побочных излучений передатчика

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Частотный диапазон | Максимальный уровень | Ширина полосы (RBW) |
| 30 МГц – 47 МГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 47 МГц – 74 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 74 МГц – 87,5 МГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 87,5 МГц – 118 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 118 МГц – 174 МГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 174 МГц – 230 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 230 МГц – 470 МГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 470 МГц – 694 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 694 МГц – 1 ГГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 1 ГГц – 12,75 ГГц | -30 дБмВт | 1 МГц |

**4.3.1.10.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.9.

**4.3.1.11 Побочных излучений приемника**

**4.3.1.11.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования с FHSS.

**4.3.1.11.2 Термины**

Побочные излучения приемника – это излучения на любой частоте, когда оборудование находится в режиме приема.

**4.3.1.11.3 Пределы**

Побочные излучения приемника не должны превышать значений, указанных в таблице 5.

Для оборудования с антенными соединителями данные ограничения применяются к излучениям в антенном порту (кондуктивные). Для излучений, излучаемых от корпуса, или излучаемых оборудованием с интегрированной антенной (без антенных разъемов), данные ограничения являются ЭИМ. Для излучений до 1 ГГц и ЭИИМ для излучений свыше 1 ГГц.

Таблица 4 – Пределы для побочных излучений передатчика

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Частотный диапазон | Максимальный уровень | Ширина полосы (RBW) |
| 30 МГц – 1 ГГц | -57 дБмВт | 100 кГц |
| 1 ГГц – 12,75 ГГц | -47 дБмВт | 1 МГц |

**4.3.1.11.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.10.

**4.3.1.12 Блокирование приемника**

**4.3.1.12.1 Применимость**

Данные требования применимы ко всем типам оборудования с FHSS.

**4.3.1.12.2 Термины**

Блокирование приемника – это параметр, отображающий способность оборудования принимать полезный сигнал в своем рабочем канале с установленным уровнем потери качества в присутствии нежелательного сигнала (сигнала блокировки) на частотах, отличных от рабочих, и паразитных откликов.

**4.3.1.12.3 Критерий качества функционирования**

Для оборудования, поддерживающего тестирование на PER или FER, минимальный критерий эффективности должен быть менее или равный 10 % для PER или FER.

Для оборудования, не поддерживающего тестирование на PER или FER, минимальным критерием эффективности должно быть отсутствие потери функции беспроводной передачи, необходимой для предполагаемого использования оборудования.

**4.3.1.12.4 Требования**

**4.3.1.12.4.1 Общее положение**

При сохранении минимальных критериев качества функционирования, определенных в подпункте 4.3.1.12.3, уровни сигнала блокировки, при указанных смещениях частоты, должны быть равны или превышать значения, определенные для соответствующей категории приемников и представленные в таблице 6, таблице 7 или таблице 8.

**4.3.1.12.4.2 Приемник категории 1**

Таблица 6 содержит параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 1.

Таблица 6 – Параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства,  дБмВт  (см. примечание 1 и 4) | Частота сигнала блокировки,  МГц | Мощность сигнала блокировки,  дБмВт  (см. примечание 4) | Тип сигнала блокировки |
| (-133 дБмВт + 10 × log10 (OCBW))  или -68 дБмВт  в зависимости от того, что меньше  (см. примечание 2) | 2 380  2 504 | -34 | CW |
| (-139 дБмВт + 10 × log10 (OCBW))  или -74 дБмВт  в зависимости от того, что меньше  (см. примечание 3) | 2 300  2 330  2 360  2 524  2 584  2 674 |
| Примечания  1 OCBW в Гц.  2 В случае проведения эфирных измерений с использованием вспомогательного устройства и невозможности определения уровня требуемого сигнала от него аналогичное испытание может быть проведено с использованием требуемого сигнала до Pmin + 26 дБ, где Pmin – наименьший уровень требуемого сигнала, необходимый для удовлетворения минимальных эксплуатационных критериев, определенных в пункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо блокирующего сигнала.  3 В случае проведения эфирных измерений с использованием вспомогательного устройства и невозможности определения уровня требуемого сигнала от него аналогичное испытание может быть проведено с использованием требуемого сигнала до Pmin + 26 дБ, где Pmin – наименьший уровень требуемого сигнала, необходимый для удовлетворения минимальных эксплуатационных критериев, определенных в пункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо блокирующего сигнала.  4 Уровень установлен как уровень на входе приемника UUT с предполагаемым коэффициентом усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений этот уровень эквивалентен плотности потока мощности (PFD) перед антенной UUT, причем UUT сконфигурирован/расположен в соответствии с пунктом 5.4.3.2.2. | | | |

**4.3.1.12.4.3 Приемник категории 2**

Таблица 7 содержит параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 2.

Таблица 7 – Параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства,  дБмВт  (см. примечание 1 и 3) | Частота сигнала блокировки,  МГц | Мощность сигнала блокировки,  дБмВт  (см. примечание 2) | Тип сигнала блокировки |
| (-139 дБмВт + 10 × log10(OCBW) + 10дБ)  или (-74 дБмВт + 10дБ)  в зависимости от того, что меньше  (см. примечание 2) | 2 380  2 503,5 | -34 | CW |
| 2 300  2 583,5 |
| Примечания  1 OCBW в Гц.  2 В случае проведения эфирных измерений с использованием вспомогательного устройства и невозможности определения уровня требуемого сигнала от него аналогичное испытание может быть проведено с использованием требуемого сигнала до Pmin + 26 дБ, где Pmin – наименьший уровень требуемого сигнала, необходимый для удовлетворения минимальных эксплуатационных критериев, определенных в пункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо блокирующего сигнала.  3 Уровень установлен как уровень на входе приемника UUT с предполагаемым коэффициентом усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений этот уровень эквивалентен плотности потока мощности (PFD) перед антенной UUT, причем UUT сконфигурирован/расположен в соответствии с пунктом 5.4.3.2.2. | | | |

**4.3.1.12.4.3 Приемник категории 3**

Таблица 8 содержит параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 3.

Таблица 8 – Параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства,  дБмВт | Частота сигнала блокировки,  МГц | Мощность сигнала блокировки,  дБмВт  (см. примечание 2) | Тип сигнала блокировки |
| (-139 дБмВт + 10 × log10(OCBW) + 10дБ)  или (-74 дБмВт + 10дБ)  в зависимости от того, что меньше  (см. примечание 2) | 2 380  2 504  2 300  2 584 | -34 | CW |
| Примечания  1 OCBW в Гц.  2 В случае проведения эфирных измерений с использованием вспомогательного устройства и невозможности определения уровня требуемого сигнала от него аналогичное испытание может быть проведено с использованием требуемого сигнала до Pmin + 26 дБ, где Pmin – наименьший уровень требуемого сигнала, необходимый для удовлетворения минимальных эксплуатационных критериев, определенных в пункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо блокирующего сигнала.  3 Уровень установлен как уровень на входе приемника UUT с предполагаемым коэффициентом усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений этот уровень эквивалентен плотности потока мощности (PFD) перед антенной UUT, причем UUT сконфигурирован/расположен в соответствии с пунктом 5.4.3.2.2. | | | |

**4.3.1.12.5 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.11.

**4.3.1.13 Возможность Геолокации**

**4.3.1.13.1 Применимость**

Данные требования применимы только к оборудованию с FHSS с возможностью геолокации, как определено в подпункте 4.3.1.13.2.

**4.3.1.13.2 Термины**

Возможность геолокации – это функция оборудования по определения своего географического местоположения с целью настройки в соответствии с нормативными требованиями, применимыми в географическом местоположении, где оно работает.

Возможность геолокации может присутствовать в оборудовании или во внешнем устройстве (временном), связанном с оборудованием, и работающем в том же географическом местоположении, во время первоначального включения оборудования. Термины географическое местоположение также может быть доступно в оборудовании, уже установленном и работающем в том же географическом местоположении.

**4.3.1.13.3 Требования**

Географическое положение, определяемое оборудованием в соответствии с подпунктом 4.3.1.13.2, не должно быть доступно пользователю таким образом, чтобы пользователь мог изменить его.

**4.3.2 Требования к другим типам широкополосного оборудования передачи данных (оборудование без FHSS)**

**4.3.2.1 Введение**

Широкополосное оборудование передачи данных, отличное от оборудования FHSS, обычно работает на фиксированной частоте. Данное оборудование должно соответствовать требованиям, изложенным в пунктах 4.3.2.2-4.3.2.12.

Оборудование, не являющееся FHSS, может изменять свою обычную рабочую частоту при обнаружении помех или не допускать помехи для другого оборудования или в ходе частотного планирования.

**4.3.2.2 Излучаемая выходная мощность**

**4.3.2.2.1 Применимость**

Данное требование применимо ко всем типам оборудования без FHSS.

**4.3.2.2.2 Термины**

Излучаемая выходная мощность определяется как средняя эффективная изотропно-излучаемая мощность (ЭИИМ) оборудования во время пакета передачи.

**4.3.2.2.3 Пределы**

Излучаемая выходная мощность для оборудования без FHSS должна быть менее либо равна 20 дБмВт.

Примечание – Для неадаптивного оборудования с FHSS изготовитель может декларировать пониженную выходную мощность (см. пункт 5.4.1 m)) и соответствующий рабочий цикл (см. пункт 5.4.1 e)), которые обеспечат соответствие оборудования требованиям к коэффициенту использования среды (MU), описанному далее в пункте 4.3.2.5. Это подтверждается испытанием на соответствие, приведенным в пункте 4.3.2.5.4.

Если для неадаптивного оборудования без FHSS изготовитель декларировал выходную мощность ЭИИМ менее 20 дБмВт, выходная мощность должна быть меньше либо равна этому заявленному значению.

Данное ограничение применяется для любой комбинации уровня мощности и предполагаемого антенного блока.

**4.3.2.2.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному подпункту определены в пункте 5.4.2 и, в частности, в подпункте 5.4.2.2.1.2.

**4.3.2.3 Спектральная плотность мощности**

**4.3.2.3.1 Применимость**

Данное требование применимо ко всем типам оборудования без FHSS.

**4.3.2.3.2 Термины**

Спектральная плотность мощности (PSD) представляет собой среднюю спектральную плотность эквивалентной изотропно-излучаемой мощности (ЭИИМ) в полосе шириной 1 МГц во время пакета передачи.

**4.3.2.3.3 Требования**

Для оборудования без FHSS максимальная спектральная плотность мощности не должна превышать 10 дБмВт на МГц.

**4.3.2.3.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному подпункту определены в пункте 5.4.3.

**4.3.2.4 Рабочий цикл, Tx-передача, Tx-пауза**

**4.3.2.4.1 Применимость**

Данные требования применимы к неадаптивному оборудованию или к адаптивному оборудованию, работающему в неадаптивном режиме. Оборудование являющееся оборудованием без FHSS.

Данные требования не распространяются на оборудование с максимальной заявленной ЭИИМ менее 10 дБмВт, или на оборудование, работающее в режиме, когда ЭИИМ составляет менее 10 дБмВт.

**4.3.2.4.2 Термины**

Рабочий цикл – это отношение общего времени включения передатчика к периоду наблюдения равному 1 секунде.

Tx-передача – период времени, в течение которого происходит одна или несколько передач, после чего должна следовать Tx-пауза.

Tx-пауза – период времени, в течение которого не происходят передачи.

**4.3.2.4.3 Пределы**

Оборудование без FHSS должно соответствовать следующему:

- рабочий цикл должен быть меньше или равен максимальному значению, заявленному изготовителем;

- время Tx-передачи должно быть меньше или равно 10 мс;

- минимальное время Tx-паузы, следующее за Tx-передачей, должно быть равно продолжительности этой Tx-передачи, но не менее 3,5 мс.

Примечание – Для неадаптивного оборудования с FHSS изготовитель может декларировать пониженную выходную мощность (см. пункт 5.4.1 m)) и соответствующий рабочий цикл (см. пункт 5.4.1 e)), которые обеспечат соответствие оборудования требованиям к коэффициенту использования среды (MU), описанному далее в пункте 4.3.2.5. Это подтверждается испытанием на соответствие, приведенным в пункте 4.3.2.5.4.

**4.3.2.4.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному подпункту определены в пункте 5.4.2, в частности, в подпункте 5.4.2.2.1.3.

**4.3.2.5 Коэффициент использования среды (MU)**

**4.3.2.5.1 Применимость**

Данные требования не применимы для адаптивного оборудования без FHSS, за исключением случая, когда такое оборудование работает в неадаптивном режиме.

В дополнение, данные требования не распространяется на оборудование без FHSS с максимальным заявленным уровнем выходной мощности менее 10 дБмВт ЭИИМ или на оборудование без FHSS, работающее в режиме, когда выходная мощность менее 10 дБмВт ЭИИМ.

Примечание – Несмотря на то, что требование не применяется к оборудованию без FHSS, с уровнем выходной мощности менее 10 дБмВт, фактическое значение коэффициента использования среды даже для оборудования, работающего с уровнем выходной мощности менее 10 дБмВт, может быть использовано в других частях настоящего документа, например для определения применимой категории приемника в пункте 4.2.3.2.

**4.3.2.5.2 Термины**

Коэффициент использования среды (MU) является единицей для оценки количества ресурсов (мощности и времени), используемых неадаптивным оборудованием. Коэффициент использования среды определяется по формуле:

MU = (P / 100 мВт) × DC

где: MU – коэффициент использования среды, %;

P – выходная мощность, определенная в подпункте 4.3.2.2.2, мВт;

DC – рабочий цикл, определенный в подпункте 4.3.2.4.2, %.

Оборудование может динамически изменять рабочий цикл и соответствующий уровень мощности (см. пункт 5.4.1 е)).

**4.3.2.5.3 Требования**

Максимальный коэффициент использования среды для неадаптивного оборудования без FHSS должен составлять 10 %.

**4.3.2.5.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному пункту определены 5.4.2, конкретно в подпункте 5.4.2.2.1.4.

**4.3.2.6 Адаптивность (оборудование без FHSS)**

**4.3.2.6.1 Применимость**

Данные требования не применяется к неадаптивному оборудованию без FHSS или адаптивному оборудованию без FHSS работающему в неадаптивном режиме.

Также данные требования не распространяется на оборудование без FHSS с максимальным заявленным уровнем выходной мощности менее 10 дБмВт ЭИИМ или на оборудование, работающее в режиме, когда выходная мощность менее 10 дБмВт ЭИИМ.

Адаптивное оборудование без FHSS использует механизм, с помощью которого оно может адаптироваться к радиообстановке, идентифицируя другие передачи, присутствующие в пределах занятой им полосы пропускания канала.

Адаптивное оборудование, не без FHSS, должно реализовывать любой из механизмов, предусмотренных в пункте 4.3.2.6.2 или пункте 4.3.2.6.3.

Адаптивному оборудованию без FHSS разрешается динамически переключаться между различными режимами адаптации.

**4.3.2.6.2 Адаптация без FHSS с использованием DAA**

**4.3.2.6.2.1 Термины**

Адаптация без FHSS с использованием DAA – это механизм для оборудования без FHSS, с помощью которого данный канал становится "недоступным", поскольку после передачи в этом канале был зарегистрирован помеховый сигнал.

**4.3.2.6.2.2 Требования и ограничения**

Адаптация без FHSS с использованием DAA должно соответствовать следующему минимальному набору требований:

1. В процессе нормальной работы оборудование должно оценивать наличие сигнала в своем текущем рабочем канале (каналах). Если установлено, что имеется сигнал с уровнем выше порога обнаружения, определенного на этапе 5, то канал должен быть помечен как "недоступный".
2. Канал должен оставаться недоступным в течение минимального времени, равного 1 секунде, после чего канал может снова рассматриваться как "доступным" каналом.
3. Общее время, в течение которого оборудование осуществляет передачу на данном канале, без повторной оценки доступности данного канала, обозначается как время занятости канала. Время занятости канала должно быть менее 40 мс. Каждая такая последовательная передача должна сопровождаться периодом простоя, длительностью минимум 5 % от времени занятости канала при минимальном значении 100 мкс. По истечении периода простоя необходимо повторить процедуру, описанную в шаге 1.
4. Порог обнаружения должен быть пропорционален излучаемой мощности передатчика: для передатчика 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения (TL) должен быть равен или меньше -70 дБмВт/МГц на входе приемника, при условии, что коэффициент усиления антенного блока 0 дБи (приемника). Данный пороговый уровень (TL) может быть скорректирован для усиления (G) блока (приемной) антенны; однако коэффициент усиления формируемого луча (Y) не учитывается. Для уровней мощности менее 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения может быть снижен до:

TL = -70 дБмВт/МГц + 10 × log10(100 мВт / Pвых) (Pвых – ЭИИМ в мВт)

1. Оборудование должно соответствовать требованиям, определенным в пунктах 1-4 настоящего пункта, при наличии нежелательного CW сигнала, как это определено в таблице 9.

Таблица 9 – Параметры нежелательного сигнала

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства,  дБмВт | Частота нежелательного сигнала,  МГц | Мощность нежелательного CW (непрерывного) сигнала,  дБмВт |
| -30 | 2 395 или 2 488,5  (см. примечание 1) | -35  (см. примечание 2) |
| Примечания  1 Наибольшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 400  до 2 442 МГц, а наименьшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 442 до 2 483,5 МГц. См. подпункт 5.4.6.1.  2 Указанный уровень является уровнем на входе приемника UUT предполагающий коэффициент усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений уровень эквивалентен плотности потока мощности перед антенной UUT | | |

**4.3.2.6.2.3 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.6, в частности, в подпункте 5.4.6.2.1.3.

**4.3.2.6.3 Адаптация без FHSS с использованием LBT**

**4.3.2.6.3.1 Термины**

Адаптация без FHSS с использованием LBT – это механизм, с помощью которого оборудование без FHSS, не осуществляет передач в канале при наличии в нем постороннего сигнала. Данный механизм должен функционировать должным образом при наличии нежелательного сигнала на частотах, отличных от частот рабочего диапазона.

**4.3.2.6.3.2 Требования и ограничения**

**4.3.2.6.3.2.1 Введение**

Настоящий документ определяет два типа адаптивного оборудования без FHSS, и использующего механизм LBT: оборудование пакетных данных и осуществляющее передачу/прием по требованию.

Адаптивное оборудование без FHSS, которое способно работать как оборудование на основе нагрузки, так и как оборудование на основе кадра, может динамически переключаться между данными типами адаптации.

**4.3.2.6.3.2.2 Оборудование на основе кадра**

Оборудование на основе кадра должно соответствовать следующим требованиям:

1. Перед передачей оборудование должно выполнить проверку Оценки Занятости Канала (ССА) с использованием обнаружения энергии. Оборудование должно наблюдать рабочий канал в течение времени наблюдения CCA, которое должно быть не менее 18 мкс. Канал считается занятым в случае, когда уровень энергии в канале превышает пороговое значение, определенное в шаге 5. Если превышение энергии не обнаружено, оборудование может немедленно начинать передачу. Смотрите рисунок 2.
2. Если оборудование обнаруживает, что канал занят, оно не должно передавать в этом канале в течение следующего фиксированного периода кадра.

Оборудование может переключаться в неадаптивный режим и продолжать передачу в этом канале при условии, что оно соответствует требованиям, применимым к неадаптивному оборудованию. См. подпункт 4.3.2.6.1. Как альтернатива, оборудование может продолжать осуществлять в этом канале короткие передачи сигналов управления при условии, что оно соответствует требованиям, приведенным в подпункте 4.3.2.6.4.

1. Общее время, в течение которого оборудование осуществляет передачу на данном канале, без повторной оценки доступности данного канала, обозначается как время занятости канала.

Время занятости канала должно быть в диапазоне от 1 мс до 10 мс, после чего следует период простоя, составляющий не менее 5 % от времени занятости канала, используемого в оборудовании для текущего фиксированного периода кадра. Смотрите рисунок 2 ниже.

1. Оборудование, при правильном приеме передачи, предназначенной для данного оборудования, может пропустить CCA и немедленно (см. также следующий абзац) продолжить передачу кадров управления и контроля. Последовательный ряд подобных передач оборудованием, без нового CCA, не должен превышать максимального времени занятости канала.

Для многоканальной передачи, передачи ACK (связанные с одним и тем же пакетом данных) отдельных устройств разрешается осуществлять в последовательности.

1. Порог обнаружения должен быть пропорционален излучаемой мощности передатчика: для передатчика 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения (TL) должен быть равен или меньше -70 дБмВт/МГц на входе приемника, при условии, что коэффициент усиления антенного блока 0 дБи (приемника). Данный пороговый уровень (TL) может быть скорректирован для усиления (G) блока (приемной) антенны; однако коэффициент усиления формируемого луча (Y) не учитывается. Для уровней мощности менее 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения может быть снижен до:

TL = -70 дБмВт/МГц + 10 × log10(100 мВт / Pвых) (Pвых – ЭИИМ в мВт)

1. Оборудование должно соответствовать требованиям, определенным в шагах 1-4 настоящего пункта, при наличии нежелательного CW сигнала, как это определено в таблице 10.

Таблица 10 – Параметры нежелательного сигнала

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства | Частота нежелательного сигнала,  МГц | Мощность нежелательного CW сигнала,  дБмВт |
| достаточная для поддержания связи (см. примечание 2) | 2 395 или 2 488,5  (см. примечание 1) | -35  (см. примечание 3) |
| Примечания  1Наибольшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 400 до 2 442 МГц,  а наименьшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 442 до 2 483,5 МГц.  См. подпункт 5.4.6.1.  2 Типовое значение, которое можно использовать в большинстве случаев, составляет -50 дБмВт / МГц.  3 Указанный уровень является уровнем на входе приемника UUT предполагающий коэффициент усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений уровень эквивалентен плотности потока мощности перед антенной UUT | | |

Пример работы оборудования на основе передачи пакетов во временной области представлен на рис. 2.



