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

**РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

|  |
| --- |
|  |

**Сухопутная подвижная служба**

**ОБОРУДОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ 2,4 ГГц, ISM ДИАПАЗОНА, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЕ МЕТОДЫ ШИРОКОПОЛОСНОЙ МОДУЛЯЦИИ.**

**Требования к параметрам радиоинтерфейса.**

**Методы испытаний**

**Сухапутная рухомая служба**

**АБСТАЛЯВАННЕ ПЕРАДАЧЫ ДАДЗЕНЫХ 2,4 ГГц, ISM ДЫЯПАЗОНУ, ЯКОЕ ВЫКАРЫСТОЎВАЕ МЕТАДЫ ШЫРОКАПАЛОСНАЙ МАДУЛЯЦЫІ**

**Патрабаванні да параметраў радыёінтэрфейса**

**Метады выпрабаванняў**

**(ETSI EN 300 328: 2016, IDT)**

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения*

|  |
| --- |
|  |

**Госстандарт**

**Минск**

УДК 654. 165:006.354(083.74)(476) МКС 33.070.01 КП 02 IDT

**Ключевые слова:** радиосвязь, широкополосное оборудование, передатчик, приемник, параметры, измерение

**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 V2.1.1 (2016-11) Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU ( Широкополосные системы передачи. Оборудование передачи данных работающее в 2,4 ГГц ISM диапазоне и использующее технологии широкополосной модуляции. Гармонизированный стандарт, охватывающий основные требования статьи 3.2 Директивы 2014/53/ЕС).

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 VI](#_Toc34042261)

[1 Область применения 1](#_Toc34042262)

[2 Cсылки 1](#_Toc34042263)

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

[4 Требования к параметрам радиоспектра 5](#_Toc34042270)

[5 Методы испытаний 26](#_Toc34042274)

[Приложение А 56](#_Toc34042301)

[Приложение B 58](#_Toc34042302)

[Приложение C 63](#_Toc34042315)

[Приложение D 67](#_Toc34042327)

[Приложение E 69](#_Toc34042336)

**Введение**

Настоящий стандарт распространяется на широкополосное оборудование передачи данных. Примерами широкополосного оборудования передачи данных являются такое оборудование на основе технологий IEEE 802.11,RLAN, Bluetooth.

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**

**ОБОРУДОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ 2,4 ГГц, ISM ДИАПАЗОНА, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЕ  
МЕТОДЫ ШИРОКОПОЛОСНОЙ МОДУЛЯЦИИ.**

**Требования к параметрам радиоинтерфейса. Методы испытаний**

**Сухапутная рухомая служба**

**АБСТАЛЯВАННЕ ПЕРАДАЧЫ ДАДЗЕНЫХ 2,4 ГГц, ISM ДЫЯПАЗОНУ, ЯКОЕ ВЫКАРЫСТОЎВАЕ МЕТАДЫ ШЫРОКАПАЛОСНАЙ МАДУЛЯЦЫІ**

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

Land mobile service

2.4 GHz data transmission equipment, ISM band, using broadband modulation methods.

The requirements of the radio spectrum parameters. Test methods

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

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на широкополосное оборудование передачи данных.

Настоящий 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).

Настоящий стандарт содержит требования для демонстрации того что радиооборудование как эффективно применяется так и рационально использует радиоспектр во избежание нежелательных помех.

**2 Cсылки**

**2.1 Нормативные ссылки**

Ссылки являются либо датированными (идентифицированными датой публикации и/или номером издания или номером версии), либо недатированными. Для датированной ссылки последующие пересмотры не применяются. Для недатированной ссылки применяется последняя версия ссылочного документа (включая любые поправки).

Справочные документы, которые не найдены в открытом доступе, могут быть найдены 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.

The following referenced documents are necessary for the application of the present document.

Not applicable.

**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: "IEEE Standard for Information Technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks – Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications".

[i.4] IEEE Std. 802.15.4™-2011: "IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks – Specific requirements. Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)".

[i.5] –– удалено

[i.6] CEPT ERC Recommendation 70-03 (1997): "Relating to the use of Short Range Devices (SRD)".

[i.7] Commission Decision 2006/771/EC of 9 November 2006 on harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices.

[i.8] ETSI TR 102 273-2 (V1.2.1): "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Improvement on Radiated Methods of Measurement (using test site) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties; Part 2: Anechoic chamber".

[i.9] ETSI TR 102 273-3 (V1.2.1): "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Improvement on Radiated Methods of Measurement (using test site) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties; Part 3: Anechoic chamber with a ground plane".

[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 плоскостью

[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] –– удалено

[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 радиообстановке 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).

Примечания:

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

2 Коэффициент усиления антенного блока G в дБи не включает дополнительное усиление, за счет множителя системы.

**3.1.7 коэффициент усиления множителя системы** (beamforming gain): коэффициент усиления, формируемой диаграммы направленности в умных антенных системах (решетках).

Примечание – Коэффициент усиления множителя системы, не включает коэффициент усиления антенного блока (одиночного излучателя).

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

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

3.1.10 комбинированное оборудование (combined equipment): Оборудование, состоящее из двух или более изделий, по меньшей мере одно из которых, является радиооборудованием, попадающим под действие настоящего стандарта.

3.1.11 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.

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

3.1.13 расширение спектра прямой последовательностью (direct sequence spread spectrum): форма модуляции, при которой комбинация передаваемых данных и известная кодовая последовательность (чиповая последовательность) используются для непосредственной модуляции несущей.

Примечание – полоса передачи определяется чиповой скоростью и схемой модуляции.

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 и электропитания, при которых должны соблюдаться требования настоящего стандарта для оборудования, попадающего под действие настоящего стандарта.

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 расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты (frequency hopping spread spectrum): Метод расширения спектра при котором оборудование занимает некоторое количество частот во времени, каждую в течение некоторого периода времени, называемого временем пребывания на частоте.

