|  |  |
| --- | --- |
| Государственный стандартРеспублики Беларусь  | СТБ/ОР |
|  |  |

**ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКИ ВСЕХ КАТЕГОРИЙ
И НАЗНАЧЕНИЙ**

**Требования к основным параметрам передатчиков**

**Методы измерений**

**Прыёмаперадатчыкі ўсіх катэгорый
і прызначэнняў**

**Патрабаванні да асноўных параметрах перадатчыкаў**

**Метады вымярэнняў**

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения*

УДК 654. 165:006.354(083.74)(476) МКС 33.060.20

**Ключевые слова:** радиосвязь, радиостанция, полоса частот, диапазон частот (мощностей), приемопередатчик, 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 ……… 20…. г. № …..

3 ВЗАМЕН: ГОСТ 30338-95.

Содержание

Введение

1 Область применения

2 Нормативные ссылки

3 Термины и определения, обозначения и сокращения

4 Общие и эксплуатационные требования

5 Условия проведения испытаний, источники питания и температура окружающей среды

6 Общие условия испытаний

7 Требования и методы измерения параметров передатчика

8 Требования и методы измерения параметров приемника

9 Интерпретация результатов измерений. Неопределенность измерений

Приложение А (обязательное) Выполнение измерений параметров излучаемого поля

приложение Б (обязательное) Требования к измерительному и испытательному оборудованию

Библиография

**Введение**

Настоящий стандарт соответствует положениям международного «Регламента радиосвязи» (в издании 2020 г.) в части занимаемой полосы частот, отклонений частоты от номинального значения, побочных излучений. Также в стандарте определены требования к отклонениям мощности и плотности мощности от номинального значения.

Настоящий стандарт заменяет устаревший ГОСТ 30338-95 «Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Устройства радиопередающие всех категорий и назначений народнохозяйственного применения. Требования к допустимым отклонениям частоты. Методы измерений и контроля».

Примечание – Следует заметить, что в современном понимании термина «параметры электромагнитной совместимости» ГОСТ 30338-95 и ГОСТ 30318-95 нельзя считать стандартами по электромагнитной совместимости. Данные стандарты определяют требования к параметрам радиоинтерфейса приемопередатчиков.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Приемопередатчики всех категорий и назначений.**

**Требования к основным параметрам передатчиков. Методы испытаний**

**Прыёмаперадатчыкі ўсіх катэгорый і прызначэнняў.**

**Патрабаванні да асноўных параметрах перадатчыкаў. Метады вымярэнняў**

Transceivers of all categories and purposes.

Requirements for the main parameters of transmitters. Measurement methods

**Дата введения**

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на приемопередатчики, у которых требования к физическим параметрам радиоинтерфейса, не установлены в национальных стандартах на конкретные типы приемопередатчиков.

Допускается применять требования настоящего стандарта к приемопередатчикам специального назначения.

Настоящий стандарт распространяется на приемопередатчики, полоса рабочих частот которых находятся в диапазоне от 25 МГц до 24 ГГц, а излучаемая мощность не превышает 200 Вт.

Примечания:

1 Исключение составляет пункт 7.1 настоящего стандарта, в котором требования установлены для передатчиков в диапазоне частот от 9 кГц до 40 ГГц и мощностью свыше 500 Вт.

2 В этом разделе и далее по тексту стандарта вместо термина «радиочастота» использован термин «частота» как общепринятый международный термин и метрологический термин в системе СИ.

Настоящий стандарт распространяется на приемопередатчики, имеющие как внешний антенный разъем 50 Ом (кондуктивное подключение), так и приемопередатчики со встроенной антенной (подключение по эфиру).

Если приемопередатчики встроены в любое другое оборудование, например, оборудование информационных технологий, промышленное или бытовое оборудование и прочее они также попадают под действие настоящего стандарта.

Примечание – Для проверки электромагнитной совместимости и электробезопасности приемопередатчиков следует использовать ГОСТ EN 301 489-1 V1.9.2 совместно с соответствующей частью и ГОСТ IEC 60950-1 (если приемопередатчик выполнен в отдельном корпусе) соответственно.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

СТБ 1200-99 Сухопутная подвижная служба. Устройства радиосвязи, работающие в полосе частот от 30 до 1000 МГц. Требования и методы измерений

СТБ 1692-2009 Оборудование радиосвязи. Требования к побочным излучениям. Методы измерений

ГОСТ IEC 60950-1-2014 Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 61000-4-20-2014 Электромагнитная совместимость. Часть 4-20. Методы испытаний и измерений. Испытания на помехоэмиссию и помехоустойчивость в TEM-волноводах

**Издание официальное**

ГОСТ EN 301 489-1 V1.9.2-2015 Электромагнитная совместимость и радиочастотный спектр. Электромагнитная совместимость технических средств радиосвязи. Часть 1. Общие технические требования

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 действующими взамен ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

**3 Термины и определения и сокращения**

**3.1 Термины и определения**

В настоящем стандарте применяют термины, установленные в СТБ 1200, СТБ 1692, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1.1** **параметры антенно-фидерного тракта** (parameters of the antenna-feeder path): Физические спектральные параметры электромагнитного сигнала передатчика, а также чувствительность и амплитудно-частотные характеристики приемника которые можно измерить на антенно-фидерном разъеме приемопередатчика или по эфиру.

Примечания:

1 К основным физическим параметрам электромагнитного поля передатчика относятся: номинальная рабочая мощность, плотность мощности, рабочая частота, необходимая ширина полосы частот; внеполосные излучения; побочные излучения.

2 Параметры электромагнитного поля передатчика также могут называться параметрами радиоинтерфейса.