**Рисунок 2 – Работа оборудования на основе передачи пакетов во временной области**

**4.3.2.6.3.2.3 Оборудование на основе нагрузки**

В Оборудовании, на основе нагрузки, может реализовываться механизм совместного использования спектра на основе LBT, основанный Оценке Занятости Канала (ССА) с использованием обнаружения энергии, как описано в IEEE 802.11™-2012 [i.3], разделы 9, 10, 16, 17, 19, 20, или в IEEE 802.15.4™-2011 [i.4], пункты 4, 5, 8, при условии, что оборудование соответствует требованиям, указанным в п. 4.3.2.6.3.4. Оборудование на основе нагрузки, не использующее ни один из упомянутых выше механизмов адаптации, должно соответствовать нижеследующему минимальному набору требований:

1. Перед передачей или серией передач оборудование должно выполнить проверку Оценки Занятости Канала (ССА) с использованием обнаружения энергии. Оборудование должно наблюдать рабочий канал в течение времени наблюдения CCA, которое должно быть не менее 18 мкс. Канал считается занятым в случае, когда уровень энергии в канале превышает пороговое значение, определенное в шаге 5. Если превышение энергии не обнаружено, оборудование может немедленно начинать передачу.
2. В случае если обнаружено, что канал занят, оборудование не должно осуществлять передачу в этом канале (также см. следующий пункт). В данном случае оборудование должно выполнять проверку расширенной ССА, при которой канал наблюдается в течение произвольной длительности в диапазоне от 18 мкс до 160 мкс. Если в ходе проверки расширенной CCA определено, что канал больше не занят, оборудование может возобновить передачу в этом канале. Если в ходе проверки расширенной ССА определено, что канал все еще занят, оборудование должно продолжать выполнять проверки расширенной ССА до тех пор, пока канал не освободится.

ПРИМЕЧАНИЕ: Проверка CCA или расширенной CCA считается периодом простоя между передачами, поскольку в течение этого периода передач не осуществляется.

Оборудование может переключаться в неадаптивный режим и продолжать передачу в этом канале при условии, что оно соответствует требованиям, применимым к неадаптивному оборудованию. Как альтернатива, оборудование может продолжать осуществлять в этом канале короткие передачи сигналов управления при условии, что оно соответствует требованиям, приведенным в подпункте 4.3.2.6.4.

1. Общее время, в течение которого оборудование осуществляет передачу на данном канале, без повторной оценки доступности данного канала, обозначается как время занятости канала. Время занятости канала должно быть не менее 13 мс, после чего оборудование должно произвести новую проверку ССА, как описано в шаге 1.
2. После правильного приема пакета, предназначенного для данного оборудования, оно может пропустить CCA и немедленно (также см. следующий параграф) продолжить передачу кадров управления и контроля (например, разрешённых кадров ACK и блоков ACK, однако кадры данных не разрешены для передачи). Последовательный ряд подобных передач оборудованием, без нового CCA, не должен превышать максимального времени занятости канала, как описано в шаге 3.

Для многоканальной передачи, передачи ACK (связанные с одним и тем же пакетом данных) отдельных устройств разрешается осуществлять в последовательности.

1. Порог обнаружения энергии для ССА должен быть пропорционален излучаемой мощности передатчика: для передатчика 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения (TL) должен быть равен или меньше -70 дБмВт/МГц на входе приемника, при условии, что коэффициент усиления антенного блока 0 дБи (приемника). Данный пороговый уровень (TL) может быть скорректирован для усиления (G) блока (приемной) антенны; однако коэффициент усиления формируемого луча (Y) не учитывается. Для уровней мощности менее 20 дБмВт ЭИИМ пороговый уровень обнаружения может быть снижен до:

TL = -70 дБмВт/МГц + 10 × log10(100 мВт / Pвых) (Pвых – ЭИИМ в мВт)

1. Оборудование должно соответствовать требованиям, определенным в шагах 1-4 настоящего подпункта, при наличии нежелательного CW сигнала, как это определено в таблице 11.

Таблица 11 – Параметры нежелательного сигнала

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства | Частота нежелательного сигнала,  МГц | Мощность нежелательного CW сигнала,  дБмВт |
| достаточная для поддержания связи (см. примечание 2) | 2 395 или 2 488,5  (см. примечание 1) | -35  (см. примечание 3) |
| Примечания  1 Наибольшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 400 до 2 442 МГц, а наименьшая частота используется для тестирования рабочих каналов в диапазоне от 2 442 до 2 483,5 МГц. См. подпункт 5.4.6.1.  2 Типовое значение, которое можно использовать в большинстве случаев, составляет -50 дБмВт / МГц.  3 Указанный уровень является уровнем на входе приемника UUT предполагающий коэффициент усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений уровень эквивалентен плотности потока мощности перед антенной UUT | | |

**4.3.2.6.3.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.6, в частности, в подпункте 5.4.6.2.1.4.

**4.3.2.6.4 Короткие передачи сигналов управления**

**4.3.2.6.4.1 Термины**

Короткие передачи сигналов управления - это передачи, используемые адаптивным оборудованием без FHSS, для передачи сигналов контроля и управления без тестирования рабочего канала на наличие других сигналов.

Адаптивное оборудование может осуществлять или не осуществлять короткие передачи сигналов управления.

**4.3.2.6.4.2 Требования**

Если для адаптивного оборудования использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS, данная функция реализована, короткие передачи сигналов управления должны иметь максимальное отношение TxOn / (TxOn + TxOff) равным 10% в течение любого периода наблюдения, равного 50 мс.

ПРИМЕЧАНИЕ: Рабочий цикл определен в подпункте 4.3.2.4.2.

**4.3.2.6.4.3 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в подпункте 5.4.6.2.1.3 (для адаптивного оборудования, с DAA не основанного на LBT, использующего модуляции, отличные от FHSS), или определены в пункте 5.4.6.2.1.4 (для адаптивного оборудования, с DAA на основе LBT, использующего модуляции, отличные от FHSS).

**4.3.2.7 Занимаемая полоса пропускания канала**

**4.3.2.7.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования без FHSS.

**4.3.2.7.2 Термины**

Занимаемая полоса пропускания канала – это полоса пропускания, которая содержит 99 % мощности сигнала.

**4.3.2.7.3 Требования**

Занимаемая полоса пропускания канала должна полностью находиться в пределах полосы, приведенной в таблице 1.

Для неадаптивного оборудования, использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS, у которого ЭИИМ. больше 10 дБмВт занимаемая полоса пропускания канала не должна превышать 20 МГц.

**4.3.2.7.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.7.

**4.3.2.8 Нежелательные излучения передатчика во внеполосной области**

**4.3.2.8.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования без FHSS.

**4.3.2.8.2 Термины**

Нежелательные излучения передатчика во внеполосной области – это излучения, для оборудования находящегося в режиме передачи, на частотах, непосредственно выходящих за пределы рабочей полосы, за исключением побочных излучений.

**4.3.2.8.3 Пределы**

Нежелательные излучения передатчика во внеполосной области не должны превышать значений, предусмотренных маской на рис. 3



**Рисунок 3 – Маска передачи**

**4.3.2.8.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.8.

**4.3.2.9 Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений**

**4.3.2.9.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования без FHSS.

**4.3.2.9.2 Термины**

В настоящем стандарте нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений – это излучения вне выделенной полосы и вне внеполосной области, как показано на рисунке 3, для оборудования находящегося в режиме передачи.

**4.3.2.9.3 Требования**

Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений не должны превышать значений, указанных в таблице 12.

Для оборудования с антенными соединителями данные ограничения применяются к излучениям в антенном порту (кондуктивные). Для излучений, излучаемых от корпуса, или излучаемых оборудованием с интегрированной антенной (без антенных разъемов), данные ограничения являются Э.И.М. Для излучений до 1 ГГц и ЭИИМ для излучений свыше 1 ГГц.

Таблица 12 – Пределы для побочных излучений передатчика

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Частотный диапазон | Максимальный уровень | Ширина полосы (RBW) |
| 30 МГц – 47 МГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 47 МГц – 74 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 74 МГц – 87,5 МГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 87,5 МГц – 118 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 118 МГц – 174 МГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 174 МГц – 230 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 230 МГц – 470 МГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 470 МГц – 694 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 694 МГц – 1 ГГц | -36 дБмВт | 100 кГц |
| 1 ГГц – 12,75 ГГц | -30 дБмВт | 1 МГц |

**4.3.2.9.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.9.

**4.3.2.10 Побочных излучений приемника**

**4.3.2.10.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования без FHSS.

**4.3.2.10.2 Термины**

Побочные излучения приемника – это излучения на любой частоте, когда оборудование находится в режиме приема.

**4.3.2.10.3 Пределы**

Побочные излучения приемника не должны превышать значений, указанных в таблице 13.

Для оборудования без FHSS с антенными соединителями данные ограничения применяются к излучениям в антенном порту (кондуктивные). Для излучений, излучаемых от корпуса, или излучаемых оборудованием с интегрированной антенной (без антенных разъемов), данные ограничения являются Э.И.М. Для излучений до 1 ГГц и ЭИИМ для излучений свыше 1 ГГц.

Таблица 13 – Пределы для побочных излучений передатчика

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Частотный диапазон | Максимальный уровень | Ширина полосы (RBW) |
| 30 МГц – 1 ГГц | -57 дБмВт | 100 кГц |
| 1 ГГц – 12,75 ГГц | -47 дБмВт | 1 МГц |

**4.3.2.10.4 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.10.

**4.3.2.11 Блокирование приемника**

**4.3.2.11.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования без FHSS.

**4.3.2.11.2 Термины**

Блокирование приемника – это параметр, отображающий способность оборудования принимать полезный сигнал в своем рабочем канале с установленным уровнем потери качества в присутствии нежелательного сигнала (сигнала блокировки) на частотах, отличных от рабочих и ложных ответов.

**4.3.2.11.3 Критерий качества функционирования**

Для оборудования, поддерживающего тестирование на PER или FER, минимальный критерий эффективности должен быть менее или равный 10 % для PER или FER.

Для оборудования, не поддерживающего тестирование на PER или FER, минимальным критерием эффективности должно быть отсутствие потери функции беспроводной передачи, необходимой для предполагаемого использования оборудования.

**4.3.2.11.4 Требования**

**4.3.2.11.4.1 Общее положение**

При сохранении минимальных критериев качества функционирования, определенных в пункте 4.3.1.12.3, уровни сигнала блокировки, при указанных смещениях частоты, должны быть равны или превышать значения, определенные для соответствующей категории приемников и представленные в таблице 14, таблице 15 или таблице 16.

**4.3.2.11.4.2 Приемник категории 1**

Таблица 14 содержит параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 1.

Таблица 14 – Параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства,  дБмВт | Частота сигнала блокировки,  МГц | Мощность сигнала блокировки,  дБмВт  (см. примечание 2) | Тип сигнала блокировки |
| (-133 дБмВт + 10 × log10 (OCBW))  или -68 дБмВт  в зависимости от того, что меньше  (см. примечание 2) | 2 380  2 504 | -34 | CW |
| (-139 дБмВт + 10 × log10 (OCBW))  или -74 дБмВт  в зависимости от того, что меньше  (см. примечание 3) | 2 300  2 330  2 360  2 524  2 584  2 674 |
| Примечания  1 OCBW в Гц.  2 В случае проведения эфирных измерений с использованием вспомогательного устройства и невозможности определения уровня требуемого сигнала от него аналогичное испытание может быть проведено с использованием требуемого сигнала до Pmin + 26 дБ, где Pmin – наименьший уровень требуемого сигнала, необходимый для удовлетворения минимальных эксплуатационных критериев, определенных в пункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо блокирующего сигнала.  3 В случае проведения эфирных измерений с использованием вспомогательного устройства и невозможности определения уровня требуемого сигнала от него аналогичное испытание может быть проведено с использованием требуемого сигнала до Pmin + 26 дБ, где Pmin – наименьший уровень требуемого сигнала, необходимый для удовлетворения минимальных эксплуатационных критериев, определенных в пункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо блокирующего сигнала.  4 Уровень установлен как уровень на входе приемника UUT с предполагаемым коэффициентом усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений этот уровень эквивалентен плотности потока мощности (PFD) перед антенной UUT, причем UUT сконфигурирован/расположен в соответствии с пунктом 5.4.3.2.2. | | | |

**4.3.2.11.4.3 Приемник категории 2**

Таблица 15 содержит параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 2.

Таблица 15 – Параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства,  дБмВт | Частота сигнала блокировки,  МГц | Мощность сигнала блокировки,  дБмВт  (см. примечание 2) | Тип сигнала блокировки |
| (-139 дБмВт + 10 × log10(OCBW) + 10дБ)  или (-74 дБмВт + 10дБ)  в зависимости от того, что меньше  (см. примечание 2) | 2 380  2 504  2 300  2 584 | -34 | CW |
| Примечания  1 OCBW в Гц.  2 В случае проведения эфирных измерений с использованием вспомогательного устройства и невозможности определения уровня требуемого сигнала от него аналогичное испытание может быть проведено с использованием требуемого сигнала до Pmin + 26 дБ, где Pmin – наименьший уровень требуемого сигнала, необходимый для удовлетворения минимальных эксплуатационных критериев, определенных в пункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо блокирующего сигнала.  3 Уровень установлен как уровень на входе приемника UUT с предполагаемым коэффициентом усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений этот уровень эквивалентен плотности потока мощности (PFD) перед антенной UUT, причем UUT сконфигурирован/расположен в соответствии с пунктом 5.4.3.2.2. | | | |

**4.3.2.11.4.3 Приемник категории 3**

Таблица 16 содержит параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 3.

Таблица 16 – Параметры блокировки приемника для оборудования с приёмником категории 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства,  дБмВт | Частота сигнала блокировки,  МГц | Мощность сигнала блокировки,  дБмВт  (см. примечание 2) | Тип сигнала блокировки |
| (-139 дБмВт + 10 × log10(OCBW) + 20дБ)  или (-74 дБмВт + 20дБ)  в зависимости от того, что меньше  (см. примечание 2) | 2 380  2 504  2 300  2 584 | -34 | CW |
| Примечания  1 OCBW в Гц.  2 В случае проведения эфирных измерений с использованием вспомогательного устройства и невозможности определения уровня требуемого сигнала от него аналогичное испытание может быть проведено с использованием требуемого сигнала до Pmin + 26 дБ, где Pmin – наименьший уровень требуемого сигнала, необходимый для удовлетворения минимальных эксплуатационных критериев, определенных в пункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо блокирующего сигнала.  3 Уровень установлен как уровень на входе приемника UUT с предполагаемым коэффициентом усиления антенного узла 0 дБи. В случае кондуктивных измерений этот уровень должен быть скорректирован на коэффициент усиления (G) антенного узла в пределах полосы. В случае эфирных измерений этот уровень эквивалентен плотности потока мощности (PFD) перед антенной UUT, причем UUT сконфигурирован/расположен в соответствии с пунктом 5.4.3.2.2. | | | |

**4.3.2.11.5 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.11.

**4.3.2.12 Возможность геолокации**

**4.3.2.12.1 Применимость**

Данные требования применимы только к оборудованию без FHSS с возможностью геолокации, как определено в подпункте 4.3.2.12.2.

**4.3.2.12.2 Термины**

Возможность геолокации – это функция оборудования по определения своего географического местоположения с целью настройки в соответствии с нормативными требованиями, применимыми в географическом местоположении, где оно работает.

Возможность геолокации может присутствовать в оборудовании или во внешнем устройстве (временном), связанном с оборудованием, и работающем в том же географическом местоположении, во время первоначального включения оборудования. Определение географическое местоположение также может быть доступно в оборудовании, уже установленном и работающем в том же географическом местоположении.

**4.3.2.12.3 Ограничения**

Географическое положение, определяемое оборудованием без FHSS в соответствии с пунктом 4.3.2.12.2, не должно быть доступно пользователю таким образом, чтобы пользователь мог изменить его.

**5 Методы испытаний**

**5.1 Условия испытаний**

**5.1.1 Введение**

Испытания, определенные в настоящем стандарте, должны проводиться в характерных точках в границах предельно допустимых эксплуатационных условий окружающей среды.

В тех случаях, когда технические характеристики варьируются в зависимости от условий окружающей среды, испытания должны проводиться при различных условиях окружающей среды (в пределах заявленных климатических условий) для обеспечения уверенности соответствия техническим требованиям.

Для каждого испытания, определенного в настоящем стандарте, должны быть указаны климатические условия, при которых проводилось каждое конкретное испытание.

**5.1.2 Нормальные условия испытаний**

**5.1.2.1 Нормальные значения температуры и влажности**

Нормальные значения температуры и влажности, при которых проводятся испытания, должны находиться в пределах:

– температура – +15 оС − +35 оС;

– относительная влажность – 20 % − 75 %.

Фактические значения параметров должны быть занесены в протокол испытаний.

**5.1.2.2 Нормальные параметры электропитания**

Нормальное напряжение электропитания оборудования, при котором проводятся испытания, должно быть в пределах номинальных напряжений, установленных изготовителем.

**5.1.3 Предельные условия испытаний**

По требованию заказчика некоторые испытания могут быть проведены при предельных внешних параметрах. В этом случае измерения должны быть проведены на крайних границах рабочих температур или напряжений, как установлено изготовителем.

**5.2 Удалено**

**5.3 Определение дополнительных условий испытаний**

**5.3.1 Режим испытаний**

Если не указано иное, измерения должны проводиться при нормальной работе оборудования с оборудованием, работающим в наихудшем варианте конфигурации (например, модуляция, занимаемая полоса, скорость передачи данных, мощность) в отношении требования, подлежащего испытанию. Для каждого из требований настоящего документа эта конфигурация наихудшего варианта должна быть заявлена изготовителем (см. пункт 5.4.1 f) и задокументирована в протоколе испытания. Для работы оборудования в этом режиме может использоваться специальное программное обеспечение.

Оборудование с FHSS должно позволять вручную выбирать определенные частоты скачков, чтобы облегчить некоторые из выполняемых испытаний.

**5.3.2 Антенны и режимы работы передачи**

**5.3.2.1 Встроенные и внешние антенны**

Интеллектуальные антенные системы могут использовать методы формирования луча, приводящие к дополнительному (антенному) усилению. Усиление формируемого луча (Y) задается в дБ. Считается, что отдельные антенны, используемые интеллектуальными антенными системами, имеют одинаковый коэффициент усиления, называемый коэффициентом усиления антенного узла (G). Коэффициент усиления при формируемого луча не включает коэффициент усиления антенного узла (G).

Интеллектуальные антенные системы могут работать в различных режимах работы, при которых количество активных цепей (антенн) изменяется в зависимости от режима.

**5.3.2.2 Интеллектуальная антенная система и режимы функционирования, связанные с ней**

**5.3.2.2.1 Введение**

Интеллектуальные антенные системы могут работать в различных режимах работы, при которых количество активных цепей (антенн) изменяется в зависимости от режима.

**5.3.2.2.2 Режим работы 1 (одиночная антенна)**

При работе в этом режиме оборудование использует только одну антенну в какой-то момент времени.

К этой категории относятся следующие типы оборудования:

‒ оборудование с одной антенной;

‒ оборудование с двумя разнесенными антеннами, работающими в режиме коммутации, при котором в любой момент времени используется только одна антенна;

‒ интеллектуальная антенная система с двумя или более цепями передачи/приема, но работающая в режиме, в котором используется только одна цепь передачи/приема.

**5.3.2.2.3 Режим работы 2 (несколько антенн, без формирования луча)**

Оборудование, работающее в данном режиме, содержит интеллектуальную антенную систему, использующую одновременно две или более передающие антенны, каждая из которых работает как самостоятельная антенна.

**5.3.2.2.4 Режим работы 3 (несколько антенн, с формированием луча)**

Оборудование, работающее в данном режиме, содержит интеллектуальную антенную систему, использующую одновременно две или более передающие антенны, работающие как антенная решетка.

В дополнение к усилению *G* антенного блока при выполнении измерений, описанных в настоящем стандарте, может учитываться коэффициент усиления *Y*, полученный в результате формирования диаграммы направленности.

**5.3.2.3 Конфигурация для испытаний**

Если не указано иное, в тех случаях, когда предполагается использовать несколько комбинаций радиооборудования и антенн, конфигурация, используемая для проведения испытаний, должна быть выбрана следующим образом:

для каждой комбинации определите самый высокий уровень мощности, выбираемый пользователем, и антенный узел с наибольшим коэффициентом усиления;

для полученных комбинаций выберите ту, которая имеет наибольшую ЭИИМ.

**5.3.3 Адаптивное и неадаптивное оборудование**

Оборудование, которое может работать как в неадаптивном, так и в адаптивном режиме  
(см. п. 4.2.2), должно испытано в обоих режимах. Оборудование, которое может работать в более чем одном адаптивном режиме, должно быть испытано в каждом из этих адаптивных режимов.

**5.3.4 Описание оборудования**

Автономное оборудование должно быть испытано на соответствие всем требованиям настоящего документа.

Для испытания комбинированного или мульти-радио оборудования на соответствие требованиям настоящего стандарта, специальных указаний ETSI EG 203 367 [i.12], раздел 6.

Изготовитель должен указать, является ли UUT автономным оборудованием, комбинированным оборудованием или мульти-радиооборудованием (см. пункт 5.4.1, пункт о)).

**5.3.5 Кондуктивные измерения, измерения по эфиру, относительные измерения**

Допускается проводить как кондуктивные, так и эфирные измерения.

Для оборудования со встроенной или внешней антенной, у которого имеются антенные разъемы (технологические или временные), проводят кондуктивные измерения.

Для оборудования со встроенной антенной без антенного разъема допускается использовать испытательные приспособления для обеспечения кондуктивного подключения.

Использование испытательных приспособлений описано в разделе B.4.