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 возможность геолокации (geo-location capability): Возможность оборудования определять свое географическое местоположение.

3.1.20 частота скачка (hopping frequency): Любая из (центральных) частот определяемая последовательностью скачков оборудования FHSS.

3.1.21 хост (host equipment): Любое оборудование, которое имеет полный пользовательский функционал, не связанное с радиооборудованием, обеспечивающим дополнительную функциональность, и к которому необходимо подключение радиооборудования для расширения функционала.

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

3.1.23 встроенная антенна (integral antenna): Антенна, разработанная как несъемная часть оборудования (без использования внешнего разъема), которую пользователь не ~~с~~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.

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

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

3.1.26 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.

3.1.27 необходимая полоса пропускания (necessary bandwidth): Ширина полосы частот, достаточная для обеспечения передачи информации со скоростью и с требуемым качеством в заданных условиях.

3.1.28 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.

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

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

3.1.30 внеполосное излучение (out-of-band emission): Излучение на частоте или частотах, непосредственно выходящих за пределы необходимой полосы пропускания, являющиеся результатом процесса модуляции, но исключая излучение в области побочных излучений.

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

3.1.32 мощность огибающей (power envelope:): мощность ВЧ под огибающей частотного спектра.

3.1.33 спектральная плотность мощности (power spectral density): Средняя мощность в заданной полосе пропускания.

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

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

3.1.35 интеллектуальные 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.

3.1.36 побочные излучения (spurious emissions): Излучения на частоте или частотах находящихся за пределами необходимой полосы пропускания уровень которых может быть уменьшен без ущерба для передачи информации.

Примечание – Побочные излучения включают гармонические излучения, паразитные излучения, продукты интермодуляции и продукты преобразования частоты, но исключают внеполосные излучения.

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

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

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

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

3.1.40 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.

3.1.41 широкополосная модуляция (wide band modulation): модуляция, такая как FHSS, DSSS, OFDM и т. д.

**3.2 Обозначения**

Ach – количество активных цепей передачи;

BWCHAN – полоса пропускания;

дБмВт – относительно 1 мВт;

dBr – дБ относительно пиковой мощности;

дБВт – относительно 1 Вт;

FHS –частотное разделение методом скачкообразного изменения частоты;

GHz – ГГц;

Hz – Гц;

kHz – кГц;

МHz – МГц;

mW – мВт;

ms – милисекунда;

MS/s – количество мегавыборок в секунду;

N – количество частот для скачков;

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 состояния 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;

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;

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;

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;

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 – обозначение 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 – обозначение 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 модуляции**

Настоящий документ определяет две категории оборудования широкополосной передачи данных:

* оборудование, в котором используется модуляция псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (FHSS).

- оборудование, в котором используются другие виды широкополосной модуляции (например: DSSS, OFDM и др.).

Изготовитель может отнести оборудование к любому из вышеперечисленных типов, если оно соответствует соответствующим требованиям, определенным либо в пункте 4.3.1, либо в пункте 4.3.2. Данная информация об оборудовании должна быть указана производителем (см. пункт 5.4.1).

**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 допускается работать в неадаптивном режиме.

Оборудование должно соответствовать требованиям, предъявляемым для каждого 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 разные категории приемников, для которых применяются разные требования и / или соответствующие ограничения.

**4.2.3.2 Категории**

**4.2.3.2.1 Приемник категории 1**

Адаптивное оборудование с максимальной выходной мощностью (ЭИИМ) более 10 дБмВт относится к оборудованию с приемником категории 1.

**4.2.3.2.2 Приемник категории 2**

Неадаптивное оборудование со средним коэффициентом использования среды (MU), превышающим 1 %, но меньшим или равным 10 %, а так же адаптивное оборудование, с максимальной выходной мощностью (ЭИИМ) 10 дБмВт, относится к оборудованию с приемником категории 2.

**4.2.3.2.3 Приемник категории 3**

Неадаптивное оборудование с максимальным коэффициентом использования среды (MU) равным 1 %, а так же адаптивное оборудование, с максимальной выходной мощностью (ЭИИМ) 0 дБмВт, относится к оборудованию с приемником категории 3.

**4.3 Соответствие требованиям**

**4.3.1 Требования для оборудования с модуляцией с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты**

**4.3.1.1 Общие положения**

Оборудование, использующее модуляцию с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (FHSS) далее именуемое оборудованием с FHSS, должно соответствовать требованиям, изложенным в п. 4.3.1.2 - 4.3.1.13.

Для оборудования, использующего другие виды модуляции, должны применяться требования пункта 4.3.2.

**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 во время пакета передачи.

**4.3.1.2.3 Требования**

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

Максимальная излучаемая выходная мощность для неадаптивного оборудования с FHSS должна быть указана изготовителем (см. пункт 5.4.1 m)). Максимальная излучаемая выходная мощность для этого оборудования должна быть не более значения указанного изготовителем. Указанная изготовителем максимальная излучаемая выходная мощность должна быть не более 20 дБмВт.

Данное ограничение применяется для любой комбинации уровня мощности и предполагаемой антенной сборки.

**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- передачи, 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**

Для неадаптивного оборудования с FHSS Рабочий цикл должен быть равен или меньше максимального значения, заявленного изготовителем. Кроме того, максимальное время Tx-передачи должно быть 5 мс, а минимальное время Tx-паузы – 5 мс.

**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 псевдослучайно перестраиваемой частоте.

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

Последовательность скачков, для оборудования с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты, представляет собой уникальную псевдослучайную последовательность частот для скачков, 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 псевдослучайно 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. Согласно подпункту 4.3.1.5.3.1 минимальное частотное разделение для псевдослучайной перестройки частоты в случае неадаптивного оборудования равно минимальной Занятой полосе частот канала, и равно 100 кГц.

**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 частототами для скачков, в МГц.

**4.3.1.4.4 Другие требования**

Неадаптивное оборудования с FHSS, должно работать, по крайней мере, на одной из N частот для скачков, определенных в подпункте 4.3.1.4.3.1, в то время как другие частоты должны быть включены в черный список.

Для оборудования, которое заносит одну или несколько частот для скачков в черный список, занесенные в черный список частоты рассматриваются как активная передача при расчете коэффициента MU. Смотри также первый абзац шага 4 подпункта 5.4.2.2.1.3, и второй абзац шага 3 подпункта 5.4.2.2.1.4.

Для оборудования с адаптивным FHSS из N частот для скачков, определенных в подпункте 4.3.1.4.3.2, оборудование должно рассматривать для своей передачи как минимум одну псевдослучайно перестраиваемых частоту. При условии отсутствия помех с уровнем выше порога обнаружения на данной частоте, определенного в подпункте 4.3.1.7.2.2, пункт 5, или в подпункте 4.3.1.7.3.2, пункт 5, оборудование должно осуществлять передачу на этой частоте.

Неадаптивное оборудования с FHSS, при отсутствии активной передачи на какой-либо из псевдослучайно перестраиваемых частот, должно занимать данную частоту только в течение Времени работы на частоте (см. определение частоты, включенной в черный список, п. 3.1).

Адаптивное оборудования с FHSS, использующее DAA на основе LBT, в случае, когда во время CCA обнаружен сигнал, оборудование может немедленно перейти на следующую частоту в последовательности перескакивания (см. п. 4.3.1.7.2.2, подпункт 2) при условии соблюдения предела максимального времени задержки.

**4.3.1.4.5 Соответствие**

Испытания на соответствие данному подпункту определены 5.4.4. В качестве альтернативы, для демонстрации соответствия требованиям ко времени работы на частоте, производитель может предоставить статистический анализ демонстрирующий, что данное требование может быть выполнено с вероятностью 95 % (см. пункт 5.4.1).

Для оборудования, по варианту 1 подпункт 4.3.1.4.3.1 или варианту 1 подпункт 4.3.1.4.3.2, если соответствие требованиям не может быть подтверждено с помощью измерений в соответствии с подпунктом 5.4.4.2.1, шаг 5 (так как занятость частоты в режиме приема и/или холостого хода не может быть оценена), изготовитель должен предоставить статистический анализ, для подтверждения соответствия требованиям Занятости частоты. Этот статистический анализ может быть выполнен путем моделирования или математического анализа.

Для оборудования, по варианту 2 подпункт 4.3.1.4.3.1 или варианту 2 подпункт 4.3.1.4.3.2, изготовитель должен представить статистический анализ, для подтверждения соответствия требованиям Занятости частоты. Этот статистический анализ может быть выполнен с помощью моделирования или математического анализа.

**4.3.1.5 Частотное Разделение Перестройки**

**4.3.1.5.1 Применимость**

Данные требования применимы для всех типов оборудования с FHSS.

**4.3.1.5.2 Термины**

Частотное разделение перестройки - 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 частотное разделение перестройки 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, применяется только минимальное разделение частоты перестройки в 100 кГц.

**4.3.1.5.3.2 Адаптивное оборудования с FHSS**

Для адаптивного оборудования с FHSS минимальное частотное разделение перестройки должно составлять 100 кГц.

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 частотным разделением перестройки 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 присутствия помехи, должно соответствовать требованиям частотного разделения перестройки для неадаптивного оборудования, определенного в подпункте 4.3.1.5.3.1 (первый пункт) для этих частотах для скачков, а также всем другими требованиями, применимым к неадаптивному оборудованию с FHSS.

**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, за исключением случая, когда такое оборудование работает в неадаптивном режиме.

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

**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 перестройка частоты)**

**4.3.1.7.1 Применимость**

Данные требования не применяется к неадаптивному оборудованию или адаптивному оборудованию, работающему в неадаптивном режиме, при условии, что оборудование соответствует требованиям и/или ограничениям, применимым к неадаптивному оборудованию.

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

Оборудование с адаптивной перестройкой частоты может работать в неадаптивном режиме при условии, что оно соответствует требованиям, предъявляемым к неадаптивному оборудованию с FHSS. См. подпункт 4.3.1.5.3.2.

Оборудование с адаптивной перестройкой частоты может осуществлять передачу коротких управляющих сигналов (например, сигналы ACK/NACK и т. д.) без определения наличия на частоте других сигналов. См. п. 4.3.1.7.4.

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

Оборудование с адаптивной перестройкой частоты должно использовать один из механизмов DAA, 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 перестройка частоты с использованием DAA на основе LBT**

**4.3.1.7.2.1 Термины**

Адаптивная перестройка частоты с использованием DAA на основе LBT – это механизм, при котором заданная частота перестройки становится "недоступной", поскольку перед любой передачей на данной частоте был обнаружен мешающий сигнал. Данный механизм должен функционировать должным образом при наличии нежелательного сигнала на частотах, отличных от частот рабочего диапазона.

**4.3.1.7.2.2 Требования и ограничения**

Оборудование с адаптивной перестройкой частоты с использованием DAA 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 Состояния 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 перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | |

**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 перестройка частоты на основе других видов DAA (отличных от LBT)**

**4.3.1.7.3.1 Термины**

Адаптивная перестройка частоты с использованием других форм DAA – это механизм, отличный от LBT, 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. "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 3.

Таблица 3 –: Параметры нежелательного сигнала

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Необходимая средняя мощность сигнала от сопутствующего устройства | 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. подункт 5.4.6.1.  2 Указанный уровень является уровнем перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | |

**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 – это передачи, используемые оборудованием с адаптивной псевдослучайной перестройкой частоты для передачи управляющих сигналов (например, сигналов ACK/NACK и т. д.) 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 Требования**

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

Для неадаптивного оборудования с FHSS, у которого ЭИИМ больше 10 дБмВт занимаемая полоса пропускания канала для каждой занятой частоты перестройки должна быть равна или меньше номинальной ширины полосы пропускания канала, заявленной изготовителем. См. пункт 5.4.1 j). Данное заявленное значение не должно превышать 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**

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 Требования**

Нежелательные излучения передатчика за пределами выделенной полосы, не должны превышать значений, ограниченных маской на рисунке 1.