**5.4 Методы испытаний**

**5.4.1 Информация об оборудовании**

Для проведения испытаний изготовителем должна быть указана следующая информация. Эта информация должна быть включена в протокол испытания. Для этого можно использовать форму заявки, приведенную в приложении Е:

а) тип широкополосного оборудования передачи данных: оборудование FHSS или любой другой тип широкополосного оборудования передачи данных (не являющееся оборудованием с FHSS) (см. пункт 4.2.1);

b)  в случае оборудования с FHSS: количество скачкообразных частот и время задержки на канал. Для оборудования FHSS, которое может иметь различное время задержки: среднее время задержки и максимальное время задержки. Для адаптивного оборудования с FHSS-среднее время пребывания, максимальное число частот для скачков и минимальное число частот для скачков.;

c) что касается адаптивности, то тип оборудования: неадаптивное оборудование, адаптивное оборудование или оборудование, которое может работать как в адаптивном, так и в неадаптивном режиме;

d) для адаптивного оборудования:

- используется LBT или DAA (см. подпункт 4.3.1.7 и подпункт 4.3.2.6) и максимальное время занятости канала, реализуемое оборудованием;

- для адаптивного оборудования на основе LBT без FHSS, является ли оборудование оборудованием передачи пакетов (пункт 4.3.2.6.3.2.2) или оборудованием на основе нагрузки (пункт 4.3.2.6.3.2.3);

e) для неадаптивного оборудования максимальный рабочий цикл оборудования с динамическим режимом в отношении выходной мощности RF и рабочего цикла такой режим должен быть описан. (например, должны быть заявлены различные комбинации рабочего цикла и соответствующие уровни мощности);

f) для каждого из выполняемых испытаний записывается наихудшая конфигурация (подпункт 5.3.1);

g) различные режимы работы передачи, в которых может работать оборудование (подпункт 5.3.2.2);

h) для каждого из режимов, заявленных в разделе g), должны быть заявлены:

- количество передающих цепей;

- если активна более одной передающей цепи, распределяется ли мощность одинаково или нет;

- количество приемных цепей;

- реализовано ли формирование диаграммы направленности антенны и, если да, максимальное усиление формирования диаграммы направленности (Y) или общее усиление антенны (G + Y) для этого режима работы передачи;

i) диапазон рабочих частот оборудования;

j) номинальная пропускная способность канала (ов). Для неадаптивного оборудования с FHSS cо скачкообразной перестройкой частоты. Это номинальная ширина полосы канала при работе на одной скачкообразной частоте.

k) тип оборудования, например: автономное оборудование, подключаемое радиооборудование, комбинированное оборудование и т. д. (подпункт 5.3.4)

l) Диапазон параметров окружающей среды (например, нормальные условия испытаний и предельные условия испытаний), которые применяются к оборудованию.(подпункт 5.1);

m) предполагаемая комбинация(ы) параметров мощности радиооборудования и одного или нескольких антенных узлов, их соответствующие максимальные коэффициенты усиления (G) и результирующие уровни эквивалентной изотропной-излучаемой мощности., учитывающие также коэффициент усиления множителя системы (Y), если это применимо (Также подпункт 5.3.2.2.4). Для оборудования, где в режиме приема коэффициент усиления антенного узла и / или коэффициент усиления множителя системы отличается от режима передачи, антенных узлов, их соответствующих максимальным коэффициентом усиления (G) и **коэффициент усиления множителя системы** (Y) которые применяются в режиме приёма.

n) номинальные напряжения автономного радиооборудования или номинальные напряжения хоста или комбинированного оборудования в случае подключаемого оборудования;

o) любые специальные доступные режимы испытаний, которые можно использовать для облегчения испытаний;

p) тип оборудования (например, Bluetooth®, IEEE 802.11 ™ [i.3], IEEE 802.15.4 ™ [i.4], патентованный и т. д.);

q) для оборудования FHSS, реализующего Вариант 1 в подпункте 4.3.1.4.3.1 или Вариант 1 в подпункте 4.3.1.4.3.2 (Требование к занятости частоты), в случае, если соответствие не может быть доказано посредством измерений в подпункте 5.4.4.2.1, шаг 5 (поскольку занятие частоты в режимах приема и холостого хода не может быть измерено), изготовитель должен предоставить статистический анализ для подтверждения соответствия требованию к занятости частоты;

r) для оборудования FHSS, реализующего Вариант 2 в подпункте 4.3.1.4.3.1 или Вариант 2 в подподпункте 4.3.1.4.3.2 (Требование к занятию частотой), изготовитель должен предоставить статистический анализ для подтверждения соответствия этому требованию.;

s) поддерживает ли оборудование возможность геолокации, как определено в подпункте 4.3.1.13 или в подпункте 4.3.2.12.

**5.4.2 Выходная мощность RF, Рабочий цикл, Tx-передача, Tx-пауза, средняя загрузка**

**5.4.2.1 Условия испытаний**

См. 5.1 для условий проведения испытаний. Помимо выходной мощности RF, измерения должны проводиться только при нормальных условиях испытания.. Измерения выходной RF-мощности должны проводиться как при нормальных условиях испытаний, так и на крайних значениях диапазона рабочих температур.

В случае испытуемого устройства, предназначенного для использования со встроенной антенной и не имеющего антенных разъемов, при проведении относительных измерений на предельных рабочих температурах, может использоваться метод испытаний, описанный в приложении В.4.

Оборудование с адаптацией должно эксплуатироваться в наихудшей конфигурации с выходной мощностью. Неадаптивное оборудование должно эксплуатироваться в его наихудшей конфигурации по отношению к среднему коэффициенту использования (см. пункт 5.3.1).

Для оборудования с FHSS измерения должны выполняться во время нормальной работы (скачков), и при этом предполагается, что оборудование не имеет занесенных в черный список частот (работает на всех скачкообразных частотах).

Для оборудования без FHSS, измерение должно выполняться на самом низком, среднем и самом высоком канале, на котором может работать оборудование. Эти частоты должны быть записаны.

**5.4.2.2 Метод испытаний**

**5.4.2.2.1 Измерения на антенном разъеме**

При проведении измерений передатчик должен быть подключен к измерительному оборудованию. Мощность RF должна быть измерена и записана, как определено в подпункте 4.3.1.2 или подпункте 4.3.2.2.

**5.4.2.2.1.2 Выходная мощность RF**

Используется следующая методика испытаний:

**Шаг 1:**

Используйте высокоскоростной датчик мощности с минимальной чувствительностью в -40 дБмВт и частотой дискретизации не менее 1 МS/s.

Используйте следующие настройки

* Скорость выборки 1 MS/s или быстрее.
* Выборка должна отражать среднеквадратическое значение мощности (RMS) сигнала
* Продолжительность измерения: Для неадаптивного оборудования: значение, определенное в подпункте 4.3.1.3.2 или подпункте 4.3.2.4.2. Для адаптивного оборудования продолжительность измерения должна быть достаточной для обеспечения захвата минимального количества пакетов (не менее 10).

Для адаптивного оборудования, чтобы повысить точность измерения, может использоваться большее число пакетов.

**Шаг 2:**

Кондуктивные измерения для устройств с одним передающим трактом:

* подключите датчик мощности к порту передачи, осуществите выборку передаваемого сигнала и накопите исходные данные. Используйте эти данные во всех следующих шагах

Кондуктивные измерения для устройств с несколькими передающими трактами:

* подключите датчик мощности к каждому порту передачи для синхронного измерения на всех портах передачи.
* Запустите датчики мощности так, чтобы они одновременно начали выборку. Убедитесь, что разница во времени между выборками всех датчиков меньше 500 нс.
* Для каждой отдельной точки выборки (во временной области) суммируйте совпадающие мощностные выборки всех портов и накопите их. Используйте эти накопленные выборки в качестве нового набора сохраненных данных.

**Шаг 3:**

Найдите начальное и конечное время каждого пакета в накопленных выборках измерений;

Начальное и конечное время определяется в точках, где мощность на 30 дБ ниже максимального значения накопленных на шаге 2 выборок.

В случае недостаточной чувствительности датчика мощности (например, при измерениях излучения) значение 30 дБ может потребоваться соответствующим образом уменьшить.

**Шаг 4:**

Между начальным и конечным временем каждого отдельного пакета рассчитывается среднеквадратическое значение мощности в пакете, по формуле ниже. Начальная и конечная точки должны быть включены. Сохраните эти значения *Pburst,* а также время начала и окончания каждого пакета.

, (6)

где k – количество выборок;

n – номер выборки.

**Шаг 5:**

Наибольшее значение *Pburst* является значением A в дБмВт будет использоваться для расчетов максимальной эквивалентной изотропно-излучаемой мощности.

**Шаг 6:**

Добавьте заявленный коэффициент усиления G антенного блока (в дБi) отдельного антенного элемента.

В случае интеллектуальных антенных систем, работающих в режиме формирования луча (см. пункт 5.3.2.2.4), добавьте дополнительный коэффициент усиления Y формирования луча в дБ.

Если для данной конфигурации предусмотрено использование нескольких антенн, то необходимо использовать максимальный общий коэффициент усиления антенны (G или G + Y):

Выходная мощность RF (P) рассчитывается по формуле:



Полученное значение должно соответствовать пределу, указанному в 4.3.1.2.3 или в 4.3.2.2.3 и должно быть записано в отчет об испытаниях.

**5.4.2.2.1.3 Рабочий цикл, Tx-передача, Tx-пауза**

Методика испытаний, которая проводится только для неадаптивного оборудования, должна быть следующей:

**Шаг 1:**

Используйте сохраненные настройки для измерений, описанные в подпункте 5.4.2.2.1.2.

Начальное и конечное время определяется в точках, где мощность на 30 дБ ниже максимального значения накопленных выборок. В случае недостаточного динамического диапазона, значение 30 дБ может быть уменьшено.

**Шаг 2:**

Рассчитайте время между сохраненным временем начала и окончания каждого отдельного пакте. Сохраните эти значения.

**Шаг 3:**

Рабочий цикл это отношение общего время TxOn между окончанием первой паузы (которая является началом первого пакета текущего периода наблюдения) и началом последнего пакета (в течение текущего периода наблюдения) на период наблюдения. Период наблюдения определяется в подпункте 4.3.1.3.2 или подпункте 4.3.2.4.2.

**Шаг 4:**

Для оборудования с FHSS, использующего черный список, время включения передатчика, измеренное для одной (и активной) скачкообразной частоты, умножается на число включенных в черный список частот. Это значение добавляется к сумме, рассчитанной выше на шаге 3. Если число включенных в черный список частот не может быть определено, то принимается минимальное число частот для скачков (N), определенное в подпункте 4.3.1.4.3.

Расчетное значение рабочего цикла должно быть занесено в протокол испытания. Это значение должно быть равно или меньше максимального значения, заявленного изготовителем.

**Шаг 5:**

Используйте сохраненные настройки для измерений, описанные в подпункте 5.4.2.2.1.2.

Определите любое время выключения передатчика, которое равно или больше минимального времени Tx-пауза, определенного в подпункте 4.3.1.3.3 или подпункте 4.3.2.4.3. Это потенциальные допустимые интервалы времени, которые будут дополнительно рассмотрены в этом методе.

Начиная со второго идентифицированной паузы, рассчитайте время от начала этой паузы до конца предыдущей паузы. Это время является временем Tx-передача для этой передачи. Повторяйте эту процедуру, пока не будет достигнут последняя выявленная пауза в течение периода наблюдения.

Сочетание Tx-передачи и Tx-паузы за которыми следует время Tx-паузы, которое не короче этого сочетания, может рассматриваться как одно время Tx-передачи. В этом случае сочетание должно соответствовать пределам, установленным в подпунктах 4.3.1.3.3 или 4.3.2.4.3.

В протоколе испытания должно быть указано, соответствует ли испытуемое устройство предельным значениям максимального времени Tx-передачи и минимального времени TX-паузы, определенным в подпункте 4.3.1.3.3 или подпункте 4.3.2.4.3.

**5.4.2.2.1.4 Средняя загрузка**

Методика испытаний, которая проводиться только для неадаптивного оборудования, должна быть следующей:

**Шаг 1:**

Используйте сохраненные настройки для измерений, описанные в подпункте 5.4.2.2.1.2.

**Шаг 2:**

Для каждого пакета вычислить произведение (*Pburst* / 100 мВт) на время включения передатчика. *Pburst*измеряется в мВт. Время включения передатчика измеряется в миллисекундах.

**Шаг 3:**

Средняя загрузка – это сумма всех произведений, деленная на период наблюдения (выраженный в миллисекундах), определенный в подпункте 4.3.1.3.2 или подпункте 4.3.2.4.2. Это значение, которое должно соответствовать пределу, указанному в подпункте 4.3.1.6.3 или подпункте 4.3.2.5.3, должно быть занесено в протокол испытаний.

Если работа без черных списков частот невозможна, то мощность пакетов в черных списках частот для скачков (для расчета средней загрузки) принимается равной среднему значению среднеквадратическому значению мощности пакетов на всех активных частотах для скачков.

**5.4.2.2.2 Измерения по эфиру**

При проведении измерений по эфиру испытуемое устройство должно быть сконфигурировано и антенна(ы) (включая интеллектуальные антенные системы и системы, способные формировать диаграмму направленности) установлены так, что бы добиться максимальной ЭИИМ по направлению к измерительной антенне. Это положение должно быть зафиксировано.

Измерительная площадка должна соответствовать требованиям, установленным в приложении B, а применимые методы измерений – установленным в приложении C.

С учетом калибровочного коэффициента измерительной площадки, метод испытания для выходной мощности RF далее дополнительно описывается в подпункте 5.4.2.2.1.2, шаг 1 - шаг 5. Выходная мощность RF (Pout) равна значению A, полученному на шаге 5. Метод испытания для рабочего цикла, Tx-передачи, TX-паузы дополнительно описан в подпункте 5.4.2.2.1.3, а метод испытания для средней загрузки дополнительно описан в подпункте 5.4.2.2.1.4.

**5.4.3 Спектральная плотность мощности**

**5.4.3.1 Условия испытаний**

См. 5.1 для условий проведения испытаний. Эти измерения должны проводиться только при нормальных условиях испытания.

Конфигурация оборудования не должна отличаться от конфигурации, указанной в пункте 5.4.2.1.

Измерения проводятся для оборудования, сконфигурированного для работы на самой низкой, средней и самой высокой частоте указанного диапазона частот. Эти частоты должны быть записаны.

В течение всего испытания, оборудование должно находиться на фиксированной частоте.

**5.4.3.2 Метод испытания**

**5.4.3.2.1 Измерения на антенном разъеме**

**Режим 1: Для оборудования с непрерывной передачей и оборудования, не имеющего возможности обеспечения непрерывной передачи,**

Передатчик должен быть подключен к анализатору спектра. Спектральная плотность мощности, определенная в подпункте 4.3.2.3, должна быть измерена и зафиксирована в протоколе испытаний.

Используется следующая методика испытаний:

**Шаг 1**

Подключите испытуемое устройство к анализатору спектра и используйте следующие настройки:

‒ Start Frequency – 2 400 МГц;

‒ Stop Frequency – 2 483,5 МГц;

‒ RBW – 10 кГц;

‒ VBW – 30 кГц;

‒ Sweep Points – > 8350;

Для анализатора спектра, не поддерживающего установленное число точек развертки, частотный диапазон может быть разбит на сегменты;

‒ Detector – RMS;

‒ Trace Mode – Max Hold;

‒ Sweep time – для оборудования, не имеющего возможности обеспечения непрерывной передачи: 2 х Время заполнения канала х количество точек развертки.

Для оборудования с непрерывной передачей: 10 с; время развертки может быть увеличено еще больше до значения, при котором время развертки больше не влияет на среднеквадратичное значение сигнала.

Для оборудования, не имеющего возможности обеспечения непрерывной передачи, подождите, пока сигнал стабилизируется. Сохраните набор данных (трассировки) в файл.

**Шаг 2**

При кондуктивных измерениях для испытуемого устройства c интеллектуальными антенными системами, использующего режим работы 2 либо 3 (см. 5.3.3.2), измерения повторяются для каждого из портов передачи. Для каждой точки выборки (частотная область) сложите соответствующие значения мощности (в мВт) для различных цепей передачи и используйте их в качестве нового набора данных.

**Шаг 3**

Сложите значения мощности всех выборок в файле, используя следующую формулу:



где k – количество выборок;

n – номер выборки.

**Шаг 4**

Установите выходную мощность в дБмВт, чтобы она была равна выходной мощности RF ЭИИМ Pн, измеряемой в соответствии с 5.4.2. Можно использовать следующие формулы:





где n – номер выборки.

**Шаг 5**

Начиная с первого отсчета  (нижняя частота), просуммируйте мощности в мВт всех образцов, составляющих диапазон 1 МГц; зафиксируйте результат для мощности и положения (от отсчета № 1 до отсчета № 100). Данная плотность мощности ЭИИМ для первого диапазона 1 МГц должна быть сохранена.

**Шаг 6**

Сдвиньте начальную точку отсчетов, которые суммировались в шаге 5, на один отсчет и повторите процедуру, описанную в шаге 5 (от отсчета № 2 до отсчета № 101).

**Шаг 7**

Повторяйте шаг 6 до конца набора данных и сохраните значения плотности излучаемой мощности для каждого из диапазонов 1 МГц.

Наибольшее значение из всех зафиксированных результатов является максимальной плотностью мощности испытуемого устройства. Полученное значение должно соответствовать пределу, указанному в 4.3.2.3.3 и должно быть записано в отчете об испытаниях.

**Режим 2. Оборудование с возможностью непрерывной передачи данных**

Этот режим предназначен для оборудования, которое может быть сконфигурировано для работы в режиме непрерывной передачи (100% DC).

**Шаг 1**

Подключите испытуемое устройство к анализатору спектра и используйте следующие настройки:

‒ Centre Frequency – центральная частота канала, используемого при испытаниях;

‒ RBW – 1 МГц;

‒ VBW – 3 МГц;

‒ Frequency Span – 2 × номинальная ширина канала (40 МГц для канала шириной 20 МГц);

‒ Detector Mode – Peak;

‒ Trace Mode – Max Hold.

**Шаг 2**

Когда накопление будет завершено, найдите пиковое значение мощности огибающей и зафиксируйте частоту.

**Шаг 3**

Установите следующие настройки анализатора спектра:

‒ Centre Frequency – значение, зафиксированное в шаге 2;

‒ Frequency Span – 3 МГц;

‒ RBW – 1 МГц;

‒ VBW – 3 МГц;

‒ Sweep Time – 1 мин;

‒ Detector Mode – RMS;

‒ Trace ModeMax – Hold.

**Шаг 4**

Подождите, когда накопление будет завершено, отображение на анализаторе спектра должно выполняться с использованием опции Hold или View.

Найдите пиковое значение мощности и поместите маркер анализатора на этот пик. Этот уровень записывается как максимальная средняя мощность (плотность мощности) D в дБмВт/МГц.

В альтернативном случае, если анализатор спектра имеет функцию измерения спектральной плотности мощности, то ее можно использовать для измерения плотности мощности D, дБмВт/МГц.

При кондуктивных измерениях для испытуемого устройства, имеющего интеллектуальную антенную систему, работающую в режиме одновременной передачи по нескольким активным цепям, для расчета общей плотности мощности испытуемого устройства плотность мощности каждой передаю-щей цепи измеряется отдельно (D, дБмВт/МГц).

**Шаг 5**

Максимальная спектральная плотность мощности (PSD) ЭИИМ рассчитывается на основе вышеизложенной измеренной спектральной плотности мощности D, применимого коэффициента усиления антенной сборки G в дБи и, если применимо, коэффициента усиления формирования луча Y в дБ в соответствии с приведенной ниже формулой. Это значение должно быть зафиксировано в протоколе испытания. Если для этой установки мощности предназначено более одного антенного узла, то используется коэффициент усиления антенного узла с наибольшим коэффициентом усиления

PSD=D+G+Y (дБмВт/МГц).

**5.4.3.2.2 Измерения по эфиру**

При проведении измерений по эфиру испытуемое устройство должно быть сконфигурировано и антенна(ы) (включая интеллектуальные антенные системы и системы, способные формировать диаграмму направленности) установлены так, что бы добиться максимальной ЭИИМ по направлению к измерительной антенне. Эта конфигурация/положение должны быть записаны для использования в последующем (см. пункт C. 5.3.4 и пункт C. 5.4.4)

Измерительная площадка должна соответствовать требованиям, установленным в приложении B, а применимые методы измерений – установленным в приложении C.

С учетом калибровочного коэффициента, полученного на измерительной площадке, процедура испытания далее описывается в подпункте 5.4.3.2.1.

**5.4.4 Время работы на частоте, частота и последовательность скачкообразной перестройки**

**5.4.4.1 Условия испытаний**

См. 5.1 для условий проведения испытаний. Эти измерения должны проводиться только при нормальных условиях испытания.

Оборудование должно быть сконфигурировано таким образом, чтобы оно работало в режиме максимального времени пребывания на частоте и максимальном рабочем цикле.

Измерение должно производиться как минимум на двух (активных) частотах для скачков, выбранных произвольно из фактической последовательности скачков. Результаты, а также частоты, на которых проводилось испытание, должны быть зафиксированы в протоколе испытания.

**5.4.4.2 Метод испытаний**

**5.4.4.2.1 Измерения на антенном разъеме**

Используется следующая методика испытаний:

**Шаг 1**

Подключите выход передатчика к анализатору спектра или к его эквиваленту

Установите следующие настройки анализатора спектра:

‒ Centre Frequency – значение, равное исследуемой частоте для скачков;

‒ Frequency Span – 0 Гц;

‒ RBW – ~ 50 % от ширины занимаемой полосы;

‒ VBW – ≥ RBW;

‒ Detector Mode – RMS;

‒ Sweep Time – равен периоду наблюдения указанному в подпункте 4.3.1.4.3.1 или подпункте 4.3.1.4.3.2;

‒ Number of sweep points: 30 000

‒ Trace Mode – Clear/Write

‒ Trigger: Free Run

**Шаг 2:**

Сохраните данные сканирования (trace data) в файл для дальнейшего анализа при помощи компьютера с использованием соответствующего программного приложения или программы.

**Шаг 3:**

Определите точки данных, относящиеся к исследуемому каналу, применяя пороговое значение.

Предполагается, что точки данных, полученные в результате передач на исследуемой частоте скачков, имеют гораздо более высокие уровни по сравнению с точками данных, полученными в результате передач на соседних частотах для скачков. Если четкое определение между этими передачами невозможно, RBW на шаге 1 должен быть дополнительно уменьшен. Кроме того, может использоваться полосовой фильтр.

Подсчитайте количество точек данных, определенных как результат передачи на исследуемой частоте, и умножьте это число на разницу во времени между двумя последовательными точками данных.

**Шаг 4:**

Результатом на шаге 3 является время работы на частоте, которое должно соответствовать пределу, указанному в подпункте 4.3.1.4.3.1 или подпункте 4.3.1.4.3.2, и которое должно быть записано в протоколе испытаний.