В пределах полосы, указанной в таблице 1, внеполосные излучения должны соответствовать требованиям к занимаемой полосе пропускания канала, описанной в подпункте 4.3.1.8.



**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 – 862 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 872 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 Требования**

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 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 – 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 категориям приемников, определенным в пункте 4.2.3.

**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 представленных в таблице 1.

**4.3.1.12.3 Критерий качества функционирования**

Минимальный критерий качества функционирования: PER должен быть меньше или равен 10 %. Изготовитель может указать альтернативные критерии качества функционирования, если они уместны для предполагаемого использования оборудования (см. пункт 5.4.1.t)).

**4.3.1.12.4 Требования**

**4.3.1.12.4.1 Общая информация**

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 | Частота сигнала блокировки,  МГц | Мощность сигнала блокировки,  дБмВт  (см. примечание 2) | Тип сигнала блокировки |
| Рмин + 6 дБ | 2 380  2 503,5 | -53 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Рмин + 6 дБ | 2 300  2 330  2 360 | -47 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Рмин + 6 дБ | 2 523,5  2 553,5  2 583,5  2 613,5  2 643,5  2 373,5 | -47 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Примечания  1 Рмин – минимальный уровень полезного сигнала (в дБмВт), необходимый для соответствия минимальному критерию качества функционирования, определённого в подпункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо сигнала блокировки.  2 Указанный уровень является уровнем перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | | |

**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 | Частота сигнала блокировки,  МГц | Мощность сигнала блокировки,  дБмВт  (см. примечание 2) | Тип сигнала блокировки |
| Рмин + 6 дБ | 2 380  2 503,5 | -57 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Рмин + 6 дБ | 2 300  2 583,5 | -47 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Примечания  1 Рмин – минимальный уровень полезного сигнала (в дБмВт), необходимый для соответствия минимальному критерию качества функционирования, определённого в подпункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо сигнала блокировки  2 Указанный уровень является уровнем перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | | |

**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 |
| Рмин + 12 дБ | 2 380  2 503,5 | -57 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Рмин + 12 дБ | 2 300  2 583,5 | -47 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Примечания  1 Рмин – минимальный уровень полезного сигнала (в дБмВт), необходимый для соответствия минимальному критерию качества функционирования, определённого в подпункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо сигнала блокировки.  2 Указанный уровень является уровнем перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | | |

**4.3.1.12.5 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.11.

**4.3.1.13 Возможность определения геолокации**

**4.3.1.13.1 Применимость**

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

**4.3.1.13.2 Термины**

Возможность определения 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 определения 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 Ограничения**

Географическое положение, определяемое оборудованием в соответствии с подпунктом 4.3.1.13.2, не должно быть доступно пользователю.

**4.3.2 Ограничения к другим типам широкополосной модуляции**

**4.3.2.1 Введение**

Оборудование, использующее широкополосную модуляцию, отличную от FHSS, является оборудованием, которое обычно работает на фиксированной частоте. Это оборудование должно соответствовать требованиям, указанным в пунктах подпункта 4.3.2.2 - 4.3.2.12.

Данному оборудованию разрешается изменять свою обычную рабочую частоту при обнаружении помех или для предотвращения создания помех другому оборудованию, или для целей частотного планирования.

Для оборудования, использующего модуляцию FHSS, должны применяться требования пункта 4.3.1.

**4.3.2.2 Излучаемая выходная мощность**

**4.3.2.2.1 Применимость**

Данное требование применимо ко всем типам оборудования с широкополосной модуляцией отличной от 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 Требования**

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

Максимальная излучаемая выходная мощность для неадаптивного оборудования должна быть заявлена изготовителем, но не должна превышать 20 дБмВт (см. пункт 5.4.1 м)). Для неадаптивного оборудования, использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS, максимальная выходная мощность РЧ должна быть равна или меньше значения, заявленного изготовителем.

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 с широкополосной модуляцией отличной от 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 с широкополосной модуляцией отличной от 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 использует широкополосные модуляции, отличные от 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.

Максимальный рабочий цикл, с которым может работать оборудование, заявляется изготовителем.

**4.3.2.4.3 Требования**

Рабочий цикл должен быть равен или меньше максимального значения, заявленного изготовителем.

Время Tx-передачи должно быть не более 10 мс. Минимальное время Tx-паузы, следующее за Tx-передачей, должно быть равно продолжительности этой Tx-передачи, но не менее 3,5 мс.

**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, за исключением случая, когда такое оборудование работает в неадаптивном режиме.

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

**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**

Для неадаптивного оборудования использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS максимальный коэффициент использования среды 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 (адаптивное оборудование с использованием модуляций, отличных от FHSS)**

**4.3.2.6.1 Применимость**

Данные требования не применяется к неадаптивному оборудованию или адаптивному оборудованию, работающему в неадаптивном режиме, при условии, что оборудование соответствует требованиям и/или ограничениям, применимым к неадаптивному оборудованию.

Также данные требования не распространяется на оборудование 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 с использованием модуляций, отличных от FHSS, может работать в неадаптивном режиме при условии, что оно соответствует требованиям, предъявляемым к неадаптивному оборудованию.

Адаптивное оборудование, использующее модуляции, отличные от FHSS – это оборудование, которое использует механизм, с помощью которого оно может адаптироваться к среде радиосвязи, путем идентификации других передач, присутствующих в пределах его полосы пропускания занятой каналом.