**Шаг 5:**

Этот шаг применим только к оборудованию, реализующему Режим 1 в подпункте 4.3.1.4.3.1 или Режим 1 в подпункте 4.3.1.4.3.2, для выполнения требования о частотном заполнении, и изготовитель решает продемонстрировать соответствие этому требованию посредством измерения.

Установите следующие настройки анализатора спектра и повторите шаг 2 и шаг 3:

‒ Sweep Time: 4 х Время пребывания х Фактическое количество используемых частот для скачков.

Частоты для скачков, занятые оборудованием без передач в течение времени пребывания (частоты из черного списка), должны учитываться при фактическом количестве используемых частот для скачков. Если это число не может быть определено (количество занесенных в черный список частот неизвестно), следует предположить, что оборудование использует максимально возможное количество частот для скачков.

Результат должен сравниваться с порогом для занятия частотой, определенным в подпункте 4.3.1.4.3.1, режим 1 или в подпункте 4.3.1.4.3.2, режим 1. Результат этого сравнения должен быть записан в протоколе испытаний.

**Шаг 6:**

Установите следующие настройки анализатора спектра:

‒ Start Frequency – 2 400 МГц;

‒ Stop Frequency – 2 483,5 МГц;

‒ RBW –~ 50 % от ширины занимаемой полосы (одна частота для скачков) ;

‒ VBW – ≥ RBW;

‒ Detector Mode – RMS;

‒ Sweep Time –1 с; эта настройка может привести к длительному времени измерения. Чтобы избежать таких длительных измерений, можно использовать анализатор FFT;

‒ Trace ModeMax – Max Hold

‒ Trigger: Free Run

Подождите стабилизации показаний. Определите количество частот для скачков, используемых последовательностью переключения.

Результат должен сравниваться с пределом (значением N), определенным в подпункте 4.3.1.4.3.1 или подпункте 4.3.1.4.3.2. Это значение должно быть записано в протоколе испытаний.

Для оборудования с частотами, включенными в черный список, может быть невозможно проверить количество используемых частот для скачков. Однако они должны соответствовать требованию ко времени работы на частоте и занятии частоты при условии, что используется минимальное число с частот для скачков (N), определенных в подпункте 4.3.1.4.3.1 или подпункте 4.3.1.4.3.2.

**Шаг 7:**

Для адаптивного оборудования со скачкообразной перестройкой частоты должно быть проверено, использует ли оборудование 70% полосы, указанной в таблице 1. Эта проверка может быть выполнена с использованием самых низких и самых высоких точек -20 дБ от общей огибающей спектра, полученной на шаге 6. Результат должен быть записан в протоколе испытаний.

**5.4.4.2.2 Измерения по эфиру**

Измерительная площадка должна соответствовать требованиям, установленным в приложении B, а применимые методы измерений – установленным в приложении C. В качестве альтернативы могут использоваться испытательные прибор. Методика испытания далее описывается в подпункте 5.4.4.2.1.

**5.4.5 Разделение Скачкообразно Перестраиваемых Частот**

**5.4.5.1 Условия испытаний**

См. 5.1 для условий проведения испытаний. Эти измерения должны проводиться только при нормальных условиях испытания.

Измерение производится на двух соседних частотах для скачков. Частоты, на которых проводятся испытания, должны быть записаны.

**5.4.5.2 Метод испытаний**

**5.4.5.2.1 Измерения на антенном разъеме**

**5.4.5.2.1.1 Введение**

Разделение скачкообразно перестраиваемых частот, определенное в подпункте 4.3.1.5, измеряется и регистрируется с использованием любого из следующих вариантов. Выбранный вариант указывается в протоколе испытания.

**5.4.5.2.1.2 Режим 1**

Используется следующая методика испытаний:

**Шаг 1**

Подключите выход передатчика к анализатору спектра или к его эквиваленту

Установите следующие настройки анализатора спектра:

‒ Centre Frequency – Центр двух соседних частот для скачка;

‒ Frequency Span – Достаточный, чтобы увидеть полную мощность огибающей обеих частотах для скачков;

‒ RBW – 1 % от Span;

‒ VBW – 3 х RBW;

‒ Detector Mode – Max Peak;

‒ Trace Mode – Max Hold;

‒ Sweep Time – Auto.

**Шаг 2:**

Ожидать стабилизации показателей.

Используйте функцию маркера анализатора, чтобы определить частоты, соответствующие нижней точке -20 dBr и верхней точке -20 dBr для обеих частот переключения F1 и F2. Это приведет к F1L и F1H для обеих частот для скачков F1, а также к F2L и F2H частот для скачков F2. Эти значения должны быть записаны в отчете.

**Шаг 3:**

Рассчитайте центральные частоты F1C и F2C для обеих частот для скачков, используя формулы ниже. Эти значения должны быть записаны в отчете.

 

Рассчитайте разделение скачкообразно перестраиваемых частот (FHS) по формуле ниже. Это значение должно быть зафиксировано в отчете.



Сравните измеренное значение разделения скачкообразно перестраиваемых частот с пределом, определенным в подпункте 4.3.1.5.3.

Смотри рисунок 4.



**Рисунок 4 – Разделение скачкообразно перестраиваемых частот**

Для адаптивного оборудования в случае перекрывающихся каналов, которые препятствуют определению опорных точек -20 dBr F1H и F2L, более высокий опорный уровень (например, -10 dBr или -6 dBr) может быть выбран для определения опорных точек F1L; F1H; F2L и F2H.

Кроме того, специальное тестовое программное обеспечение может использоваться для:

- заставьте испытуемое оборудование переключаться или передавать на одной частоте скачкообразной перестройки, с помощью которой опорные точки -20 д dBr могут измеряться отдельно для двух соседних частот для скачков; и / или:

- заставить испытуемое оборудование работать без модуляции, с помощью которой можно непосредственно измерять центральные частоты F1C и F2C.

Метод измерения разделения скачкообразно перестраиваемых частот должен быть записан в протоколе испытаний.

**5.4.5.2.1.3 Режим 2**

Используется следующая методика испытаний:

**Шаг 1**

Подключите выход передатчика к анализатору спектра или к его эквиваленту

Установите следующие настройки анализатора спектра:

‒ Centre Frequency – Центр двух соседних частот для скачков;

‒ Frequency Span – Достаточный, чтобы увидеть полную мощности огибающей обеих частот для скачков;

‒ RBW – 1 % от Span;

‒ VBW – 3 х RBW;

‒ Detector Mode – Max Peak;

‒ Trace Mode – Max Hold;

‒ Sweep Time – Auto.

**Шаг 2:**

Ожидать стабилизации показателей.

Используйте функцию маркера дельта функции, чтобы определить разделение скачкообразно перестраиваемых частот между центрами двух соседних частот для скачков (например, путем определения пиков или провалов в центре мощность огибающей для двух соседних сигналов)

**5.4.5.2.2 Измерения по эфиру**

Измерительная площадка должна соответствовать требованиям, установленным в приложении B, а применимые методы измерений – установленным в приложении C. В качестве альтернативы могут использоваться испытательные прибор. Методика испытания далее описывается в подпункте 5.4.5.2.1.

**5.4.6 Адаптивность (механизм доступа к каналу)**

**5.4.6.1 Условия испытаний**

Условий для проведения испытаний смотри в подразделе 5.1. Эти измерения должны проводиться только при нормальных условиях испытания.

Это испытание должно проводиться на двух рабочих частотах для скачков, случайно выбранных из рабочих частот диапазона, используемого оборудованием.

Первая (более низкая) частота выбирается случайным образом в диапазоне от 2400 МГц до 2442 МГц, а вторая (более высокая) частота выбирается случайным образом в диапазоне от 2 442 МГц до 2483,5 МГц. Оборудование должно находиться в нормальном рабочем режиме (скачкообразной перестройки). В случае оборудования FHSS должно быть обеспечено, чтобы ни одна из испытательных частот не была занесена в черный список, в противном случае должна быть выбрана другая испытательная частота.

Для оборудования, поддерживающее и адаптивный, и неадаптивный режимы, должно быть проверено, что перед испытанием оборудование работает в адаптивном режиме.

Оборудование должно быть сконфигурировано в режиме, обеспечивающем максимально продолжительное время работы канала.

**5.4.6.2 Метод испытаний**

**5.4.6.2.1 Измерения на антенном разъеме**

**5.4.6.2.1.1 Схема измерения**

На рисунке 5 показан пример схемы измерения.



**Рисунок 5 – Испытательная установка для проверки адаптивности оборудования**

**5.4.6.2.1.2 Адаптивное оборудование с FHSS с использованием DAA или LBT**

Шаг 1 - шаг 7 ниже определяют процедуру проверки эффективности адаптивных механизмов на основе DAA для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты. Эти механизмы описаны в подпункте 4.3.1.7.

Для систем, использующих несколько приемных трактов, необходимо протестировать только один тракт (порт антенны). Все остальные входы приемника должны быть отключены.

**Шаг 1**

Во время тестирования испытуемое устройство должно быть подключено к вспомогательному устройству. Генератор сигналов помех, генератор нежелательных сигналов. анализатор спектра, испытуемое устройство и вспомогательное устройство соединяются по схеме, эквивалентной той, что представлена на рисунке 5, но в этот момент времени генерация на генераторе сигналов помех и генераторе нежелательных сигналов должна быть отключена. Анализатор спектра используется для контроля передач и испытуемого устройства, и вспомогательного устройства. Анализатор спектра используется для контроля передач и испытуемого устройства, и вспомогательного устройства. Должна быть возможность различать обе передачи. Кроме того, анализатор спектра используется для контроля передач испытуемого устройства в ответ на сигналы помехи и нежелательные сигналы (unwanted signals).

Чтобы проверить частоту скачков, отрегулируйте уровень принимаемого сигнала (искомый сигнал от вспомогательного устройства устройства) в испытуемом устройстве до значения, определенного в таблице 2 и Таблице 3 (пункт 4).

Тестирование однонаправленного оборудования не требует установки связи со вспомогательным оборудованием.

На анализаторе должны быть выставлены следующие настройки:

* + RBW – ≥ используйте следующую доступную настройку RBW ниже измеренной занимаемой ширины полосы канала;
  + Filter type – Полосовой фильтр (Channel Filter);
  + VBW – ≥ RBW;
  + Detector Mode – RMS;
  + Сentre Frequency – Равна частоте скачка, которая будет измерена;
  + Span – 0 Гц (Zero Span);
  + Sweep time – >Времени занятия канала проверяемого оборудования; Если время занятости канала не является непрерывным (оборудование не на основе LBT), время развертки должно быть достаточным для охвата периода, в течение которого время занятости канала распределено;
  + Trace Mode – Clear/Write;
  + Trigger Mode – Video.

**Шаг 2:**

Настройте испытуемое оборудование в режим нормальной передачи с достаточно высокой полезной нагрузкой, приводящей к минимальному коэффициенту активности передатчика (TxOn / (TxOn + TxOff)) равному 0,3. Если это невозможно, испытуемое оборудование должно быть настроено на максимально возможную полезную нагрузку.

Используя методику, определенную в подпункте 5.4.6.2.1.5, должно быть проверено, что для оборудования со временем задержки, превышающим максимально допустимое время пребывания на канале, испытуемое оборудование соответствует максимальному времени занятости канала и минимальному периоду ожидания, определенным в подпункте 4.3.1.7.2.2 или в подпункте 4.3.1.7.3.2. При измерении периода ожидания должны быть рассмотрены только сообщения от UUT.

**Шаг 3: Добавление сигнала помехи**

Сигнал помехи, определенный в разделе B.7, вводится в центр испытуемой частоты прижков. Уровень спектральной плотности мощности (на входе испытуемого оборудования) этого сигнала помехи должен быть равен порогу обнаружения, определенному в подпункте 4.3.1.7.2.2 или в подпункте 4.3.1.7.3.2.

**Шаг 4: Определение реакции на сигнал помехи**

Анализатор спектра необходимо использовать для контроля передач от испытуемого устройства на выбранной скачкообразной частоте, после того как был введен сигнал помехи. Для этого может потребоваться, чтобы старт запуска записи развертки осуществлялся сразу после начала сигнала помехи.

Используя методику, описанную в 5.4.6.2.1.5, проверяется следующее:

1. Испытуемое оборудование должно прекратить передачу на тестируемой скачкообразной частоте.

Предполагается, что испытуемое устройство останавливает передачу на этой скачкообразной частоте в течение периода, равного максимальному времени занятости канала, определенному в подпункте 4.3.1.7.2.2 или в подпункте 4.3.1.7.3.2. Как указано в пункте 4.3.1.7.3.2, шаг 3, время занятости канала для оборудования с FHSS не на основе LBT может быть непрерывным.

1. Для оборудования с FHSS на основе LBT, кроме коротких управляющих сигнальных передач (см. iii) ниже) не должно быть никаких последующих передач на этой скачкообразной частоте, пока присутствует сигнал помехи.

Для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты, не основанного на LBT, кроме коротких контрольных сигнальных передач (см. iii) ниже), не должно быть никаких последующих передач на этой частоте скачкообразной перестройки в течение периода молчания, определенного в подпункте 4.3.1.7.3.2, шаг 2.

После этого испытуемое оборудование может снова иметь нормальные передачи в течение одного периода времени занятости канала (который может быть несмежным). Поскольку сигнал помехи все еще присутствует, необходимо включить другой период молчания, как определено в подпункте 4.3.1.7.3.2, шаг 2. Эта последовательность повторяется до тех пор, пока присутствует сигнал помех.

В случае перекрытия каналов передачи в соседних каналах могут генерировать пакеты передач на исследуемом канале; однако они имеют меньшую амплитуду, чем передачи на канале. Следует следить только за тем, чтобы оценивать передачи по каналу. Параметр мощности во временной области анализатора может использоваться для измерения среднеквадратичной мощности отдельных пакетов, чтобы отличать передачи по каналу от передач по смежным каналам. В некоторых случаях RBW может потребоваться сократить.

Чтобы убедиться, что испытуемое устройство не возобновляет передачи, пока присутствует сигнал помехи, необходимо осуществлять наблюдение не менее 60 с. Если в течение этого периода обнаруживаются передачи, то настройки анализатора, возможно, потребуется скорректировать, чтобы обеспечить точную оценку соответствия передач предельным значениям для коротких управляющих сигналов.

1. Испытуемое оборудование может продолжать передавать короткие сигналы управления на испытуемой скачкообразной частоте, пока присутствует сигнал помехи. Эти передачи должны соответствовать требованиям, определенным в подпункте 4.3.1.7.4.2.

Для проверки передачи коротких контрольных сигналов может потребоваться изменить настройки анализатора (например, sweep time).

1. В качестве альтернативы, оборудование может переключаться в неадаптивный режим.

**Шаг 5: Добавление нежелательного сигнала**

При наличии мешающего сигнала в качестве нежелательного сигнала вставляется CW-сигнал с коэффициентом заполнения 100 %. Частота и уровень указаны в таблице 2 подпункта 4.3.1.7.2.2, шаг 6 или в таблице 3 подпункта 4.3.1.7.3.2, шаг 7.

Анализатор спектра необходимо использовать для контроля передач от испытуемого устройства на выбранной скачкообразной частоте. Для этого может потребоваться, чтобы старт запуска записи развертки осуществлялся сразу после начала сигнала помехи.

Используя методику, описанную в подпункте 5.4.6.2.1.5, проверяется следующее:

* + 1. Испытуемое оборудование не должно возобновлять нормальную передачу на испытываемой скачкообразной частоте до тех пор, пока присутствует как сигнал помехи, так и нежелательный сигнал.

Чтобы убедиться, что испытуемое устройство не возобновляет передачи, пока присутствуют помеховый и нежелательный сигналы, необходимо осуществлять контроль на протяжении не менее 60 с. Если в течение этого периода обнаруживаются передачи, то настройки анализатора, возможно, потребуется скорректировать, чтобы обеспечить точную оценку соответствия передач предельным значениям для коротких управляющих сигналов.

* + 1. Испытуемое оборудование может продолжать передавать короткие сигналы управления на испытываемой скачкообразной частоте, пока присутствуют помеховые и нежелательные сигналы. Эти передачи должны соответствовать ограничениям, определенным в подпункте 4.7.1.7.4.2.

Для проверки передачи коротких контрольных сигналов может потребоваться изменить настройки анализатора (например, sweep time).

**Шаг 6: Устранение помехового и нежелательного сигналов**

После устранения помехового и нежелательного сигналов испытуемому оборудованию разрешается повторно включить любой канал ранее помечен как недоступный, однако для оборудования, не работающего в режиме LBTдолжно быть подтверждено, что это должно быть сделано только после периода определенного в подпункте 4.3.1.7.3.2, шаг 2;

**Шаг 7:**

Шаги 2 - 6 повторяются для каждой из проверяемых частотах для скачков.

**5.4.6.2.1.3 Оборудование без FHSS использующее DAA**

Приведенные ниже шаги определяют процедуру проверки эффективности работы адаптивного механизма DAA оборудования без механизма LBT, использующего модуляцию, отличную от FHSS.

Для систем, имеющих несколько цепей приема, проверке подлежит только одна цепь (антенный порт).

**Шаг 1:**

Во время тестирования испытуемое устройство должно быть подключено к вспомогательному устройству. Генератор сигналов помех, генератор нежелательных сигналов. анализатор спектра, испытуемое устройство и вспомогательное устройство соединяются по схеме, эквивалентной той, что представлена на рисунке 5, но в этот момент времени генерация на генераторе сигналов помех и генераторе нежелательных сигналов должна быть отключена. Анализатор спектра используется для контроля передач и испытуемого устройства, и вспомогательного устройства. Анализатор спектра используется для контроля передач и испытуемого устройства, и вспомогательного устройства. Должна быть возможность различать обе передачи. Кроме того, анализатор спектра используется для контроля передач испытуемого устройства в ответ на сигналы помехи и нежелательные сигналы (unwanted signals).

Установите уровень принимаемого сигнала (ожидаемый сигнал от вспомогательного устройства) на испытуемом устройстве до значения, установленном в таблице 9 (подпункт 4.3.2.6.2.2).

Тестирование однонаправленного оборудования не требует установки связи со вспомогательным оборудованием.

На анализаторе должны быть выставлены следующие настройки:

* + RBW – ≥ занимаемой ширине полосы канала (если анализатор не поддерживает такое значение, то необходимо выбрать самое высокое доступное значение);
  + VBW – 3 × RBW (если анализатор не поддерживает такое значение, то необходимо выбрать самое высокое доступное значение);
  + Detector Mode – RMS;
  + Сentre Frequency – равна центральной частоте рабочего канала;
  + Span – 0 Гц (Zero Span);
  + Sweep time – >Времени занятия канала проверяемого оборудования;
  + Trace Mode – Clear/Write;
  + Trigger Mode – Video

**Шаг 2:**

Настройте испытуемое оборудование в режим нормальной передачи с достаточно высокой полезной нагрузкой, приводящей к минимальному коэффициенту активности передатчика (TxOn / (TxOn + TxOff)) равному 0,3. Если это невозможно, испытуемое оборудование должно быть настроено на максимально возможную полезную нагрузку.

Используя процедуру, определенную в подпункте 5.4.6.2.1.5, необходимо убедиться, что проверяемое оборудование соответствует максимальному времени занятости канала и минимальному периоду простоя, определенному в подпункте 4.3.2.6.2.2. При измерении периода простоя испытуемого оборудования не должно учитываться время передачи вспомогательного устройства.

**Шаг 3: Добавление сигнала помехи**

Сигнал помехи, определенный в разделе B.7, вводится в текущий рабочий канал испытуемого устройства. Уровень спектральной плотности мощности (на входе испытуемого оборудования) этого сигнала помехи должен быть равен порогу обнаружения, определенному в подпункте 4.3.2.6.2.2, шаг 4.

**Шаг 4: Определение реакции на сигнал помехи**

Анализатор спектра необходимо использовать для контроля передач от испытуемого устройства на выбранном рабочем канале, после того как был введен сигнал помехи. Для этого может потребоваться, чтобы старт запуска записи развертки осуществлялся сразу после начала сигнала помехи.

Используя методику, описанную в 5.4.6.2.1.5, проверяется следующее:

1. Испытуемое оборудование должно прекратить передачу на тестируемом рабочем канале.

Предполагается, что испытуемое устройство останавливает передачу в течение периода, равного максимальному времени занятости канала, определенному в подпункте 4.3.2.6.2.2, шаг 3.

1. Помимо коротких контрольных сигналов (см. iii ниже), не должно быть никаких передач на любом из рабочих каналов в течение (тихого) периода, определенного в подпункте 4.3.2.6.2.2, шаг 2. После этого испытуемое оборудование снова может иметь нормальную передачу в течение одного периода времени занятости одного канала. Поскольку сигнал помехи все еще присутствует, необходимо включить другой период молчания, как определено в подпункте 4.3.2.6.2.2, шаг 2. Эта последовательность повторяется до тех пор, пока присутствует сигнал помехи.

Чтобы убедиться, что испытуемое устройство не возобновляет передачи, пока присутствует сигнал помехи, необходимо осуществлять наблюдение не менее 60 с.

1. Испытуемое оборудование может продолжать передавать короткие сигналы управления по рабочему каналу, пока присутствует сигнал помехи. Эти передачи должны соответствовать требованиям, определенным в подпункте 4.3.2.6.4.2.

Для проверки передачи коротких контрольных сигналов может потребоваться изменить настройки анализатора (например, sweep time).

1. В качестве альтернативы, оборудование может переключаться в неадаптивный режим.

**Шаг 5: Добавление нежелательного сигнала**

При наличии мешающего сигнала в качестве нежелательного сигнала вставляется CW-сигнал с коэффициентом заполнения 100 %. Частота и уровень указаны в таблице 9 подпункта 4.3.2.6.2.2.

Анализатор спектра необходимо использовать для контроля передач от испытуемого устройства на выбранном рабочем канале. Для этого может потребоваться, чтобы старт запуска записи развертки осуществлялся сразу после начала сигнала помехи.

Используя методику, описанную в подпункте 5.4.6.2.1.5, проверяется следующее:

* + 1. Испытуемое оборудование не должно возобновлять нормальную передачу по текущему рабочему каналу до тех пор, пока присутствует как сигнал помехи, так и нежелательный сигнал.

Чтобы убедиться, что испытуемое устройство не возобновляет передачи, пока присутствуют помеховый и нежелательный сигналы, необходимо осуществлять контроль на протяжении не менее 60 с.

* + 1. Испытуемое оборудование может продолжать передавать короткие сигналы управления по рабочему каналу, пока присутствуют помеховые и нежелательные сигналы. Эти передачи должны соответствовать ограничениям, определенным в подпункте 4.3.2.6.4.2.

Для проверки передачи коротких контрольных сигналов может потребоваться изменить настройки анализатора (например, sweep time).

**Шаг 6: Устранение помехового и нежелательного сигналов**

После устранения помехового и нежелательного сигналов испытуемому оборудованию разрешается снова начать нормальные передачи по этому каналу, однако следует убедится, что это выполнено только после периода, определенного в подпункте 4.3.2.6.2.2, шаг 2.

**Шаг 7:**

Шаги 2 — 6 повторяются для каждой из проверяемых частот.

**5.4.6.2.1.4 Адаптивное оборудование без FHSS использующее LBT**

Приведенные ниже шаги, (с 1 по 7) определяют процедуру проверки эффективности адаптивного механизма оборудования на основе LBT, использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS. Данный метод может быть применен к оборудованию LBE и к оборудованию FBE.

**Шаг 1:**

Во время тестирования испытуемое устройство должно быть подключено к вспомогательному устройству. Генератор сигналов помех, генератор нежелательных сигналов, анализатор спектра, испытуемое устройство и вспомогательное устройство соединяются по схеме, эквивалентной той, что представлена на рисунке 5, но в этот момент времени генерация на генераторе сигналов помех и генераторе нежелательных сигналов должна быть отключена. Анализатор спектра используется для контроля передач и испытуемого устройства, и вспомогательного устройства. Должна быть возможность различать обе передачи. Кроме того, анализатор спектра используется для контроля передач испытуемого устройства в ответ на сигналы помехи и нежелательные сигналы.

Установите уровень принимаемого сигнала (ожидаемый сигнал от вспомогательного устройства) на испытуемом устройстве до значения, установленном в таблице 10 (подпункт 4.3.2.6.3.2.2) для оборудования FBE или в таблице 11 (подпункт 4.3.2.6.3.2.3) для оборудования LBE.

Тестирование однонаправленного оборудования не требует установки связи со вспомогательным оборудованием.

На анализаторе должны быть выставлены следующие настройки:

* + RBW – ≥ занимаемой ширине полосы канала (если анализатор не поддерживает такое значение, то необходимо выбрать самое высокое доступное значение);
  + VBW – 3 × RBW (если анализатор не поддерживает такое значение, то необходимо выбрать самое высокое доступное значение);
  + Detector Mode – RMS;
  + Сentre Frequency – равна центральной частоте рабочего канала;
  + Span – 0 Гц (Zero Span);
  + Sweep time – >максимальное время занятости канала;
  + Trace Mode – Clear/Write;
  + Trigger Mode – Video

**Шаг 2:**

Настройте испытуемое оборудование в режим нормальной передачи с достаточно высокой полезной нагрузкой, приводящей к минимальному коэффициенту активности передатчика (TxOn / (TxOn + TxOff)) равному 0,3. Если это невозможно, испытуемое оборудование должно быть настроено на максимально возможную полезную нагрузку.

Для оборудования FBE используйте метод, определенный в подпункте 5.4.6.2.1.5. Должно быть проверено, что испытуемое устройство соответствует максимальному времени занятости канала и минимальному периоду простоя, определенным в подпункте 4.3.2.6.3.2.2, шаг 3. При измерении периода ожидания должны быть рассмотрены только сообщения от UUT.

Для оборудования LBE используйте метод, определенный в подпункте 5.4.6.2.1.5. Должно быть проверено, что испытуемое устройство соответствует максимальному времени занятости канала и минимальному периоду простоя, определенным в подпункте 4.3.2.6.3.2.3, шаг 2 ишаг 3. При измерении периода ожидания должны быть рассмотрены только сообщения от UUT.

Для тестирования оборудования LBE, указанного в первом абзаце подпункта 4.3.2.6.3.2.3 (оборудование IEEE 802.11 ™ [i.3] или IEEE 802.15.4 ™ [i.4]), должны быть применены пределы для минимального периода простоя и максимального времени занятости канала, как определено для других типов оборудования LBE. (см. пункт 4.3.2.6.3.2.3, шаг 2 и шаг 3). Период простоя считается равным времени CCA или расширенного времени CCA, определенного в подпункте 4.3.2.6.3.2.3, шаг 1 и шаг 2.

**Шаг 3: Добавление сигнала помехи**

Сигнал помехи, определенный в разделе B.7, вводится в текущий рабочий канал испытуемого устройства. Уровень спектральной плотности мощности (на входе испытуемого оборудования) этого сигнала помехи должен быть равен порогу обнаружения, определенному в подпункте 4.3.2.6.3.2.2, шаг 5 (оборудование FBE) или в подпункте 4.3.2.6.3.2.3, шаг 5 (оборудование LBE).

**Шаг 4: Определение реакции на сигнал помехи**

Анализатор спектра необходимо использовать для контроля передач от испытуемого устройства на выбранном рабочем канале, после того как был введен сигнал помехи. Для этого может потребоваться, чтобы старт запуска записи развертки осуществлялся сразу после начала сигнала помехи.

Используя методику, описанную в 5.4.6.2.1.5, проверяется следующее:

1. Испытуемое оборудование должно прекратить передачу на текущем рабочем канале.

Предполагается, что испытуемое устройство останавливает передачу в течение периода, равного максимальному времени занятости канала, определенному в подпункте 4.3.2.6.3.2.2 (оборудование FBE) или в подпункте 4.3.2.6.3.2.3 (оборудование LBE).

1. Помимо коротких контрольных сигналов не должно быть никаких передач пока присутствует сигнал помехи.

Чтобы убедиться, что испытуемое устройство не возобновляет передачи, пока присутствует сигнал помехи, необходимо осуществлять наблюдение не менее 60 с.

1. Испытуемое оборудование может продолжать передавать короткие сигналы управления по рабочему каналу, пока присутствует сигнал помехи. Эти передачи должны соответствовать требованиям, определенным в подпункте 4.3.2.6.4.2.

Для проверки передачи коротких контрольных сигналов может потребоваться изменить настройки анализатора (например, sweep time).

1. В качестве альтернативы, оборудование может переключаться в неадаптивный режим.

**Шаг 5: Добавление нежелательного сигнала**

При наличии мешающего сигнала в качестве нежелательного сигнала вставляется CW-сигнал с коэффициентом заполнения 100 %. Частота и уровень указаны в таблице 10 (подпункт 4.3.2.6.3.2.2) для оборудования FBE или в таблице 11 (подпункт 4.3.2.6.3.2.3) для оборудования LBE.

Анализатор спектра необходимо использовать для контроля передач от испытуемого устройства на выбранном рабочем канале. Для этого может потребоваться, чтобы старт запуска записи развертки осуществлялся сразу после начала сигнала помехи.

Используя методику, описанную в подпункте 5.4.6.2.1.5, проверяется следующее:

1. Испытуемое оборудование не должно возобновлять нормальную передачу по текущему рабочему каналу до тех пор, пока присутствует как сигнал помехи, так и нежелательный сигнал.

Чтобы убедиться, что испытуемое устройство не возобновляет передачи, пока присутствуют помеховый и нежелательный сигналы, необходимо осуществлять контроль на протяжении не менее 60 с.

1. Испытуемое оборудование может продолжать передавать короткие сигналы управления по рабочему каналу, пока присутствуют помеховые и нежелательные сигналы. Эти передачи должны соответствовать ограничениям, определенным в подпункте 4.3.2.6.4.2.

Для проверки передачи коротких контрольных сигналов может потребоваться изменить настройки анализатора (например, sweep time).

**Шаг 6: Устранение помехового и нежелательного сигналов**

После устранения помехового и нежелательного сигналов испытуемое оборудование может снова начать передачу по этому каналу; однако это не является обязательным требованием и, следовательно, не требует проверки.

**Шаг 7:**

Шаги 2 — 6 повторяются для каждой из проверяемых частот.

**5.4.6.2.1.5 Общая процедура испытания для использования измерения канала/частоты**

Это общий метод испытаний для оценки передач на исследуемой рабочей (hopping) частоте. Это испытание проводится только в рамках методики, описанной в подпунктах 5.4.6.2.1.2 — 5.4.6.2.1.4.

Методика испытания должна быть следующей:

**Шаг 1:**

На анализаторе должны быть выставлены следующие настройки:

*‒* Centre Frequency *–* равна частоте для скачка или центральной частоте испытываемого канала;

‒ Frequency Span – 0 Гц;

‒ RBW – примерно 50 % от ширины полосы занятого канала (если анализатор не поддерживает эту настройку, следует использовать самую высокую доступную настройку);

‒ VBW – ≥ RBW (если анализатор не поддерживает эту настройку, должна использоваться самая высокая доступная настройка);

‒ Detector Mode – RMS;

‒ Sweep time – >времени занятости канала. Следует отметить, что если время занятости канала не является непрерывным (для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты, не основанного на LBT), время развертки должно быть достаточным для охвата периода, на который распространяется время занятости канала;

‒ Number of sweep points – Разрешение по времени должно быть достаточным для обеспечения максимальной погрешности измерения в 5 % для измеряемого периода. В большинстве случаев период простоя является самым коротким периодом, который должен быть измерен и, таким образом, определяет временное разрешение. Если время занятости канала не является непрерывным (оборудование со скачкообразной перестройкой частоты, не основанное на LBT) не требуется измерять период простоя, и, следовательно, разрешение по времени может быть увеличено (например, до 5% времени пребывания), чтобы охватить период, превышающий который занимает время заполнения канала, не приводя к слишком большому количеству точек развертки анализатора.

ПРИМЕР 1: Для времени занятости канала 60 мс минимальный период простоя составляет 3 мс, следовательно, минимальное разрешение по времени должно быть <150 мкс.

ПРИМЕР 2: Для времени занятости канала 2 мс минимальный период простоя составляет 100 мкс, следовательно, минимальное разрешение по времени должно быть <5 мкс.

ПРИМЕР 3: В случае оборудования, использующего несмежный подход по времени занятости канала (40 мс) и использующего 79 частот для скачков со временем задержки 3,75 мс, общий период, в течение которого время занятости канала распределено, составляет 3,2 с. При временном разрешении 0,1875 мс (5 % времени пребывания) минимальное количество точек развертки составляет приблизительно 17 000.

‒ Trace mode – Clear/Write;

‒ Trigger – Video

Для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты Предполагается, что точки данных, полученные в результате передач на исследуемой частоте скачков, имеют гораздо более высокие уровни по сравнению с точками данных, полученными в результате передач на соседних частотах для скачков. Если четкое определение между этими передачами невозможно, RBW на шаге 1 должен быть дополнительно уменьшен. Кроме того, может использоваться полосовой фильтр.

**Шаг 2:**

Сохраните данные трассировки в файл для дальнейшего анализа с помощью вычислительного устройства с использованием соответствующего программного приложения или программы.

**Шаг 3:**

Определите точки данных, связанные с исследуемым каналом, применяя пороговое значение.

Подсчитайте количество последовательных точек данных, идентифицированных как результат одной передачи по исследуемому каналу, и умножьте это число на разницу во времени между двумя последовательными точками данных. Повторите это для всех передач в окне измерений.

Для измерения периодов простоя или тихих периодов подсчитайте количество последовательных точек данных, идентифицированных как результат одного периода отключения передатчика на исследуемом канале, и умножьте число на разницу во времени между двумя последовательными точками данных. Повторите это для всех периодов отключения передатчика в окне измерения.

**5.4.6.2.2 Измерения по эфиру**

При выполнении измерений по эфиру на оборудовании с внешними антеннами измерения должны повторяться для каждой альтернативной внешней антенны.

Уровни мощности, указанные в таблицах 2, 3, 9, 10 11, могут быть преобразованы в соответствующее значение плотности потока мощности (PFD) с помощью приведенной ниже формулы:

PFD = P + 11 - 20 × log10(300/F),

где:

P – уровень мощности в дБмВт.

F – частота в МГц.

Используются схема испытаний, описанная в приложении B, и методика измерений, описанная в приложении С.

Методика испытания описана в 5.4.6.2.1.

**5.4.7 Занимаемая ширина полосы канала**

**5.4.7.1 Условия испытаний**

Условия для проведения испытаний смотри в подразделе 5.1. Эти измерения должны проводиться только при нормальных условиях испытаний.

В случае проведения измерений на интеллектуальных антенных системах (оборудование с несколькими передающими цепями) измерения необходимо выполнять только на одной из активных передающих цепей (антенные выходы).

Для оборудования, использующего модуляцию FHSS и имеющего перекрывающиеся каналы, может потребоваться специальное программное обеспечение, чтобы заставить испытуемое оборудование переключаться или передавать на одной частоте для скачка.

Измерения должны выполняться только на самой низкой и самой высокой частоте (или лучше «на каналах») в пределах заявленного диапазона частот. Частоты, на которых проводились испытания, должны быть зафиксированы

Если оборудование может работать с различными номинальными значениями ширины полосы канала (например, 20 МГц и 40 МГц) измерения должны быть проведены для каждой ширины канала .

**5.4.7.2 Метод испытаний**

**5.4.7.2.1 Измерения на антенном разъеме**

Используется следующая процедура измерений:

**Шаг 1:**

Подключите испытуемое устройство к анализатору спектра и установите следующие настройки:

‒ Centre Frequency –центральная частота тестируемого канала;

‒ Resolution BW (RBW) – приблизительно 1 % диапазона, но не менее 1 %;

‒ Video Bandwidth (VBW) – 3 × RBW;

‒ Frequency Span: – удвоенная номинальная полоса частот, занимаемая;

‒ Detector Mode – RMS;

‒ Trace Mode – Max Hold;

‒ Sweep time – 1 c.

**Шаг 2:**

Ожидать стабилизации показаний.

Найдите пиковое значение мощности и поместите маркер анализатора на этот пик

**Шаг 3:**

Используйте функцию анализатора спектра для измерения ширины полосы частот, занимаемой каналом, в которой сосредоточено 99 % мощности, излучаемой испытуемым устройством. Измеренное значение должно быть занесено в протокол испытаний.

Чтобы избежать учета шумовых сигналов слева и справа от сигнала испытуемого устройства, убедитесь, что мощность огибающей сигнала значительно выше уровня шума анализатора спектра.

**5.4.7.2.2 Измерения по эфиру**

Измерения проводят на испытательной площадке, как описано приложении В, должны использоваться процедуры измерений, описанные в приложении С. Помимо этого может использоваться испытательная оснастка.

Метод испытаний должен соответствовать 5.4.7.2.1.

**5.4.8 Уровни внеполосных излучений передатчика**

**5.4.8.1 Условия испытаний**

Условия для проведения испытаний смотри в подразделе 5.1. Эти измерения должны проводиться только при нормальных условиях испытаний.

Для оборудования, использующего модуляцию FHSS, измерения должны выполняться во время нормальной работы (скачкообразной перестройки).

Для оборудования, использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS, измерения должны выполняться на самом низком и самом высоком каналах, на которых может работать оборудование. Эти рабочие каналы должны быть зафиксированы.

Оборудование должно быть настроено на работу с максимальной выходной мощностью.

Если оборудование может работать с различными значениями номинальной ширины полосы канала (например, 20 МГц и 40 МГц) измерения должны быть проведены для каждой ширины канала.

**5.4.8.2 Метод испытания**

**5.4.8.2.1 Измерения на антенном разъеме**

Применимая маска определяется в результате измерений, проведенных в соответствии с пунктом 5.4.7 (полоса пропускания занятого канала).

Внеполосные излучения в различных горизонтальных сегментах маски, представленных на рисунке 1 и рисунке 3, должны измеряться с использованием процедуры, описанной на этапах 1–6 ниже. Этот метод предполагает, что анализатор спектра оснащен опцией Time Domain Power.

**Шаг 1:**

Подключите испытуемое устройство к анализатору спектра и установите следующие настройки:

* + Сentre Frequency – 2 484 МГц;
  + Span –Zero Span;
  + Resolution BW – 1 МГц;
  + Filter mode – канальный фильтр;
  + VBW – 3 МГц;
  + Detector Mode – RMS;
  + Trace Mode – Max Hold;
  + Sweep Mode – Single Sweep;
  + Sweep Points – Sweep Time [с] / (1 мкс) с максимальным – 30 000;
  + Trigger Mode – Видео;
  + Sweep Time – >120 % от длительности самого длинного импульса, обнаруженного во время измерения выходной мощности РЧ.

**Шаг 2 (полоса 2 483,5 МГц — 2 483,5 МГц + BW):**

Измерение должно выполняться и повторяться при увеличении уровня срабатывания до тех пор, пока срабатывание не прекратится.

Для оборудования с FHSS, работающего в режиме скачкообразной перестройки, различные скачки будут приводить к всплескам сигналов с разными уровнями мощности. В этом случае должен быть выбран всплеск с самым высоким уровнем мощности.

Установите окно (линии начала и окончания), чтобы оно совпадало с началом и концом всплеска при этом среднеквадратичная мощность должна измеряться с использованием опции измерения мощности во временной области.

Измеренная в установленном окне RMS-мощность является RMS-мощностью в полосе 1 МГц (от 2483,5 МГц до 2448,5 МГц). Сравните полученное значение с пределом, указанным в 4.2.4.1.2 (таблица 4). Сравните это значение с применимым пределом, ограниченным маской.

Увеличьте центральную частоту с шагом 1 МГц и повторите это измерение для каждой полосы 1 МГц в диапазоне от 2 483,5 МГц до 2 483,5 МГц + BW. Центральная частота последней полосы 1 МГц должна быть установлена на 2483,5 МГц + BW - 0,5 МГц (она может частично перекрываться с предыдущей полосой 1 МГц).

**Шаг 3 (полоса 2 483,5 МГц + BW — 2 483,5 МГц + 2BW):**

Установите центральную частоту анализатора на 2 484 МГц + BW и выполните измерение для первой полосы 1 МГц в диапазоне от 2 483,5 МГц + BW до 2 483,5 МГц + 2BW. Увеличьте центральную частоту с шагом 1 МГц и повторите измерения, чтобы охватить весь этот диапазон. Центральная частота последней полосы 1 МГц должна быть установлена на 2483,5 МГц + 2BW - 0,5 МГц (она может частично перекрываться с предыдущей полосой 1 МГц).

**Шаг 4 (полоса 2 400 МГц - BW — 2 400 МГц):**

Установите центральную частоту анализатора на 2 399,5 МГц и выполните измерение для первой полосы 1 МГц в диапазоне от 2 400МГц - BW до 2 400 МГц. Уменьшите центральную частоту с шагом 1 МГц и повторите измерения, чтобы охватить весь этот диапазон. Центральная частота последней полосы 1 МГц должна быть установлена на 2400МГц - BW + 0,5 МГц (она может частично перекрываться с предыдущей полосой 1 МГц).

**Шаг 5 (полоса 2 400 МГц - 2BW — 2 400 МГц - BW):**

Установите центральную частоту анализатора на 2 399,5 МГц - BW и выполните измерение для первой полосы 1 МГц в диапазоне от 2 400МГц - 2BW до 2 400МГц - BW. Уменьшите центральную частоту с шагом 1 МГц и повторите измерения, чтобы охватить весь этот диапазон. Центральная частота последней полосы 1 МГц должна быть установлена на 2400 МГц - 2BW + 0,5 МГц (она может частично перекрываться с предыдущей полосой 1 МГц).

**Шаг 6:**

В случае проведения измерений на оборудовании с одним передающим трактом заявленное усиление антенны G в дБи должно быть добавлено к результатам для каждой из полос 1 МГц и сопоставлено с маской, приведенной на рисунке 1 или рисунке 3. Если для настройки мощности используется несколько антенных узлов, необходимо использовать усиление антенного блока с наибольшим коэффициентом усиления.

В случае проведения измерений на интеллектуальных антенных системах (оборудование с несколькими передающими цепями) измерения необходимо повторить для каждой активной передающей цепи. Заявленное усиление антенны G в дБи для одиночной антенны должно быть добавлено к этим результатам. Если для настройки мощности используется несколько антенных узлов, необходимо использовать усиление антенного блока с наибольшим коэффициентом усиления. Сопоставление с применимыми предельными значениями производится с использованием любого из приведенных ниже вариантов:

Вариант 1: результаты измерений для каждой из цепей передачи в соответствующих диапазонах 1 МГц должны суммироваться. Кроме того, следует добавить дополнительный коэффициент усиления (антенный множитель) Y в ДБ и сравнить полученные значения с предельными значениями, предусмотренными маской, приведенной на рис.1 или рис. 3.

Вариант 2: пределы, предусмотренные маской, приведенной на рис. 1 или рис.3, должны быть уменьшены на 10 × log10(Ach) и дополнительный коэффициент усиления (антенный множитель) Y в дБ. Результаты для каждого из передающих трактов должны быть индивидуально сопоставлены с этими сокращенными предельными значениями.

Примечание — Ach относится к числу активных трактов передачи.

Проверяется соответствие оборудования маске, представленной на рисунке 1 или рисунке 3.

**5.4.8.2.2 Измерения по эфиру**

Измерения проводят на испытательной площадке (см. приложение В) анализатором спектра, подключенным к испытательной антенне. Помимо этого может использоваться испытательная оснастка.

Метод испытаний должен соответствовать подпункту 5.4.3.2.1.

**5.4.9 Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений**

**5.4.9.1 Условия испытаний**

Условия для проведения испытаний смотри в подразделе 5.1. Эти измерения должны проводиться только при нормальных условиях испытания.

Уровень побочных излучений должен измеряться как:

а) мощность на соответствующей нагрузке (кондуктивные побочные излучения) и эффективно излучаемая мощность при излучении от корпуса или от части (конструкции оборудования) оборудования; или

b) излучаемая мощность при излучении от корпуса и антенны в случае встроенной антенны без антенного разъема.

Для оборудования, использующего модуляцию FHSS, измерения могут выполняться при отключенном стандартном режиме скачков. В этом случае измерения должны выполняться при работе на самой низкой и самой высокой частоте для скачка. В тех случаях, когда это невозможно, измерение производится в обычном режиме (скачкообразная перестройка).