Адаптивное оборудование, использующее модуляции, отличные от FHSS, должно использовать один из механизмов обнаружения и исключения, предусмотренный в подпункте 4.3.2.6.2 или подпункте 4.3.2.6.3.

Адаптивному оборудованию разрешается динамически переключаться между различными режимами адаптации.

**4.3.2.6.2 Обнаружение и исключение не основанное на LBT**

**4.3.2.6.2.1 Термины**

Обнаружение и исключение не основанное на LBT – это механизм для оборудования использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS, и с помощью которого данный канал становится "недоступным", поскольку после передачи на данном канале был зарегистрирован помеховый сигнал. Данный механизм должен функционировать должным образом при наличии нежелательного сигнала на частотах, отличных от частот рабочего диапазона.

**4.3.2.6.2.2 Требования и ограничения**

Оборудование, использующее модуляцию, отличную от FHSS, и использующее механизм обнаружения и исключения не основанный на LBT, должно соответствовать следующему минимальному набору требований:

1. В процессе нормальной работы оборудование должно оценивать наличие сигнала в своем текущем рабочем канале. 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.
4. 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.
5. 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 | 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 перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | |

**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 Обнаружение и исключение на основе LBT**

**4.3.1.7.2.1 Термины**

DAA на основе LBT – это механизм, с помощью которого оборудование использующее широкополосные модуляции, отличные от 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, использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS, и использующего механизм обнаружения и исключения на основе LBT: оборудование на основе кадра и оборудование на основе нагрузки.

Адаптивное оборудование, 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 Состояния 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. 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.

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 перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | |

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 Состояния Канала (ССА) с использованием обнаружения энергии, как описано в IEEE 802.11™-2012 [i.3], пункты 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 Состояния 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 перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | |

**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 для передачи управляющих сигналов (например, сигналов ACK/NACK и т.д.) без определения наличие других сигналов в рабочем канале.

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, использующего широкополосные модуляции, отличные от 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, использующего широкополосные модуляции, отличные от 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, которые возникает в результате модуляции, за исключением побочных излучений.

**4.3.2.8.3 Требования**

Нежелательные излучения передатчика во внеполосной области, но за пределами выделенной полосы, не должны превышать значений, указанных маской на рисунке 3.

В пределах полосы, указанной в таблице 1, внеполосные излучения должны соответствовать требованиям к занимаемой полосе пропускания канала, описанной в подпункте 4.3.1.8.



**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, использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS.

**4.3.2.9.2 Термины**

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 – 862 МГц | -54 дБмВт | 100 кГц |
| 872 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, использующего широкополосные модуляции, отличные от 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 Требования**

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

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 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 ко всем категориям приемников, определенным в пункте 4.2.3.

**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.

**4.3.2.11.3 Критерий качества функционирования**

Минимальный критерий качества функционирования: PER должен быть меньше или равен 10%. Изготовитель может указать альтернативные критерии качества функционирования, если они уместны для предполагаемого использования оборудования (см. пункт 5.4.1.t)).

**4.3.2.11.4 Требования**

**4.3.2.11.4.1 Общая информация**

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 |
| Рмин + 6 дБ | 2 380  2 503,5 | -53 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Рмин + 6 дБ | 2 300  2 330  2 360 | -47 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Рмин + 6 дБ | 2 523,5  2 553,5  2 583,5  2 613,5  2 643,5  2 373,5 | -47 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Примечания  1 Рмин – минимальный уровень полезного сигнала (в дБмВт), необходимый для соответствия минимальному критерию качества функционирования, определённого в подпункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо сигнала блокировки  2 Указанный уровень является уровнем перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | | |

**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 |
| Рмин + 6 дБ | 2 380  2 503,5 | -57 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Рмин + 6 дБ | 2 300  2 583,5 | -47 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Примечания  1 Рмин – минимальный уровень полезного сигнала (в дБмВт), необходимый для соответствия минимальному критерию качества функционирования, определённого в подпункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо сигнала блокировки  2 Указанный уровень является уровнем перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | | |

**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 |
| Рмин + 12 дБ | 2 380  2 503,5 | -57 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Рмин + 12 дБ | 2 300  2 583,5 | -47 | CW (непрерывный гармонический сигнал) |
| Примечания  1 Рмин – минимальный уровень полезного сигнала (в дБмВт), необходимый для соответствия минимальному критерию качества функционирования, определённого в подпункте 4.3.1.12.3, при отсутствии какого-либо сигнала блокировки  2 Указанный уровень является уровнем перед антенной UUT. В случае кондуктивных измерений данный уровень должен быть скорректирован с учетом фактического усиления антенного блока. | | | |

**4.3.2.11.5 Соответствие**

Испытания на соответствие данному требованию определены в пункте 5.4.11.

**4.3.2.12 Возможность определения геолокации**

**4.3.2.12.1 Применимость**

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

**4.3.2.12.2 Термины**

Возможность определения 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 определения 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 в соответствии с пунктом 4.3.2.12.2, не должно быть доступно пользователю.

**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 Интерпретация результатов измерений**

Интерпретация результатов, записанных в протоколе испытаний для измерений, определенных в настоящем стандарте, должна быть следующей:

– полученное значение, соответствующее установленному пределу, будет использоваться для определения соответствия оборудования требованиям настоящего документа;

– значение расширенной неопределенности измерений каждого параметра должно быть отражено в протоколе испытаний;

– расширенная неопределенность измерений каждого параметра не должна превышать значения, установленные в таблице 10.

Для методов испытаний, определенных настоящим стандартом, значения расширенной неопределенности измерений рассчитывают путем умножения стандартной неопределенности на коэффициент охвата (коэффициент покрытия) *k* = 1,96 или *k* = 2 (доверительный интервал 95 % и 95,45 % соответственно, в случае когда распределения, характеризующие фактические погрешности измерения, являются нормальными (гауссовскими)). Методики расчета неопределенности измерений приведены в ETSI TR 100 028-1 [i.15] в частности в ETSI TR 100 028-2 (приложение D) [i.11].

Таблица 17 основана на таких коэффициентах охвата.

**Таблица 17 – Максимальная неопределенность измерений**

|  |  |
| --- | --- |
| Измеряемый параметр | Неопределенность измерений |
| Полоса занимаемая каналом | ±5 % |
| Кондуктивная выходная мощность сигнала ВЧ | ±1,5 дБ |
| Кондуктивная спектральная плотность мощности | ±3 дБ |
| Кондуктивные нежелательные излучения | ±3 дБ |
| Все эфирные излучения | ±6 дБ |
| Температура | ±3 оС |
| Напряжение питания | ±3 % |
| Время | ±5 % |

**5.3 Определение дополнительных условий испытаний**

**5.3.1 Test mode**

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.

Для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты оборудование 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**

Оборудование должно иметь встроенные или внешние (съемные или несъемные) антенны. Внешние антенны оцениваются в комбинации с оборудованием, соответствующим требованиям настоящего документа.

Примечание: Оценка не обязательно ведет к тестированию.

Антенный блок рассматривается как комбинация антенны (встроенной или внешней), ее коаксиального кабеля и, если применимо, антенного разъема и соответствующих коммутационных элементов. Усиление антенного блока *G*, дБи, не включает усиление за счет формирования антенного множителя.

Интеллектуальные антенные системы могут использовать методы формирования диаграммы направленности, которые могут привести к дополнительному (антенному) усилению (за счет формирования антенного множителя). Считается, что отдельные антенны, используемые интеллектуальными антенными системами, имеют одинаковый коэффициент усиления, называемый коэффициентом усиления антенного узла (G). Коэффициент усиления, полученный в результате формирования диаграммы направленности, не включает в себя усиление антенного блока *G*.

Хотя методы измерений, изложенные в настоящем документе, позволяют проводить измерения, следует отметить, что оборудование вместе со всеми предполагаемыми антенными узлами должно соответствовать применяемым техническим требованиям, определенным в настоящем стандарте.

**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.

**5.3.3.2.2 Режим работы 1**

При работе в этом режиме оборудование использует только одну антенну в какой-то пмомент 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**

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**

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**

**5.3.4.2 Введение**

Оборудование, предоставляемое для испытаний описывается как автономное, подключаемое радиооборудование или комбинированное оборудование.

**5.3.4.2 Испытание автономного оборудования**

Автономное оборудование должно быть испытано в соответствии с требованиями настоящего документа.

**5.3.4.3 Тестирование оборудования, подключенного к хосту, и радиооборудованию**

**5.3.4.3.1 Введение**

Для комбинированного оборудования и радиомодулей, которым требуется подключение к хосту или интеграция с ним для обеспечения функциональности радио, допускаются различные альтернативные методы испытаний.Если предполагается использовать более одной такой комбинации, то испытания не должны повторяться для радиомодулей и различного хост оборудования, если последние аналогичны.

Если имеется более одной такой комбинации и эти комбинации по существу не являются одинаковыми, то одна комбинация должна быть испытана на соответствие всем требованиям настоящего документа, а все другие комбинации должны быть испытаны отдельно только на предмет излучаемых побочных излучений.

**5.3.4.3.2 Использование хоста или испытательного стенда для тестирования подключаемого радиооборудования**

Если радиочасть представляет собой подключаемое радиооборудование, предназначенное для использования в различных комбинациях, то должна использоваться соответствующая испытательная конфигурация, состоящая либо из испытательного стенда, либо из типового ведущего оборудования. Это должно быть представлено диапазоном комбинаций, в которых может использоваться данное оборудование. Испытательный стенд должен обеспечивать питание и активизирован как если бы он был подсоединен или встроен в основное или комбинированное оборудование. Измерения должны быть проведены в соответствии со всеми требованиями настоящего документа.

**5.3.4.3.3 Испытание комбинаций.**

**5.3.4.3.3.1 Вариант А: общий подход для комбинаций**

Комбинированное оборудование или комбинация подключаемого радиооборудования и хоста определенного типа могут использоваться для проведения испытаний в соответствии с полными требованиями настоящего документа.

**5.3.4.3.3.2 Вариант B: Для хоста с подключением к радиоборудованию**

Для проведения испытаний в соответствии с полными требованиями настоящего документа может использоваться комбинация подключаемого радиооборудования и определенного типа хоста. Для испытаний на эмиссию к хосту применяется наиболее подходящий стандарт. Подключаемое радиооборудование должно отвечать требованиям к радиоизлучениям, изложенным в настоящем документе.

**5.3.4.3.3.3 Вариант С: Для комбинированного оборудования с подключаемым радиоаппаратурой**

Комбинированное оборудование может использоваться для испытаний в полном соответствии с требованиями настоящего документа.

В отношении радиоизлучений к нерадиооборудованию должены быть применены требования наиболее подходящего гармонизированного стандарта ЭМС. Подключаемое радиооборудование должно отвечать требованиям к радиоизлучениям, изложенным в настоящем документе. В случае, когда подключаемое радиооборудование полностью интегрировано и не может работать независимо, радиоизлучения для сочетания должны испытываться с использованием наиболее подходящего гармонизированного стандарта с радиоприемной частью в режиме приема и/или ожидания. Если диапазон частот меньше диапазона, определенного в настоящем документе, то должны быть проведены дополнительные измерения для охвата остальных частей диапазона частот. При использовании радиоустройства в режиме передачи должны быть применены требования настоящего документа, касающиеся эмиссии.

**5.3.4.3.3.4 Вариант D: для оборудования с несколькими радиоустройствами**

**5.3.4.3.3.4.1 Введение**

Комбинированное радиооборудование, в котором по меньшей мере одна из радиочастей подпадает под действие настоящего документа, может использоваться для испытаний в соответствии со всеми требованиями настоящего документа. Дополнительные требования и ограничения для комбинированного радиооборудования установлены в соответствующих гармонизированных стандартах на радиооборудование, применимых к другим радиоэлементам.