Для оборудования, использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS, измерения должны выполняться на самом низком и самом высоком каналах, на которых может работать оборудование. Эти рабочие каналы должны быть зафиксированы.

Оборудование должно быть настроено на работу с максимальной выходной мощностью.

Если оборудование может работать с различными значениями номинальной ширины полосы канала (например, 20 МГц и 40 МГц) оборудование должно работать в режиме в котором побочные излучения максимальны.

**5.4.9.2 Метод испытания**

**5.4.9.2.1 Измерения на антенном разъеме**

**5.4.9.2.1.1 Введение**

В спектральной в области побочных излучений (см. рис.1 или рис. 3) производится поиск выбросов, превышающих предельные значения, указанные в таблице 4 или таблице 12, или находящихся в пределах 6 дБ ниже этих предельных значений. Каждый случай должен быть зарегистрирован.

Процедура измерения состоит из двух частей.

**5.4.9.2.1.2 Предварительная проверка**

Методы испытаний, приведенные ниже (шаги 1 – 4), используются для нахождения потенциально возможных побочных излучений образца.

**Шаг 1:**

Чувствительность измерительной установки должна быть такой, чтобы уровень собственных шумов был как минимум на 12 дБ ниже пределов, указанных в таблице 4 или таблице 12.

**Шаг 2:**

Измерения производятся в диапазоне от 30 МГц до 1 000 МГц.

Настройки анализатора спектра:

– RBW – 100 кГц;

– VBW – 300 кГц;

– Filter type – 3 dB (Gaussian)

– Detector mode – Peak;

– Trace Mode – Max Hold;

– Sweep Points – ≥ 19 400; для анализаторов спектра, не поддерживающих данное количество Sweep

Points, полоса частот может быть разделена на части.

– Sweep time – Для непостоянных передач (рабочий цикл менее 100 %) время развертки должно

быть достаточно большим, чтобы для каждого шага частоты в 100 кГц время

измерения было больше, чем время двух передач испытуемого оборудования, на

любом канале.

Для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты, работающего в

нормальном рабочем режиме (скачкообразная перестройка не отключена), время

развертки должно быть дополнительно увеличено для захвата нескольких передач на

любой из частот для скачков.

Приведенная выше настройка времени развертки может привести к увеличению времени измерения для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты.

Дождитесь стабилизации показаний. Любые выбросы, выявленные в ходе вышеуказанных проверок и попадающие в диапазон 6 дБ ниже применимого предела или выше, должны измеряться индивидуально с использованием процедуры, описанной в подпункте 5.4.9.2.1.3, и сравниваться с предельными значениями, указанными в таблице 4 или таблице 12.

**Шаг 3:**

Измерения производятся в диапазоне от 1 ГГц до 12,75 ГГц.

Настройки анализатора спектра:

– RBW – 1 МГц;

– VBW – 3 МГц;

– Filter type – 3 dB (Gaussian)

– Detector mode – Peak;

– Trace Mode – Max Hold;

– Sweep Points – ≥ 23 500; для анализаторов спектра, не поддерживающих данное количество Sweep

Points, полоса частот может быть разделена на части.

– Sweep time – Для непостоянных передач (рабочий цикл менее 100 %) время развертки должно

быть достаточно большим, чтобы для каждого шага частоты в 1 МГц время

измерения было больше, чем время двух передач испытуемого оборудования, на

любом канале.

Для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты, работающего в

нормальном рабочем режиме (скачкообразная перестройка не отключена), время

развертки должно быть дополнительно увеличено для захвата нескольких передач на любой из частот для скачков.

Приведенная выше настройка времени развертки может привести к увеличению времени измерения в случае оборудования со скачкообразной перестройкой частоты.

Дождитесь стабилизации показаний. Любые выбросы, выявленные в ходе вышеуказанных проверок и попадающие в диапазон 6 дБ ниже применимого предела или выше, должны измеряться индивидуально с использованием процедуры, описанной в подпункте 5.4.9.2.1.3, и сравниваться с предельными значениями, указанными в таблице 4 или таблице 12.

Оборудование с FHSS может генерировать блок (или несколько блоков) побочных излучений в любом месте в области побочных излучений. В этом случае измеряется только самый высокий пик каждого блока выбросов с использованием процедуры, описанной в подпункте 5.4.9.2.1.3.

**Шаг 4:**

В случае кондуктивных измерений интеллектуальных антенных систем (оборудование с несколькими трактами передачи), шаг 2 повторяется для каждого из активных трактов передачи. Пределы, используемые для идентификации излучений во время этого предварительного сканирования, должны быть уменьшены на 10 × log10 (Ach).

**5.4.9.2.1.3 Измерение излучений, выявленных во время предварительного сканирования**

Приведенная ниже процедура (шаги 1 – 4) должна использоваться для точного измерения отдельных нежелательных излучений, обнаруженных в ходе предварительных измерений. Этот метод предполагает, что анализатор спектра имеет функцию Time Domain Power.

**Шаг 1:**

Уровень излучений измеряется с использованием следующих настроек анализатора спектра:

– Measurement Mode – Time Domain Power;

– Centre Frequency – частота излучения, выявленная в ходе предварительных измерений;

– RBW – 100 кГц (излучения <1 ГГц)/1 МГц (излучения >1 ГГц);

– VBW – 300 кГц (излучения <1 ГГц)/3 МГц (излучения >1 ГГц);

– Frequency Span – Zero Span;

– Sweep mode – Single Sweep;

– Sweep Time – >120 % длительности самого длинного пакета, обнаруженного во время измерения

выходной мощности;

– Sweep Points – Sweeptime [мкс]/1 мкс, максимум 30 000;

– Trigger – Video (для импульсных сигналов) или Manual (для непрерывных сигналов);

– Detector – RMS.

**Шаг 2:**

Установите окно, в котором индикаторы начала и остановки соответствуют началу и концу пакета с самым высоким уровнем, и запишите значение мощности, измеренное в этом окне. Если измеряемое побочное излучение является непрерывным, то окно измерения должно быть установлено на время начала и остановки развертки.

**Шаг 3:**

В случае кондуктивных измерений интеллектуальных антенных систем (оборудование с несколькими трактами передачи), шаг 2 повторяется для каждого из активных передающих трактов.

Суммируйте измеренную мощность (в пределах окна наблюдения) для каждого из активных передающих трактов.

**Шаг 4:**

Значение, полученное на шаге 3, необходимо сравнить с допусками, установленными в таблице 4 или таблице 12.

**5.4.9.2.2 Измерения по эфиру**

Используется испытательная площадка, описанная в приложении В, и процедуры измерений, описанные в приложении С.

Метод испытаний описан в подпункте 5.4.9.2.1.

**5.4.10 Побочные излучения приемника**

**5.4.10.1 Условия испытаний**

Условия для проведения испытаний смотри в подразделе 5.1. Эти измерения должны проводиться только при нормальных условиях испытания.

Уровень побочных излучений должен измеряться как:

а) мощность в заданной нагрузке (кондуктивные побочные излучения) и эффективно излучаемая мощность при излучении от корпуса или от части (конструкции оборудования) оборудования; или

b) излучаемая мощность при излучении от корпуса и антенны в случае встроенной антенны без антенного разъема.

Испытания должны проводиться, когда оборудование находится в режиме приема.

Для оборудования без FHSS, измерения должны выполняться на самом низком и самом высоком каналах, на которых может работать оборудование. Эти рабочие каналы должны быть зафиксированы.

Для оборудования с FHSS, измерения могут выполняться при отключенном стандартном режиме скачков. В этом случае измерения должны выполняться при работе на самой низкой и самой высокой частоте для скачка. В тех случаях, когда это невозможно, измерение производится в обычном режиме (скачкообразная перестройка).

**5.4.10.2 Метод испытания**

**5.4.10.2.1 Испытания на антенном разъеме**

**5.4.10.2.1.1 Введение**

В случае проведения кондуктивных измерений радиооборудование должно быть подключено к измерительному оборудованию через аттенюатор.

В спектральной в области побочных излучений (см. рис.1 или рис. 3) производится поиск выбросов, превышающих предельные значения, указанные в таблице 5 или таблице 13, или находящихся в пределах 6 дБ ниже этих предельных значений. Каждый случай должен быть зарегистрирован.

Процедура измерения состоит из двух частей.

**5.4.10.2.1.2 Предварительная проверка**

Методы испытаний, приведенные ниже (шаги 1 – 4), используются для нахождения потенциально возможных побочных излучений образца.

**Шаг 1:**

Чувствительность измерительной установки должна быть такой, чтобы уровень собственных шумов был как минимум на 12 дБ ниже пределов, указанных в таблице 4 или таблице 12.

**Шаг 2:**

Измерения производятся в диапазоне от 30 МГц до 1 000 МГц.

Настройки анализатора спектра:

– RBW – 100 кГц;

– VBW – 300 кГц;

– Filter type – 3 dB (Gaussian)

– Detector mode – Peak;

– Trace Mode – Max Hold;

– Sweep Points – ≥ 19 400;

– Sweep time – Auto.

Дождитесь стабилизации показаний. Любые выбросы, выявленные в ходе вышеуказанных проверок и попадающие в диапазон 6 дБ ниже применимого предела или выше, должны измеряться индивидуально с использованием процедуры, описанной в подпункте 5.4.10.2.1.3, и сравниваться с предельными значениями, указанными в таблице 5 или таблице 13.

**Шаг 3:**

Измерения производятся в диапазоне от 1 ГГц до 12,75 ГГц.

Настройки анализатора спектра:

– RBW – 1 МГц;

– VBW – 3 МГц;

– Filter type – 3 dB (Gaussian)

– Detector mode – Peak;

– Trace Mode – Max Hold;

– Sweep Points – ≥ 23 500; для анализаторов спектра, не поддерживающих данное количество Sweep

Points, полоса частот может быть разделена на части.

– Sweep time – Auto.

Дождитесь стабилизации показаний. Любые выбросы, выявленные в ходе вышеуказанных проверок и попадающие в диапазон 6 дБ ниже применимого предела или выше, должны измеряться индивидуально с использованием процедуры, описанной в подпункте 5.4.10.2.1.3, и сравниваться с предельными значениями, указанными в таблице 5 или таблице 13.

Оборудование с FHSS может генерировать блок (или несколько блоков) побочных излучений в любом месте в области побочных излучений. В этом случае измеряется только самый высокий пик каждого блока выбросов с использованием процедуры, описанной в подпункте 5.4.10.2.1.3.

**Шаг 4:**

В случае кондуктивных измерений интеллектуальных антенных систем (оборудование с несколькими приемными трактами), шаги 2 и 3 повторяются для каждого из активных трактов приема (Ach). Пределы, используемые для идентификации излучений во время этого предварительного сканирования, должны быть уменьшены на 10 × log10 (Ach).

**5.4.10.2.1.3 Измерение излучений, выявленных во время предварительного сканирования**

Приведенная ниже процедура (шаги 1 – 4) должна использоваться для точного измерения отдельных нежелательных излучений, обнаруженных в ходе предварительных измерений. Этот метод предполагает, что анализатор спектра имеет функцию Time Domain Power.

**Шаг 1:**

Уровень излучений измеряется с использованием следующих настроек анализатора спектра:

– Measurement Mode – Time Domain Power;

– Centre Frequency – частота излучения, выявленная в ходе предварительных измерений;

– RBW – 100 кГц (излучения <1 ГГц)/1 МГц (излучения >1 ГГц);

– VBW – 300 кГц (излучения <1 ГГц)/3 МГц (излучения >1 ГГц);

– Frequency Span – Zero Span;

– Sweep mode – Single Sweep;

– Sweep Time – 30 мс;

– Sweep Points – ≥ 30 000;

– Trigger – Video (для импульсных сигналов) или Manual (для непрерывных сигналов);

– Detector – RMS.

**Шаг 2:**

Установите окно, в котором индикаторы начала и остановки соответствуют началу и концу пакета с самым высоким уровнем, и запишите значение мощности, измеренное в этом окне. Если измеряемое побочное излучение является непрерывным, то окно измерения должно быть установлено на время начала и остановки развертки.

**Шаг 3:**

В случае кондуктивных измерений интеллектуальных антенных систем (оборудование с несколькими приемными трактами), шаг 2 повторяется для каждого из активных приемных трактов Ach.

Суммируйте измеренную мощность (в пределах окна наблюдения) для каждого из активных приемных трактов.

**Шаг 4:**

Значение, полученное на шаге 3, необходимо сравнить с допусками, установленными в таблице 5 или таблице 13.

**5.4.9.2.2 Измерения по эфиру**

Используется испытательная площадка, описанная в приложении В, и процедуры измерений, описанные в приложении С.

Метод испытаний описан в подпункте 5.4.10.2.1.

**5.4.11 Блокировка приемника**

**5.4.11.1 Условия испытаний**

См. 5.3 для условий проведения испытаний. Эти измерения должны проводиться только в нормальных условиях испытаний. Для оборудования без FHSS, имеющего более одного рабочего канала, рабочие каналы, по которым должно проводиться испытание, выбираются следующим образом:

- при испытании частот блокировки менее 2 400 МГц оборудование должно работать на самом низком рабочем канале;

- при испытании частот блокировки более 2 500 МГц оборудование должно работать на самом высоком рабочем канале.

Оборудование, которое может автоматически изменять свой рабочий канал (адаптивное распределение каналов) и где эта функция не может быть отключена, должно быть испытано как оборудование с FHSS.

Если оборудование может быть настроено для работы с различными номинальными полосами ширины канала (например, 20 и 40 МГц) и разными скоростями передачи данных, тогда следует использовать комбинацию наименьшей ширины канала и самую низкую скорость передачи данных для этой полосы частот канала, которая все еще позволяет оборудованию работать по назначению. Этот режим работы должен быть согласован с критериями эффективности, определенными в подпункте 4.3.2.12.3 или подпункте 4.3.2.11.3, как заявлено изготовителем (см. 5.4.1, перечисление t)), и описан в отчете об испытаниях.

**5.4.11.2 Метод испытания**

**5.4.11.2.1 Кондуктивные измерения**

Для систем, использующих несколько приемных цепей, необходимо испытывать только одну цепь. Все остальные входы приемника должны быть нагружены.

На рисунке 6 показана тестовая настройка, которая может использоваться для выполнения теста блокирования приемника.



**Рисунок 6 – Испытательная установка для проверки блокирования приемника**

Процедура, описанная в пунктах 1-6 ниже, должна использоваться для проверки требований к блокировке приемника, как описано в подпункте 4.3.1.12 или подпункте 4.3.2.11. Устройство контроля работоспособности должно быть способно проверять критерии работоспособности, определенные в пункте 4.3.1.12.3 или пункте 4.3.2.11.3.

Таблица 6, таблица 7 и таблица 8 в подпункте 4.3.1.12.4 содержат применимые частоты и уровни блокировки для каждой из категорий приемников для проверки на оборудовании с FHSS.

Таблица 14, таблица 15 и таблица 16 в подпункте 4.3.1.11.4 содержат применимые частоты и уровни блокировки для каждой из категорий приемников для проверки на оборудовании без FHSS.

**Шаг 1:**

Для оборудования без FHSS UUT должно быть установлено на самый низкий рабочий канал, на котором должно быть проведено испытание на блокировку (см. пункт 5.4.11.1).

**Шаг 2:**

Генератор блокирующего сигнала устанавливается на первую частоту в соответствии с таблицей, соответствующей категории приемника и типу оборудования.

**Шаг 3:**

При выключенном генераторе блокирующего сигнала между испытуемым устройством и вспомогательным устройством устанавливается линия связи с использованием тестовой настройки, показанной на рисунке 6.

Если не используется вариант, описанный в примечании 2 к таблице, упомянутой в пункте 5.4.11.2.1, уровень искомого сигнала устанавливается на значение, указанное в таблице, соответствующее категории приемника и типу оборудования. Процедура испытания, определенная в пункте 5.4.2, и более конкретно в пункте 5.4.2.2.1.2, может быть использована для кондуктивного измерения уровня требуемого сигнала, однако поправка на коэффициент усиления антенны сопутствующего устройства не производится (шаг 6 в пункте 5.4.2.2.1.2 игнорируется). Этот уровень может быть измерен непосредственно на выводе вспомогательного устройства и коррекция потерь соединения производится в UUT. Фактический уровень требуемого сигнала должен быть зафиксирован в протоколе испытания.

При использовании варианта, предусмотренного в примечании 2 к применимой таблице, упомянутой в пункте 5.4.11.2.1, ослабление переменного аттенюатора должно быть увеличено с шагом 1 дБ до значения, при котором все еще соблюдаются минимальные критерии эффективности, указанные в пункте 4.3.1.12.3 или пункте 4.3.2.11.3. В результате уровень для полезного сигнала на входе тестируемого устройства Pmin. Этот уровень сигнала (Pmin) уменьшается на величину, приведенную в примечании 2 таблицы соответствующей категории приемника и типу оборудования.

**Шаг 4:**

Уровень сигнала блокирования на входе испытуемого устройства устанавливается на уровень в соответствии с таблицей, соответствующей категории приемника и типу оборудования.

Если критерии эффективности, указанные в пункте 4.3.1.12.3 или пункте 4.3.2.11.3, выполнены перейти к шагу 6.

**Шаг 5:**

Если критерии эффективности, указанные в пункте 4.3.1.12.3 или пункте 4.3.2.11.3, не выполняются, то этап 3 и этап 4 повторяются после того, как частота блокирующего сигнала, установленная на этапе 2, была увеличена на величину, равную занимаемой полосе пропускания канала, за исключением случаев, когда частота блокирующего сигнала, установленная на этапе 2, была увеличена на величину, равную занимаемой полосе пропускания канала:

- Для частоты блокировки 2 380 МГц, где это смещение частоты должно быть меньше или равно 10 МГц. Если это смещение частоты превышает 7 МГц, то уровень искомого сигнала должен быть увеличен на 3 дБ.

- Для частоты блокировки 2 503,5 МГц, где это смещение частоты должно быть меньше или равно 10 МГц. Если это смещение частоты превышает 7 МГц, то уровень искомого сигнала должен быть уменьшен на 3 дБ.

Если критерии эффективности, указанные в пункте 4.3.1.12.3 или пункте 4.3.2.11.3, все еще не выполнены, то этап 3 и этап 4 повторяются после того, как частота блокирующего сигнала, установленного на этапе 2, была уменьшена на величину, равную занимаемой полосе пропускания канала, за исключением случаев, когда частота блокирующего сигнала, установленного на этапе 2, была уменьшена на величину, равную занимаемой полосе пропускания канала:

- Для частоты блокировки 2 380 МГц, где это смещение частоты должно быть меньше или равно 10 МГц. Если это смещение частоты превышает 7 МГц, то уровень искомого сигнала должен быть увеличен на 3 дБ.

- Для частоты блокировки 2 503,5 МГц, где это смещение частоты должно быть меньше или равно 10 МГц. Если это смещение частоты превышает 7 МГц, то уровень искомого сигнала должен быть уменьшен на 3 дБ.

Если критерии эффективности, указанные в пункте 4.3.1.12.3 или пункте 4.3.2.11.3, все еще не выполнены, UUT не соответствует требованию блокировки приемника шаги 6 и 7 больше не требуются.

В протоколе испытания регистрируется, использовался ли сдвиг частот блокировки, описанный в настоящем шаге.

**Шаг 6:**

Повторите шаги 4 и 5 для каждой оставшейся комбинации частоты и уровня блокирующего сигнала, как указано в таблице, соответствующей категории приемника и типу оборудования.

**Шаг 7:**

Для оборудования без FHSS повторите шаги 2-6 с UUT, работающим на самом высоком рабочем канале, на котором должно быть выполнено испытание на блокировку (см. пункт 5.4.11.1).

**Шаг 8:**

Должно быть оценено и зафиксировано в протоколе испытаний, соответствует ли UUT требованию о блокировке приемника.

**5.4.11.2.2 Измерения по эфиру**

При выполнении измерений по эфиру на оборудовании с внешними антеннами измерения должны повторяться для каждой альтернативной внешней антенны.

Уровни мощности, указанные в таблицах 6, 7, 8, 14, 15, 16 могут быть преобразованы в соответствующее значение плотности потока мощности (PFD) с помощью приведенной ниже формулы:

PFD = P + 11 - 20 × log10(300/F),

где:

P – уровень мощности в дБмВт.

F – частота в МГц.

Используются схема испытаний, описанная в приложении B, и методика измерений, описанная в приложении С.

Методика испытания описана в 5.4.11.2.1.

Уровень сигнала блокирования в испытуемом устройстве, упомянутый в шаге 4, считается уровнем на входе антенны испытуемого устройства. Испытуемое устройство должно быть направлено главным лепестком диаграммы направленности к антенне, излучающей блокирующий сигнал. Можно использовать положение, заявленное в 5.4.2.2.2.

**Приложение А**

**(обязательное)**

**Взаимосвязь между настоящим документом и основными требованиями Директивы 2014/53 / ЕС**

Настоящий документ подготовлен в соответствии с просьбой комиссии о стандартизации C(2015) 5376 final [i.4] обеспечить один добровольный способ соответствия основным требованиям Директивы 2014/53 / ЕС о гармонизации законодательства государств-членов, относящегося к предоставлению на рынке радиооборудования и отмене Директивы 1999/5 / EC [i.1].

Как только настоящий документ цитируется в Официальном журнале Европейского Союза в соответствии с этой Директивой, соблюдение нормативных положений настоящего документа, приведенных в таблице А.1, дает в пределах сферы действия настоящего документа презумпцию соответствия с соответствующими существенными требованиями этой Директивы и соответствующими правилами EFTA.

**Таблица A.1 – Связь между настоящим документом и основными требованиями   
Директивы 2014/53 / ЕС**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Гармонизированный стандарт ETSI EN 300 328 | | | | | |
| Требования | | | | Обусловленность требований | |
| №  п/п | Описание | Основные требования Директивы | Подпункты  настоящего стандарта | U/C | Условие |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 11 | Выходная мощность ВЧ | 3.2 | 4.3.1.2 или 4.3.2.2 | U |  |
| 22 | Спектральная плотность мощность | 3.2 | 4.3.2.3 | C | Только для оборудования без FHSS |
| 23 | Рабочий цикл,  Tx-последовательность,  Tx-пауза | 3.2 | 4.3.1.3 или 4.3.2.4 | C | Только для неадаптивного оборудования |
| 64 | Время работы на частоте,  занятие частоты и последовательность скачков | 3.2 | 4.3.1.4 | C | Только для оборудования с FHSS |
| 75 | Разделение частот для скачка | 3.2 | 4.3.1.5 | C | Только для оборудования FHSS |
| 86 | Средняя загрузка | 3.2 | 4.3.1.6 или 4.3.2.5 | C | Только для неадаптивного оборудования |
| 97 | Адаптивность | 3.2 | 4.3.1.7 или 4.3.2.6 | C | Только для адаптивного оборудования |
| 18 | Занятая полоса канала | 3.2 | 4.3.1.8 или 4.3.2.7 | U |  |
| 9 | Нежелательные излучения передатчика в области внеполосных излучений | 3.2 | 4.3.1.9 или 4.3.2.8 | U |  |
| 10 | Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений | 3.2 | 4.3.1.10 или 4.3.2.9 | U |  |
| 11 | Побочные излучения приемника | 3.2 | 4.3.1.11 или 4.3.2.10 | U |  |
| 12 | Блокировка приемника | 3.2 | 4.3.1.12 или 4.3.2.11 | U |  |
| 13 | Возможность геолокации | 3.2 | 4.3.1.13 или 4.3.2.12 | C |  |

**Ключ к столбцам:**

**Требование:**

**Нет** Уникальный идентификатор для одной строки таблицы, который может использоваться для идентификации требования.

**Описание** Текстовая ссылка на требование.

**Основные требования Директивы**

Идентификация статьи (статей), определяющей требование в директиве.

**Пункт(ы) настоящего документа**

Идентификация пункта (ов), определяющего требование в настоящем документе, если только на другой документ не делается явной ссылки.

**Обусловленность требований:**

**U/C** Указывает, является ли требование безоговорочно применимым (U) или зависит от заявленных функций изготовителем оборудования (С).

**Условие** Объясняет условия, когда требование применимо или не применимо к требованию, которое классифицируется как "состояние"

Презумпция соответствия остается в силе до тех пор, пока ссылка на настоящий документ сохраняется в списке, опубликованном в официальном журнале Европейского Союза. Пользователям настоящего документа следует часто знакомиться с последним перечнем, опубликованным в официальном Журнале Европейского Союза.

Другие законодательные акты Союза могут применяться к продуктам (продуктам), подпадающим под сферу действия настоящего документа.

**Приложение B**

**(обязательное)**

**Испытательные площадки и устройства для измерений по эфиру**

**B.1 Введение**

В настоящем приложении представлены три наиболее доступные испытательные площадки и испытательное оборудование, которые будут использоваться при проведении измерений в соответствии с настоящим документом.

Впоследствии будут описаны следующие пункты:

* Открытая Испытательная Площадка (OATS)
* Полубезэховая камера (SAR)
* Безэховая камера (FAR)
* Испытайте приспособление для относительных измерений.
* Сигнал помехи, используемый для тестов на адаптивность.

Первые три, как правило, называются местами свободного полевого тестирования. Оба абсолютных и относительных измерения могут быть выполнены на этих сайтах. Они будут описаны в разделе B.2. В разделе B.3 описаны антенны, используемые на этих испытательных площадках. Испытательное оборудование может использоваться только для подобных измерений и описан в B.4.

Там, где должны выполняться абсолютные измерения, камера должна быть проверена (калибрована). Подробная процедура проверки описана в разделе 6 ETSI TR 102 273-4 [i.10] для OATS в разделе 6 ETSI TR 102 273-3 [i.9] для SAR, а в разделе 6 ETSI TR 102 273-2 [i.8] для FAR.

Информацию для расчета неопределенности измерения на одном из этих площадок можно найти в стандарте ETSI TR 100 028-1 [i.15] и ETSI TR 100 028-2 [i.11], ETSI TR 102 273-2 [i .8], ETSI TR 102 273-3 [i.9] и ETSI TR 102 273-4 [i.10].

В дополнение к вышесказанному в подразделе В. 7 настоящего приложения описывается интерференционный сигнал, который должен использоваться для испытаний на адаптивность.

**B.2 Испытательные площадки для измерения по эфиру**

**B.2.1 Открытая испытательная площадка** (OATS)

Открытая испытательная площадка включает в себя поворотный стол с одной стороны и антенную матчу с регулировкой высоты с другой, на отражающей пластине(плоскость) , которая в идеальном случае является бесконечным проводником. На практике, возможно достигнуть хорошей проводимости, но размер плоскости(пластины) должен быть ограничен. Типичная открытая испытательная площадка представлена на рисунке B.1



**Рисунок B.1 – Стандартная открытая испытательная площадка**

Отражающая пластина создает желаемый путь отражения, так что сигнал, принимаемый приемной антенной, представляет собой сумму сигналов, принимаемых от прямого и отраженного луча передачи. Фазирование этих двух сигналов создает уникальный принятый уровень (уровень приёма) для каждой высоты передающей антенны (или испытуемого устройства) и приемной антенны над отражающей пластиной.

Антенная мачта обеспечивает установку переменной высоты (от 1 до 4 м), так что положение измерительной антенны может быть оптимизировано для максимального уровня сигнала между антеннами или между испытуемым устройством и измерительной антенной.

Поворотный стол способен вращаться на 360° в горизонтальной плоскости и используется для поддержки испытуемого устройства на высоте обычно 1,5 м над землей. Измеряемое расстояние и минимальные размеры помещения можно найти в разделе B.2.4.

Расстояние измерения и минимальные размеры камеры можно найти в пункте B. 2.4. Расстояние, используемое в реальных измерениях должно быть зарегистрировано вместе с результатами испытаний.

Дополнительную информацию об открытых испытательных площадка можно найти в   
ETSI TR 102 273-4 [7].

**B.2.2 Полубезэховая камера (SAR)**

Полубезэховая камера – или безэховая камера с проводящей пластиной – это корпус, обычно экранированный, внутренние стены и потолок которого покрыты радиопоглощающим материалом. Пол, который является металлическим, не покрывается поглощающим материалом и образует плоскость заземления. Камера обычно содержит антенную мачту с одной стороны и поворотный стол с другой. Типичная полубзеэховая камера представлена на рисунке B.2

Этот вид помещения для испытаний пытается имитировать открытую испытательную площадку, основной характеристикой которого является идеально проводящая наземная плоскость.



**Рисунок B.2 – Стандартная полубезэховая камера**

В этой установке плоскость заземления создает желаемый путь отражения, так что сигнал, принимаемый приемной антенной, представляет собой сумму сигналов, принимаемых от прямого и отраженного луча передачи. Фазирование этих двух сигналов создает уникальный принятый уровень (уровень приёма) для каждой высоты передающей антенны (или испытуемого устройства) и приемной антенны над Заземленной пластиной.

Антенная мачта обеспечивает установку переменной высоты (от 1 до 4 м), так что положение измерительной антенны может быть оптимизировано для максимального связанного(уровня) сигнала между антеннами или между испытуемым устройством и измерительной антенной.

Поворотный стол способен вращаться на 360° в горизонтальной плоскости и используется для поддержки испытуемого устройства на высоте обычно 1,5 м над землей.

Измеряемое расстояние и минимальные размеры камеры(комнаты) можно найти в разделе B.2.4. Расстояние, используемое в реальных измерениях, регистрируется с результатами испытаний.

Дополнительную информацию об открытых испытательных площадка можно найти в   
ETSI TR 102 273-3 [6].

**B.2.3 Безэховая камера (FAR)**

Безэховая камера – это корпус, обычно экранированный, внутренние стены, пол и потолок которого покрыты радиопоглощающим материалом. Камера обычно содержит опору антенны с одной стороны и поворотный стол с другой. стандартная полу безэховая камера представлена на рисунке B.3



**Рисунок B.3 – Стандартная безэховая камера**

Экранирование камеры и радиопоглощающий материал обеспечивают условия для испытаний. Этот тип камеры испытания пытается (является имитацией) сымитировать условия свободного пространства.

Экранирование должно быть достаточным для устранения помех от внешней среды, которые будут маскировать любые сигналы, которые должны быть измерены.

Поворотный стол способен вращаться на 360° в горизонтальной плоскости и используется для поддержки испытуемого устройства на высоте обычно на 1 м выше поглощающего материала.

Измеряемое расстояние и минимальные размеры камеры(комнаты) можно найти в разделе B.2.4. Расстояние, используемое в реальных измерениях, регистрируется с результатами испытаний.

Дополнительную информацию о безэховых камерах можно найти в ETSI TR 102 273-2 [5].

**B.2.4 Расстояние измерения**

Расстояние измерения должно быть выбрано для того чтобы измерить испытуемое устройство в условиях дальнего поля. Минимальное расстояние измерения между оборудованием и измерительной антенной должно быть:

|  |  |
| --- | --- |
| или . |  |

в зависимости от того, что больше

= длинна волны, м;

= минимальное расстояние измерения между испытуемым устройством и измерительной антенной, м;

= наибольший размер физической апертуры самой большой антенны в измерительной установке, м;

= расстояние между внешней границей излучаемого ближнего поля (область Френеля) и внутренней границей излучаемого дальнего поля (область Фраунгофера), м, также известное как расстояние Рэлея.

Для тех измерений, где эти условия не могут быть выполнены, и когда расстояние измерения приведет к измерениям в ближнем поле (например, при измерении побочных излучений), это следует отметить в отчете об испытаниях, а дополнительная неопределенность измерения должна быть включена в результаты.

**B.3 Антенны**

**B.3.1 Введение**

Антенны необходимы для измерений по эфиру на трех испытательных площадках, описанных в разделе B.2. В зависимости от их использования антенна будет обозначаться как «измерительная антенна» или «подстановочная антенна».

**B.3.2 Измерительная антенна**

Измерительная антенна используется для определения поля от испытуемого устройства и от подстановочной антенны. Когда испытательная площадка используется для измерения характеристик приемника, антенна используется в качестве передающего устройства.

Измерительная антенна должна быть установлена на опоре, позволяющей использовать антенну в горизонтальной или вертикальной поляризации. Кроме того, на OATS или SAR высота центра антенны над землей должна быть переменной в указанном диапазоне (обычно от 1 до 4 м).

В полосе частот от 30 до 1 000 МГц рекомендуется использовать биконические или логарифмические периодические дипольные антенны (LPDA). Выше 1 ГГц рекомендуются рупорные антенны или логарифмические периодические дипольные антенны.

Измерительная антенна не требует абсолютной калибровки.

**B.3.3 Замещающая антенна**

Замещающая антенна должна использоваться для замены испытываемого оборудования при подстановочных измерениях.

Замещающая антенна должна быть подходящей для диапазона частот, и при вычислении неопределенности измерения учитываются обратные потери антенны.

Контрольная точка замещающей антенны должна совпадать с центром испытуемого устройства, когда его антенна является внутренней, или точкой, где внешняя антенна подключена к испытуемому устройству.

Расстояние между нижней частью антенны и землей должно составлять не менее 30 см.

Замещающая антенна должна быть откалибрована. Для частот менее 1 ГГц калибровка относится к полуволновому диполю, а выше 1 ГГц изотропный излучатель является эталонным.

**B.4 Испытательные приборы.**

**B.4.1 Кондуктивные измерения и использование испытательного оборудования.**

Кондуктивные измерения могут применяться к оборудованию оснащенному (временно) антенным разъемом, например с помощью анализатора спектра.

В случае встроенного антенного оборудования без внешнего (временного) антенного разъема(ов), может использоваться испытательное оборудование, позволяющее проводить подобные измерения при предельных температурах.

**B.4.2 Описание испытательного оборудования**

Испытательное оборудование должен обеспечивать средство связи с радиочастотным  
выходом(-ами) испытуемого устройства.

Номинальное сопротивление внешнего соединения с испытательным прибором должно составлять 50 Ом на рабочих частотах оборудования.

Эксплуатационные характеристики этого испытательного прибора в нормальных и экстремальных условиях должны быть такими, чтобы:

а) потери связи должны быть ограничены, чтобы обеспечить достаточный динамический диапазон настройки;

b) потери связи с изменением частоты не должны приводить к ошибкам, превышающим ± 2 дБ в измерениях использующих испытательное оборудование;

c) соединительное устройство не должно содержать каких-либо нелинейных элементов.

**B.4.3 Использование испытательных приборов для относительных измерений**

В шагах 1-4 ниже описывается процедура выполнения относительных измерений для тех требований, где испытания должны быть повторены при различных температурах.

**Шаг 1:**

Выполните измерение в нормальных условиях на измерительной площадке для измерений по эфиру, как описано в приложении В в разделе B.2. В результате будет получена абсолютная величина которая должна быть записана.

**Шаг 2:**

Поместите оборудование с испытательным прибором в климатическую камеру. Выполните такое же измерение, как и при нормальных условиях испытания, затем настройте измерительное оборудование для того чтобы получить такое же значение, как и при шаге 1

**Шаг 3:**

Убедитесь в том, что испытательное оборудование остается подключенным в течение всего испытания.

**Шаг 4:**

Измерения должны быть повторены для экстремальных температур. Полученные значения являются результатом тестирования в соответствии с заданными требованиями.

**B.5 Руководство по использованию испытательных площадок для измерений по эфиру  
В.5.1 Введение**

В этом разделе описываются методики, механизмы испытательного оборудования и проверки, которые должны выполняться до проведения любого испытаний по эфиру. Эти схемы являются общими для всех типов измерительных площадок, описанных в подразделе B.2.

Испытуемое устройство должно быть размещено и установлено на непроводящей основе.

**B.5.2 Питание только от аккумулятора**

В случае, когда испытуемое оборудование работает только от батареи, предпочтительно проводить испытание с использованием батареи испытуемого устройства.

В тех случаях, когда это непрактично, испытания могут проводиться с использованием источника питания. Провода питания должны быть подключены к клеммам питания испытуемого устройства (и контролироваться цифровым вольтметром). Там, где это возможно, аккумулятор должен оставаться в наличии и электрически изолированным.

Наличие этих силовых кабелей может влиять на результаты измерений. По этой причине они должны быть сделаны "прозрачными" на сколько это возможно при испытании (например, провода могут быть скручены вместе, нагружены ферритовыми кольцами и т. д.).

**B.5.3 Подготовка измерительной площадки**

Кабели к измерительной и замещающей антенне должны быть проложены соответствующим образом, чтобы свести к минимуму влияние на измерение.

**B.6 Развязка сигналов**

Наличие в излучаемом поле тестовых выводов (не связанных с испытуемым устройством при нормальной работе) может вызвать возмущение этого поля и привести к дополнительной неопределенности измерений. Эти помехи могут быть сведены к минимуму с помощью подходящих методов связи, обеспечивающих изоляцию сигнала и минимальное нарушение поля (например, оптическая связь).

Провода, входящие в состав испытуемого устройства, должны быть расположены таким образом, чтобы они обеспечивали нормальную работу испытуемого устройства.

**B.7 Интерференционные сигналы используемые для испытаний на адаптивность**

Сигнал вывода, используемый в испытаниях на адаптивность, описанных в подпункте 5.4.6.2.1.2, подпункте 5.4.6.2.1.3 и подпункте 5.4.6.2.1.4, должен представлять собой полосовой ограниченный шумовой сигнал со 100 % рабочим циклом.

Равномерность, полосу пропускания и спектральную плотность мощности помехового сигнала можно проверить с помощью следующей процедуры:

Подключить генератор сигналов для генерации сигнала помехи (интерференционного сигнала) к анализатору спектра и использовать следующие установки.

* *Centre Frequency:* Равна частоте канала, подлежащего проверке;
* *Span:* 2 × Номинальные полосы частот интерференционного сигнала;
* *RBW:* примерно 50 % от ширины полосы интерференционного сигнала;
* *VBW:* 3 RBW;
* *Sweep points:*  2 × Span деленное на RBW*;*
* *Detector* *Peak;*
* *Trace mode:* Trace Averaging*;*
* *Number of sweeps:* Достаточное для стабилизации сигнала;
* *Sweep time:* Auto*;*

99 % ширины полосы (ширина полосы, содержащая 99 % мощности) этого помехового сигнала должна находиться в пределах от 120 % до 200 % от занимаемой полосы канала испытуемым устройством с минимальным значением 5 МГц, в то время как разница между самым низким и самым высоким уровнем в пределах занимаемой полосы канала испытуемым устройством должна составлять максимум 4 дБ.

Уровень помехового сигнала может быть измерен с помощью анализатора спектра, с использованием следующих настроейк:

* *Centre Frequency:* Равна частоте канала, подлежащего проверке;
* *Span: Zero;*
* *Resolution BW: 1 МГц;*
* *Video BW: 3 × Resolution BW;*
* *Filter: Channel;*
* *Detector: RMS;*
* *Trace Mode: Clear Write.*

**Приложение C**

**(обязательное)**

**Методы измерений по эфиру**

**C.1 Введение**

В этом приложении приводятся общие методы для измерений по эфиру с использованием испытательных площадок и устройств, описанных в приложении B.

Предпочтительно, измерений по эфиру должны выполняться *в* FAR, пункт C.3. Измерения по эфиру на OATS или SAR описаны в разделе C.2.

**C.2 Измерения по эфиру на *OATS* или *SAR***

Измерения по эфиру должны проводиться с помощью измерительной антенны и подстановочной антенны на испытательных площадках, описанных в приложении B. Настройка измерения должна быть откалибрована в соответствии с методикой, определенной в настоящем приложении. Испытуемое устройство и измерительная антенна должны быть ориентированы так, чтобы получить максимальный уровень мощности излучения. Это положение записывается в отчете об измерениях.

а) Измерительная антенна (устройство 2 на рисунке C.1) должна быть ориентирована первоначально для вертикальной поляризации, если не указано иное, и испытуемого устройства (устройство 1 на рисунке C.1) должно быть размещено на опоре в его стандартном положении и должно быть включено.

b) Измерительное оборудование (устройство 3 на рисунке C.1) должно быть подключено к измерительной антенне (устройство 2 на рисунке С.1) как показано на рисунке С.1.



**Рисунок C.1 – Испытательная установка №1**

c) Испытуемое устройство должно поворачиваться на 360° в горизонтальной плоскости до получения более высокого максимального сигнала.

d) Измерительная антенна должна подниматься или опускаться через указанный диапазон высоты до достижения максимального значения принимаемого уровня. Этот уровень должен быть зарегистрирован.

е) Это измерение должно быть повторено для горизонтальной поляризации измерительной антенны.

**C.3 Измерения по эфиру в FAR**

Для измерений по эфиру с использованием FARметодика идентична методике, описанной в разделе C.2 за исключением того, что высота измерения уменьшена.

**С.4 Измерение замещением**

Для определение абсолютного значения измерения, необходимо выполнить измерение замещением, как описано ниже в шагах 1-6:

1) Замена испытуемого устройства на замещающую антенну, которая изображена как устройство 1 на рисунке C.1. Антенна замещения должна иметь вертикальную поляризацию.

2) Подключите генератор сигналов к замещающей антенне и настройте его на исследуемую частоту.

3) Если используется измерения на OATS или SAR, высота измерительной антенны должна варьироваться в пределах диапазона, представленного на рисунке C.1, чтобы обеспечить получение максимального уровня сигнала.

4) Затем мощность генератора сигналов регулируется до тех пор, пока на измерительном оборудовании не будет снова получен тот же уровень что и записанный с испытуемым устройством (см. пункт С.2).

5) Излучаемая мощность равна мощности, подаваемой генератором сигнала, плюс коэффициент усиления замещающей антенны, минус потери кабеля

6) Это измерение должно быть повторено в горизонтальной поляризации.

Для испытательных площадок с фиксированной настройкой измерительной антенны и воспроизводимого позиционирования испытуемого устройства могут использоваться альтернативные значения коррекции от проверенной калибровки участка.

**C.5 Руководство по испытаниям технических требований**

**C.5.1 Введение**

В этом разделе даются указания о том, как можно проверить различные технические требования с помощью эфирных измерений.

C.5.2 Процедуры испытаний и соответствующие испытательные площадки

В таблице С. 1 приведены указания по испытательной площадке, которая будет использоваться для каждой из процедур испытаний при выполнении эфирных измерений с интегрированным антенным оборудованием.

**Таблица C.1 – Процедуры испытаний и соответствующие испытательные площадки**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Набор радиоустановок  Test procedures for essential radio test suites | Пункт | Измерительная площадка – Номер пункта(ов) |
| Выходная мощность ВЧ | 5.4.2 | B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Рабочий цикл,  Tx-передача,  Tx-пауза | 5.4.2 | B.4.3 или B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Средняя загрузка | 5.4.2 | B.4.3 в сочетании с результатами выходная мощность  или B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Спектральная плотность мощность | 5.4.3 | B.4.3 в сочетании с результатами выходная мощность  или B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Время работы на частоте,  частотная занятость и последовательность скачков | 5.4.4 | B.4.3 или B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Разделение частот для скачка | 5.4.5 | B.4.3 или B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Адаптивность | 5.4.6 | C.5.3 |
| Занятая полоса канала | 5.4.7 | B.4.3 |
| Нежелательные излучения передатчика в области внеполосных излучений | 5.4.8 | B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений | 5.4.9 | B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Побочные излучения приемника | 5.4.10 | B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Блокировка приемника | 5.4.11 | C.5.4 |

**C.5.3 Руководство по испытание параметра адаптивности (Механизм доступ к каналу)**

**C.5.3.1 Введение**

Этот подраздел дает руководство о том, как требование адаптивности (пункт 4.2.7) может быть проверено на интегральном антенном оборудовании (integral antenna equipment) с использованием эфирных измерений (смотри п. 4.3.1.7 или п. 4.3.2.6).

**C.5.3.2 Испытательная установка**

На рисунке C.2 приведен пример испытательной установки, которая может быть использована для проведения испытаний адаптивности по эфиру.



**Рисунок C.2 – Испытательная установка**

**C.5.3.3 Калибровка испытательной установки**

Непосредственно перед началом измерения производится калибровка установки. На рисунке C.3 показан пример схемы, которая может быть использована для калибровки установки, приведенной на рисунке C.2, с использованием антенны (измеряемой) подстановки и анализатора спектра. Необходимо убедиться, что уровень интерференционного сигнала на входе замещающей антенны соответствует уровню, используемому для проведения измерений, при условии, что коэффициент усиления антенны для испытуемого устройства равен 0 дБи (пункт 5.4.6).