При измерении побочных излучений в режиме приема и/или ожидания важно, чтобы ни один из передатчиков в составе комбинированного оборудования не передавал сигнал.

**5.3.4.3.3.4.2 Побочные излучения от каждого радиоустройства могут быть идентифицированы**

Если побочные излучения от каждого радиоустройства могут быть идентифицированы, то побочные излучения от каждого радиоустройства оцениваются в соответствии со связанным гармонизированным стандартом радиосвязи.

**5.3.4.3.3.4.3 Побочные излучения от каждого радиоустройства не могут быть идентифицированы**

Если побочные излучения от каждого радиоустройства не могут быть идентифицированы, то комбинированное оборудование оценивается с учетом требований к побочным излучениям, содержащихся во всех связанных гармонизированных радиостандартах, применимых к радиоустройствам, содержащимся в комплексном устройстве.

Если применимые гармонизированные стандарты на радиооборудование содержат различные пределы и условия измерения, то комбинированный продукт оценивается в соответствии с гармонизированным радиостандартом, который определяет наименее жесткие пределы для общей части диапазонов измерения частоты. Для оценки остальных частей диапазонов измерения частоты следует использовать пределы из соответствующего гармонизированного радиостандарта.

**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**

Информация, рассмотренная в настоящем подпункте, должна быть предоставлена изготовителем и включается в протокол испытаний. Форма предоставления информации об оборудовании, приведена в приложении Е. Данная информация требуется для проведения ряда испытаний и/или подтверждения соответствия техническим требованиям (например, техническим требованиям, испытания которых не описаны в данном документе):

а) используемый тип широкополосной модуляции: FHSS-модуляция или любой другой тип модуляции (см. пункт 4.2.1);

b) где используется модуляция FHSS: число частот для скачков и время пребывания на канале. Для адаптивного оборудования FHSS-среднее время пребывания, максимальное число частот для скачков и минимальное число частот для скачков.;

c) независимо от того, является ли оборудование неадаптивным оборудованием, адаптивным оборудованием или оборудованием, которое может работать как в адаптивном, так и в неадаптивном режиме.;

d) для адаптивного оборудования: используется ли DAA на основе LBT или не на основе LBT (любая другая форма DAA) (см. пункт 4.3.1.7 и пункт 4.3.2.6) и максимальное время заполнения канала, реализуемое оборудованием; для адаптивного оборудования на основе LBT, использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS, является ли оборудование оборудованием FBE (пункт 4.3.2.6.3.2.2) или оборудованием LBE (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 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;

t) минимальные критерии эффективности (подпункт 4.3.1.12.3 или подпункт 4.3.2.11.3), которые соответствуют предполагаемому использованию оборудования (где это применимо).

**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 должно быть сконфигурировано на максимальные возможности (например, модуляция, ширина полосы, скорость передачи данных, мощность) в соответствии с тестируемым требованием. Может потребоваться измерение нескольких наборов данных.

Для оборудования, использующего модуляцию FHSS, измерения должны выполняться во время нормальной работы (скачкообразная перестройка), и предполагается, что оборудование не имеет частот, внесенных в черный список (работающих во всех положениях перескоков).

Для оборудования, использующего широкополосные модуляции, отличные от FHSS, измерения должны выполняться на самом нижнем, среднем и самом высоком каналах, на которых 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 способный работать с частотой дискретизации не менее 1 МS/s.

* Выборка должна отражать среднеквадратическое значение мощности 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 недостаточного динамического диапазона, значение 30 дБ может быть уменьшено.

**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:**

При расчете необходимо учесть заявленный коэффициент усиления G антенного блока (в дБi) отдельного антенного элемента и, если применимо, коэффициент усиления, антенного множителя Y (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, 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 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.

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.

Ддля 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 e.i.r.p. 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 или   
оборудование работающее (или с возможностью работать) с постоянным рабочим циклом (например, оборудование FBE)**

Этот метод предназначен для оборудования, которое может быть сконфигурировано для работы в режиме непрерывной передачи (100% рабочий цикл) или с постоянным рабочим циклом 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**

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 полосе 1 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 ЭИИМ рассчитывается по приведенной ниже формуле с учетом измеренной выше спектральной плотности мощности D, наблюдаемому рабочему циклу x (см. 5.4.2.2.1.3 (шаг 1)), усилению G, дБи, используемой антенны и, если применимо, коэффициенту усиления, полученному в результате формирования диаграммы направленности Y, дБ. Это значение должно быть записано в отчете об испытаниях. Если для данной конфигурации мощности предусмотрено использование нескольких антенн, то необходимо использовать максимальный из возможных коэффициент усиления.

 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.

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 Разнос частот скачков**

**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**

Разнос частот для скачка, 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 частоты частот для скачков (FHS) по формуле ниже. Это значение должно быть зафиксировано в отчете.



Сравните измеренное значение разноса частот для скачков с пределом, определенным в подподпункте 4.3.1.5.3. Кроме того, для неадаптивного оборудования со скачкообразной перестройкой частоты разнос частот для скачков должен быть равным или превышать ширину полосы занимаемого канала, как определено в подпункте 4.3.1.8, или:

Пропускная способность занятого канала



**Рисунок 4 – Разнос частот для скачков**

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 разноса частот для скачков 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 Разнос частот для скачка 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). 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 со скачкообразной перестройкой частоты с использованием DAA**

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 испытуемое оборудование не должно включать время передачи вспомогательного устройства.

**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 со скачкообразной перестройкой частоты не на основе LBT может быть непрерывным.

1. Для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты 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 Адаптивное оборудование без механизма LBT, использующее модуляцию, отличную от FHSS**

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 5.