Для испытательных площадок с фиксированной установкой антенн измерения и повторяемого расположения испытуемого устройства, значения поправки калибровки поверяемой установки можно использовать в качестве альтернативы.



**Рисунок C.3: Испытательная установка – калибровка**

**C.5.3.4 Метод испытаний**

Процедура испытания должна быть следующей:

После выполнения калибровки замените антенну на испытуемом устройстве.

Положение испытуемого устройства должно обеспечивать максимальное излучение в направлении рупорной антенны.

Метод испытания описан в подпункте 5.4.9.2.1.

**C.5.4 Руководство по тестированию блокировки приемника**

**C.5.4.1 Введение**

Настоящий подраздел содержит руководство по проверке требования к блокировке приемника (смотри п.4.3.1.12 или п.4.3.2.11) на оборудовании с встроенной антенной с использованием эфирных измерений.

**C.5.4.2 Испытательная установка**

На рисунке C.4 показан пример установки, которая может использоваться для выполнения испытаний блокирования приемника по эфиру.



**Рисунок C.4 – Испытательная установка**

**C.5.4.3 Калибровка испытательной установки**

Непосредственно перед началом измерения производится калибровка установки. На рисунке C.5 показан пример схемы, которая может быть использована для калибровки установки, приведенной на рисунке C.4, с использованием антенны (измеряемой) подстановки и анализатора спектра. Необходимо убедиться, что уровень сигнала блокирования на входе замещающей антенны соответствует уровням, используемым для проводимых измерений (см. п.5.4.11).

Для испытательных площадок с фиксированной установкой антенн измерения и повторяемого расположения испытуемого устройства, значения поправки калибровки поверяемой установки можно использовать в качестве альтернативы.



**Рисунок C.5 – Испытательная установка – калибровка**

**C.5.4.4 Метод испытаний**

Процедура испытания должна быть следующей:

После выполнения калибровки замените антенну на испытуемом устройстве.

Положение испытуемого устройства должно обеспечивать максимальное излучение в направлении рупорной антенны.

Метод испытания подробно описан в подпункте 5.4.11.2.1.

**Приложение D**

**(справочное)**

**Руководство по тестированию оборудования IEEE 802.11™ с частотой 2,4 ГГц**

**D.1 Введение**

При оценке соответствия радиооборудования IEEE 802.11™ с частотой 2,4 ГГц [i.3] настоящему документу испытательные лаборатории и производители могут использовать следующие рекомендации. Содержащаяся в настоящем приложении информация о конкретных технологиях не представляет собой дополнительных требований и не изменяет технических требований настоящего документа.

В дополнение к обязательным и дополнительным режимам, определенным в технологическом стандарте IEEE 802.11™ [i.3], Интеллектуальные антенные системы могут использовать дополнительные режимы работы, не определенные в стандарте IEEE 802.11™ [i.3]. Поэтому в настоящем приложении представлен неисчерпывающий перечень наиболее часто ожидаемых режимов и рабочих состояний для оборудования на базе стандарта IEEE 802.11™ [i.3] с ссылками на соответствующие категории для испытаний в настоящем документе.

В руководстве, представленном в этом информационном приложении, предполагается, что изделие использует две или более цепей передачи и приема.

**D.2 Возможные модуляции**

**D.2.1 Введение**

Ниже перечислены наиболее распространенные типы модуляции и ширины каналов, используемые оборудованием 2,4 ГГц IEEE 802.11™ [i.3].:

IEEE 802.11™ [i.3] не HT: модуляции с использованием одного или нескольких передатчиков с или без передачи CSD.

IEEE 802.11™ [i.3] HT20: каналы 20 МГц с одним-четырьмя пространственными потоками (MCS 0 - MCS 76)

IEEE 802.11™ [i.3] HT40: каналы 40 МГц с одним-четырьмя пространственными потоками (MCS 0 - MCS 76)

Примечание: Пространственный поток - это поток битов, передаваемых по отдельному пространственному каналу. Число пространственных потоков не обязательно эквивалентно числу передающих цепей.

**D.2.2 Руководство по испытаниям**

**D.2.2.1 Введение**

Цель состоит в том, чтобы испытать оборудование в конфигурациях, которые дают самую высокую ЭИИМ и плотность ЭИИМ. Эти конфигурации далее называются наихудшими.

D.2.2.2 Модуляция, используемая для проверки соответствия

Один наихудший случай типа модуляции для работы в 20 МГц (и другой наихудший случай типа модуляции для работы в 40 МГц, если поддерживается) должен быть идентифицирован и использован для проверки соответствия в соответствии с настоящим документом.

В тех случаях, когда режимы работы 20 МГц и 40 МГц поддерживают различное число передающих цепей и пространственных потоков, возможно, потребуется провести тестирование для определения наихудшей конфигурации.

Сравнительные измерения выходной мощности ВЧ и спектральной плотности мощности во всех модуляциях могут быть использованы для установления наихудшего типа модуляции для работы в 20 МГц (и наихудшего типа модуляции для 40 МГц, если поддерживается).

Если поддерживается работа в 40 МГц оба испытания: выходной мощности и спектральной плотности мощности должны быть выполнены:

Худший случай модуляция 20 МГц (не HT или HT20).

Худший случай модуляция 40 МГц (HT40).

Пример: Если сравнительные измерения определяют, что HT20 MCS 0 (6,5 Мбит/с, один пространственный поток) является наихудшим случаем, то этот режим следует использовать для тестирования соответствия, а не с какой-либо другой модуляцией, определенной в IEEE 802.11™ [i.3].

Наихудший случай для работы HT40 должен быть идентифицирован и использован для тестирования соответствия.

Однако, если продукт имеет различные уровни мощности передачи для работы без HT и HT20, то следует определить наихудший тип модуляции для каждого из них и использовать его для тестирования

Операции с выходной мощностью ВЧ и спектральной плотностью мощности должны быть повторены как для работы без HT, так и для работы с HT20. Если в дополнение к этому оборудование поддерживает работу 40 МГц, три испытания соответствия выходной мощности и спектральной плотности мощности должны быть выполнены:

Худший случай не HT модуляция.

Худший случай HT20 модуляция.

Худший случай HT40 модуляция.

Функционирование без HT означает любую из модуляций, определенных в пункте 16, пункте 17 или пункте 19 стандарта IEEE 802.11™ [i. 3].

В некоторых режимах работы функция CSD может быть отключена. Сравнительное тестирование между доступным CSD и недоступным CSD определяет конфигурацию худшего случая, и эта конфигурация используется во время подтверждения соответствия.

**D.3 Возможные режимы функционирования**

**D.3.1 Введение**

Ниже перечислены наиболее распространенные рабочие состояния нескольких цепей передачи/приема в интеллектуальных антенных системах:

Функция формирования луча реализована и включена или отключена.

Все доступные цепи передачи и приема включены

Подмножество существующих цепей передачи/приема временно отключено во время нормальной работы (т. е. динамически, в зависимости от условий соединения или требований к питанию). В этом случае поставщик может реализовать более высокие настройки мощности передачи (динамически) для активных цепей передачи.

Хотя обычно этого не ожидается, возможно, что оборудование может использовать различные настройки мощности передачи между одной или несколькими из существующих цепей передачи.

**D.3.2 Руководство по испытанию**

Испытания выходной мощности и спектральной плотности мощности должны быть повторены с использованием наихудших модуляций, как описано в пункте D.2.2, и в следующих рабочих состояниях когда это поддерживается оборудованием:

Если одна или несколько цепей передачи вручную или автоматически отключаются во время нормальной работы и используются различные специальные уровни выходной мощности ВЧ в зависимости от количества активных цепей передачи, то проверка соответствия выходной мощности и спектральной плотности мощности должна выполняться с использованием каждой конфигурации:

Пример 1: Оборудование с тремя передающими цепями может поддерживать режим работы с использованием трех передающих цепей с одним уровнем мощности и другой режим работы, в котором одна передающая цепь использует более высокий уровень мощности, в то время как другие передающие цепи отключены. Проверка соответствия выходной мощности и спектральной плотности мощности должна быть повторена (с использованием наихудших типов модуляции, описанных выше) для обоих вышеуказанных режимов работы (три передачи и одна передача).

Пример 2: Для оборудования с тремя передающими цепями испытание не требуется повторять для всех передающих цепей, если это оборудование не изменяет их выходную мощность ВЧ (каждой передающей цепи) в зависимости от количества активных цепей.

Там, где реализована функция формирования луча, тестирование соответствия должно быть выполнено так, как указано для оборудования с функцией формирования луча:

- Когда функция формирования луча может быть отключена вручную или автоматически, испытание на соответствие не требуется повторять, если параметры выходной мощности ВЧ-сигнала (каждой передающей цепи) остаются неизменными.

- Когда функция формирования луча может быть отключена вручную или автоматически, тестирование соответствия должно быть повторено, если используются различные настройки выходной мощности RF (каждой передающей цепи).

**Приложение E**

**(справочное)**

**Форма заявки на тестирование**

**Е.1 Введение**

Несмотря на положения статьи об авторском праве, относящиеся к тексту настоящего документа, ETSI предоставляет пользователям настоящего документа право свободно воспроизводить форму заявки для испытаний, поэтому ее можно использовать по назначению и публиковать заполненную форму заявки.

Форма, содержащаяся в настоящем приложении, может использоваться изготовителем в соответствии с требованиями, содержащимися в пункте 5.4.1, для предоставления необходимой информации об оборудовании испытательной лаборатории до проведения испытания. Она содержит информацию о продукте, а также другую информацию, которая может потребоваться для определения того, какие конфигурации должны быть испытаны, какие тесты будут выполнены, а также условия тестирования. В случае использования эта форма заявки должна быть неотъемлемой частью протокола испытания.

**Е.2 Информация согласно требованиям ETSI EN 301 328 (V2.2.2), пункт 5.4.1**

В соответствии с пунктом 5.4.1 стандарта ETSI EN 301 328 изготовитель предоставляет следующую информацию.

a) Типы модуляции, используемые оборудованием:

□ FHSS

□ другие виды модуляции

b) В случае FHSS модуляции:

В случае оборудования без адаптивной скачкообразной перестройкой частоты:

Количество частот для скачков: …………..

В случае оборудования с адаптивной скачкообразной перестройкой частоты:

Максимальное количество частот для скачков: …………..

Минимальное количество частот для скачков: …………..

Время пребывания (среднее): …………..

c) Оборудование с адаптацией/без адаптации:

□ Оборудование без адаптации

□ Оборудование с адаптацией без возможности перехода в неадаптивный режим

□ Оборудование с адаптацией, которое может работать в неадаптивном режиме

d) В случае оборудования с адаптацией:

Максимальное время занятия канала, реализуемое оборудованием: ......... мс

□ В оборудовании реализован механизм DAA на основе LBT

В случае использования оборудованием модуляции отличной от FHSS:

□ Оборудование является оборудованием FBE

□ Оборудование является оборудованием LBE

□ Оборудование может динамически переключать режимы FBE и LBE

Время CCA, реализуемое оборудованием: ........ мс

□ В оборудовании реализован механизм DAA

□ Оборудование может работать в нескольких адаптивных режимах

e) В случае оборудования без адаптации:

Максимальная выходная мощность ВЧ (ЭИИМ): ………. дБмВт

Соответствующий максимальный рабочий цикл: ………. %

Оборудование с динамическим поведением, это поведение описано ниже (например, различные комбинации рабочего цикла и соответствующие уровни мощности, которые должны быть декларированы)

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

f) Наихудший вариант рабочего режима для каждого из следующих испытаний:

Выходная мощность ВЧ

…………………………………………………………………………………………………………………

Спектральная плотности мощности

…………………………………………………………………………………………………………………

Рабочий цикл, Тх-передача, Тх- пауза

…………………………………………………………………………………………………………………

Время работы на частоте, занимаемые частоты и последовательности скачкообразной перестройки (только для оборудования FHSS)

…………………………………………………………………………………………………………………

Разделение частот для скачков (только для оборудования FHSS)

…………………………………………………………………………………………………………………

Средняя загрузка

…………………………………………………………………………………………………………………

Адаптивность и блокировка приемника

…………………………………………………………………………………………………………………

Номинальная ширина полосы канала

…………………………………………………………………………………………………………………

Нежелательные излучения передатчика в области внеполосных излучений

…………………………………………………………………………………………………………………

Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений

…………………………………………………………………………………………………………………

Нежелательные побочные излучения приемника

…………………………………………………………………………………………………………………

g) Различные режимы работы передачи (отметьте все, что применимо):

□ Режим работы 1: Одиночное антенное оборудование

□ Оборудование только с одной антенной

□ Оборудование с двумя разнесенными антеннами, но только одна антенна активна в любой момент времени

□ Интеллектуальные антенные системы с двумя или более антеннами, но работающие в режиме, где используется только одна антенна (например, IEEE 802.11™ устаревший режим в интеллектуальных антенных системах)

□ Режим работы 2: Интеллектуальная антенная система - множественные антенны без формирования луча

□ Одиночный пространственный поток/стандартная пропускная способность/(например, устаревший режим IEEE 802.11™)

□ Высокая пропускная способность (более одного пространственного потока) с использованием номинальной полосы пропускания канала 1

□ Высокая пропускная способность (более одного пространственного потока) с использованием номинальной полосы пропускания канала 2

Примечание 1: Добавьте больше направлений, если поддерживается большее количество полос пропускания канала.

□ Режим работы 3: Интеллектуальная антенная система - множественные антенны с формированием луча

□ Одиночный пространственный поток/стандартная пропускная способность/(например, устаревший режим IEEE 802.11™)

□ Высокая пропускная способность (более одного пространственного потока) с использованием номинальной полосы пропускания канала 1

□ Высокая пропускная способность (более одного пространственного потока) с использованием номинальной полосы пропускания канала 2

Примечание 1: Добавьте больше направлений, если поддерживается большее количество полос пропускания канала.

h) В случае интеллектуальная антенной системы:

Количество приемных цепей: ...........

Количество передающих цепей: ...........

□ симметричное распределение мощности

□ асимметричное распределение мощности

В случае формирования луча максимальное (дополнительное) усиление формируемого  
луча: ........... дБ

Примечание: Дополнительное усиление формируемого луча не включает в себя основной коэффициент усиления одной антенны.

i) Диапазон рабочих частот оборудования:

Диапазон рабочих частот 1: ........... МГц – ........... МГц

Диапазон рабочих частот 2: ........... МГц – ........... МГц

Примечание: Добавьте больше линий, если поддерживается больше частотных диапазонов.

j) Номинальная полоса пропускания канала (ов):

Номинальная полоса пропускания 1: ........... МГц

Номинальная полоса пропускания 2: ........... МГц

Примечание: Добавьте больше направлений, если поддерживается больше частотных диапазонов.

k) Тип оборудования (автономное, комбинированное, подключаемое радиоустройство, другое.):

□ Автономное

□ Комбинированное оборудование (Оборудование, в котором радиочасть полностью интегрирована в другой тип оборудования)

□ Подключаемое радиоустройство (Оборудование, предназначенное для различных хост-систем)

□ Другое ..................................................................................

l) Нормальные и экстремальные условия эксплуатации, применимые к оборудованию:

Нормальные условия функционирования (если применимо):

Рабочая температура: …… ° C

Другое (пожалуйста укажите, если применимо): ……

Экстремальные условия эксплуатации:

Диапазон рабочих температур: Минимум: …… ° C Максимум ……° C

Другое (пожалуйста укажите, если применимо): Минимум: …… ° C Максимум ……° C

Подробная информация предоставляется для: □ автономное оборудование

□ комбинированное (хост)  
оборудование

□ испытательный стенд

m) Предполагаемое сочетание (я) параметров мощности радиооборудования и одного или нескольких антенных узлов и соответствующих им уровней ЭИИМ:

Тип антенны:

□ Интегрированная антенна (информация, предоставляется в случае проведения кондуктивных измерений)

Коэффициент усиления антенны: ............. дБи

Если применимо, дополнительное усиление формируемого луча (исключая основное усиление антенны): ............. дБ

□ временный разъем ВЧ обеспечен

□ временный разъем ВЧ не обеспечен

□ Выделенные антенны (оборудование с антенным разъемом)

□ Один уровень мощности с соответствующей антенной (-ми)

□ Множественные настройки мощности и соответствующая антенна (ны)

Количество различных уровней мощности: .............

Уровень мощности 1: ............. дБмВт

Уровень мощности 2: ............. дБмВт

Уровень мощности 3: ............. дБмВт

Примечание 1: Добавьте больше строк в случае, если оборудование имеет больше уровней мощности.

Примечание 2: Эти уровни мощности являются кондуктивными уровнями мощности (на антенном разъеме).

Для каждого из уровней мощности, обеспечить предназначенные антенные узлы, их соответствующие усиления (G) и результирующие уровни ЭИИМ а также с учетом коэффициента усиления (Y) формируемого луча, если применимо.

Уровень мощности 1: ............. дБмВт

Количество антенных узлов, предусмотренных для данного уровня мощности: .........

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № сборки | Коэффициент усиления, дБи | ЭИИМ, дБмВт | Номер части или название модели |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |

Примечание 3: Добавьте больше строк, если для этого уровня мощности поддерживается больше антенных узлов.

Уровень мощности 2: ............. дБмВт

Количество антенных узлов, предусмотренных для данного уровня мощности: .........

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № сборки | Коэффициент усиления, дБи | ЭИИМ, дБмВт | Номер части или название модели |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |

Примечание 4: Добавьте больше строк, если для этого уровня мощности поддерживается больше антенных узлов.

Уровень мощности 3: ............. дБмВт

Количество антенных узлов, предусмотренных для данного уровня мощности: .........

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № сборки | Коэффициент усиления, дБи | ЭИИМ, дБмВт | Номер части или название модели |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |

Примечание 5: Добавьте больше строк, если для этого уровня мощности поддерживается больше антенных узлов.

n) Номинальные напряжения автономного радиооборудования или номинальные напряжения комбинированного (хост) оборудования или испытательный стенд в случае подключаемых устройств:

Подробная информация предоставляется для: □ автономное оборудование

□ комбинированное (хост)  
оборудование

□ испытательный стенд

Подача напряжения □ Состояние сети АС, напряжение АС ……….. В

□ Состояние DC, напряжение DC ……….. В

В случае DC укажите тип источника питания

□ Внутренний источник питания

□ Внешний источник питания или AC/DC адаптер

□ Батарея

□ Другое: ...................

o) Опишите доступные режимы испытаний, которые могут упростить испытание:

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

p) Тип оборудования (например, Bluetooth® и IEEE™ 802.11, стандарта IEEE™ 802.15.4, собственные и т. д.):

......................................................................................................................................................

q) Если применимо, статистический анализ, упомянутый в пункте 5.4.1 q)

(предоставляется в виде отдельного приложения)

r) Если применимо, статистический анализ, упомянутый в пункте 5.4.1 r)

(предоставляется в виде отдельного приложения)

s) Возможность геолокации, поддерживаемой оборудованием:

□ Да

□ Географическое положение, определяемое оборудованием в соответствии с подпунктом 4.3.1.13.2 или подпунктом 4.3.2.12.2, недоступно пользователю.

□ Нет

**E.3 Конфигурация для тестирования (см. подпункт 5.3.2.3 ETSI EN 300 328 V2.2.2)**

Из всех комбинаций проводимых настроек мощности и предполагаемого антенного узла (ов), указанных в пункте 5.4.1 м), укажите комбинацию, приводящую к наибольшему ЭИИМ для радиооборудования.

Если иное не указано в ETSI EN 300 328 настройка мощности должна использоваться для тестирования в соответствии с требованиями ETSI EN 300 328. В случае наличия более чем одной такой кондуктивной настройки мощности, приводящей к одному и тому же (самому высокому) уровню ЭИИМ для тестирования должна использоваться самая высокая настройка мощности. Смотри также ETSI EN 300 328, подпункт 5.3.2.3.

|  |  |
| --- | --- |
| Самое высокое общее значение ЭИИМ: дБмВт | |
| Соответствующий коэффициент усиления антенного блока: дБмВт | Антенный блок №: |
| Соответствующая, кондуктивно установленная мощность: дБмВт | Указана настройка мощности № |

**E.4 Дополнительная информация, представленная изготовителем**

**E.4.1 Модуляция**

ITU класс (сы) излучений: .................

Может ли передатчик работать без модуляции? □ Да □ Нет

**E.4.2 Рабочий цикл**

Передатчик предназначен для: □ Непрерывного режима

□ работы с прерыванием

□ возможна работа в непрерывном режиме для проведения испытания

**E.4.3 Об испытуемом образце**

□ Представленное оборудование является типовыми производственными моделями.

□ Если нет, то представленное оборудование-это предсерийные модели?

□ Если будет представлено оборудование для подготовки производства, конечное производственное оборудование будет идентично во всех отношениях испытанному оборудованию.

□ Если нет, предоставьте подробную информацию:

..................................................................................

..................................................................................

**E.4.4 Перечень вспомогательного и / или вспомогательного оборудования, предоставленного изготовителем**

□ Запасные батареи (например, для переносного оборудования)

□ Устройство зарядки аккумулятора

□ Внешнее электропитание или адаптер AC / DC

□ Испытание джиг или порт интерфейса

□ RF испытательное приспособление (для оборудования с интегрированными антеннами)

□ Хост система Изготовитель: ....................

№ модели: ....................

Наименование модели: ....................

□ Комбинированное оборудование Изготовитель: ....................

№ модели: ....................

Наименование модели: ....................

□ Руководство пользователя

□ Техническая документация (справочник и принципиальные схемы)

**Приложение ДА**

**(обязательное)**

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам**

Таблица Д.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение и наименование международного стандарта (международного документа) | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта |
| ETSI EN 300 328 «Широкополосные системы передачи. Оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 2,4 ГГц. Гармонизированный стандарт для доступа к радиоспектру» | IDT | СТБ ETSI EN 300 328 «Сухопутная подвижная служба. Широкополосные системы передачи данных. Оборудование для передачи данных, работающее в диапазоне 2,4 ГГц Требования к параметрам радиоинтерфейса. Методы испытаний» |