**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 4.

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 на основе LBT с использованием модуляций, отличных от FHSS**

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 простоя испытуемого оборудования не должно учитываться время передачи вспомогательного устройства.

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 простоя испытуемого оборудования не должно учитываться время передачи вспомогательного устройства.

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.

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 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 – 0 Гц (Zero Span);
  + Resolution BW – 1 МГц;
  + Filter mode – канальный фильтр;
  + VBW – 3 МГц;
  + Detector Mode – RMS;
  + Trace Mode – Max Hold;
  + Sweep Mode – непрерывный;
  + Sweep Points – Sweep Time [с] / (1 мкс) или 5000 в зависимости от того, что больше;
  + Trigger Mode – Видео триггер. Если запуск видео невозможен, можно использовать внешний источник запуска;
  + 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):**

Регулировкой уровня триггера определите передачи с максимальным уровнем мощности.

Для оборудования со скачкообразной перестройкой частоты, 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 – ≥ 9 700; 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 со скачкообразной перестройкой частоты 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, 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.

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).

**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 со скачкообразной перестройкой частоты 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 при нормальных условиях испытания.

Для оборудования без режима без, имеющего более одного рабочего канала, оборудование должно быть испытано во время работы как на самом низком, так и на самом высоком рабочих каналах. Оборудование, которое может автоматически изменять свой рабочий канал (адаптивное распределение каналов), и где эта функция не может быть отключена, должно быть проверено как оборудование со скачкообразной перестройкой частоты.

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.

Необходимо убедиться в том, что эти критерии эффективности, определенные изготовителем, соблюдаются в ходе испытания на блокировку.

**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.

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 со скачкообразной перестройкой частоты.

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, использующем широкополосные модуляции, отличные от FHSS.

**Шаг 1:**

Для оборудования без режима скачкообразной перестройки частоты, испытуемый образец должен быть настроен на самый низкий рабочий канал.

**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. Затухание переменного аттенюатора должно быть увеличено с шагом 1 дБ до значения, при котором все еще выполняются минимальные критерии эффективности, указанные в 4.3.1.12.3 или в 4.3.2.11.3. Результирующий уровень для сигнала запроса на входе испытуемого устройства составляет 

Этот уровень сигнала (Pmin) увеличивается на величину, указанную в таблице, соответствующую 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. В протоколе испытания проверяется и регистрируется соответствие критериям эффективности, указанным в 4.3.1.12.3 или в 4.3.2.11.3.

**Шаг 5:**

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

**Шаг 6:**

Для оборудования без режима скачкообразной перестройки частоты повторите шаги 2 – 5 с испытуемым оборудованием, настроенным на самый высокий рабочий канал.

**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.

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 ДН 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 | |
| № | Описание | Ссылки  № пункта | U/C | Условие |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 11 | Выходная мощность ВЧ | 4.3.1.2 или 4.3.2.2 | U |  |
| 22 | Спектральная плотность мощность | 4.3.2.3 | C | Только для оборудования, использующего широкополосную модуляцию отличную от FHSS |
| 23 | Рабочий цикл,  Tx-последовательность,  Tx-пауза | 4.3.1.3 или 4.3.2.4 | C | Только для неадаптивного оборудования |
| 64 | Время работы на частоте,  занятие частоты и последовательность скачков | 4.3.1.4 | C | Только для оборудования FHSS |
| 75 | Разделение часот для скачка | 4.3.1.5 | C | Только для оборудования FHSS |
| 86 | Средняя загрузка | 4.3.1.6 или 4.3.2.5 | C | Только для неадаптивного оборудования |
| 97 | Адаптиность | 4.3.1.7 или 4.3.2.6 | C | Только для адаптивного оборудования |
| 18 | Занятая полоса канала | 4.3.1.8 или 4.3.2.7 | U |  |
| 9 | Нежелательные излучения передатчика в области внеполосных излучений | 4.3.1.9 или 4.3.2.8 | U |  |
| 10 | Нежелательные излучения передатчика в области побочных излучений | 4.3.1.10 или 4.3.2.9 | U |  |
| 11 | Побочные излучения приемника | 4.3.1.11 или 4.3.2.10 | U |  |
| 12 | Блокировка приемника | 4.3.1.12 или 4.3.2.11 | U |  |
| 13 | Возможность геолокации | 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 это требование.

**Номер пункта** Идентификация пункта(ов), определяющех требование в настоящем документе, если на другой документ не сделана прямая ссылка

**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.13] для OATS в разделе 6 ETSI TR 102 273-3 [i.12] для SAR, а в разделе 6 ETSI TR 102 273-2 [i.11] для FAR.

Информацию для расчета неопределенности измерения на одном из этих площадок можно найти в стандарте ETSI TR 100 028-1 [i.6] и ETSI TR 100 028-2 [i.7], ETSI TR 102 273-2 [i .11], ETSI TR 102 273-3 [i.12] и ETSI TR 102 273-4 [i.13].

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 эфирнных 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 or 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 or B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Разделение часот для скачка | 5.4.5 | B.4.3 or B.2.1, B.2.2, B.2.3 |
| Адаптиность | 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 провоедения 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 (V2.1.1), 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 на основе не LBT

□ 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™ [i.3] 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™ [i. 3])

□ 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™ [i. 3])

□ 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)

Коэфициент 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 [i.3], стандарта IEEE™ 802.15.4 [i.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

t) Опишите минимальные критерии эффективности, применимые к оборудованию (см. п.4.3.1.12.3 или п. 4.3.2.11.3):

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

**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 F**

**(справочное)**

**Библиография**

|  |  |
| --- | --- |
| [1] Recommendation ITU-R M.1652 | "Dynamic frequency selection (DFS) in wireless access systems including  radio local area networks for the purpose of protecting the radio determination service in the 5 GHz band"  (Динамический выбор частоты (DFS) в системах беспроводного доступа, включая локальные радиосети, с целью защиты службы определения радиочастот в диапазоне 5 ГГц) |