**3.1.2 приемопередатчик (станция)** (station): Передатчик и/или приемник, включая вспомогательное оборудование, необходимые в определенном месте для осуществления службы радиосвязи или радиоастрономической службы [1].

**3.1.3 внеполосное излучение** (out-of-band emission): Излучение на частотах, непосредственно примыкающих к необходимой ширине полосы частот, которое является результатом процесса модуляции, но не включает побочных излучений [1].

Примечание – Область внеполосных излучений это диапазон частот, непосредственно примыкающий к *необходимой ширине полосы частот*, но не включающий область побочных излучений, в котором обычно преобладают внеполосные излучения. Внеполосные излучения, определяемые на основе их источника, наблюдаются в области внеполосных излучений и в меньшей степени – в области побочных излучений. Аналогичным образом, побочные излучения могут иметь место в области внеполосных излучений, так же как и в области побочных излучений.

**3.1.4 побочное излучение** (spurious emission): Излучение на частоте или на частотах, расположенных за пределами *необходимой ширины полосы частот*, уровень которого может быть снижен без ущерба для соответствующей передачи сообщений. К побочным излучениям относятся гармонические излучения, паразитные излучения, продукты интермодуляции и частотного преобразования, но к ним не относятся внеполосные излучения [1].

Примечание – область побочных излучений это диапазон частот, расположенный за пределами области внеполосных излучений, в котором обычно преобладают побочные излучения.

**3.1.5 нежелательные излучения** (unwanted emissions): Состоят из побочных и внеполосных излучений.

**3.1.6 присвоенная полоса частот** (assigned frequency band): Полоса частот, в пределах которой разрешено излучение станции; ширина этой полосы частот равна необходимой ширине полосы частот плюс удвоенная абсолютная величина допустимого отклонения частоты. Для космических станций присвоенная полоса частот включает удвоенную максимальную величину допплеровского сдвига частоты, который может наблюдаться по отношению к любой точке земной поверхности.

**3.1.7 присвоенная частота** (assigned frequency): Средняя частота полосы частот, присвоенной станции.

**3.1.8** **характерная частота** (characteristic frequency): Частота, которую можно легко опознать и измерить в данном излучении. Например, несущую частоту можно рассматривать как характерную частоту.

**3.1.9 допустимое отклонение частоты** (frequency tolerance): Максимальное допускаемое отклонение средней частоты полосы частот излучения от присвоенной частоты или характерной частоты излучения от относительной частоты.

Примечание – Относительная частота это частота, занимающая по отношению к присвоенной частоте фиксированное и определенное положение. Отклонение этой частоты по отношению к присвоенной частоте имеет ту же абсолютную величину и знак, что и отклонение характерной частоты по отношению к середине полосы частот, занимаемой излучением.

Допустимое отклонение частоты выражается в миллионных долях или в герцах.

**3.1.10 необходимая ширина полосы** (required bandwidth): Ширина полосы частот, которая достаточна при данном классе излучения для обеспечения передачи сообщений с необходимой скоростью и качеством при определенных условиях.

**3.1.11 ширина занимаемой полосы** (occupied bandwidth): Ширина такой полосы частот, за нижним и верхним пределами которой каждая из излучаемых средних мощностей равняется определенному проценту β/2 от всей средней мощности данного излучения.

Примечание – Если в какой-либо Рекомендации МСЭ-R не оговорено иначе для соответствующего класса излучения, то значение β/2 следует брать равным 0,5 %.

**3.1.12 мощность** (radio transmitter power): Когда упоминается мощность радиопередатчика и т. п., она должна выражаться в одной из следующих форм в соответствии с классом излучения, с использованием указанных ниже обозначений:

– пиковая мощность огибающей (РХ или рХ);

– средняя мощность (PY или рY);

– мощность несущей (PZ или рZ).

Примечания:

1 Соотношения между пиковой мощностью огибающей, средней мощностью и мощностью несущей для разных классов излучений при нормальных условиях работы и при отсутствии модуляции представлены в Рекомендациях МСЭ-R, которыми можно пользоваться для руководства.

2 В формулах мощность, выражаемая в ваттах, обозначается р, а мощность, выражаемая в децибелах относительно эталонного уровня, обозначается Р.

**3.1.13** **пиковая мощность огибающей** (радиопередатчика) (peak envelope power): Подводимая от передатчика к фидеру антенны мощность, усредненная за время одного радиочастотного периода, соответствующего максимальной амплитуде модуляционной огибающей при нормальных условиях работы [1].

**3.1.14 средняя мощность** (радиопередатчика) (average power): Подводимая от передатчика к фидеру антенны мощность, усредненная в течение достаточно длительного промежутка времени по сравнению с наиболее низкой частотой, встречающейся при модуляции при нормальных условиях работы [1].

**3.1.15 мощность несущей** (радиопередатчика) (carrier power): Подводимая от передатчика к фидеру антенны мощность, усредненная за время одного радиочастотного периода при отсутствии модуляции [1].

**3.1.16 коэффициент усиления антенны** (antenna gain): Обычно выражаемое в децибелах отношение мощности, необходимой на входе эталонной антенны без потерь, к мощности, подводимой ко входу данной антенны, для создания в заданном направлении той же напряженности поля или такой же плотности потока мощности на том же расстоянии. Если не указано иначе, усиление относится к направлению максимальной радиации. Усиление может рассматриваться для определенной поляризации.

Примечание – В зависимости от выбора эталонной антенны различаются:

a) абсолютный или изотропный коэффициент усиления (Gi), когда эталонной антенной является изотропная антенна, изолированная в пространстве;

b) коэффициент усиления относительно полуволнового диполя (Gd), когда эталонной антенной является изолированный в пространстве полуволновой диполь, в экваториальной плоскости которого находится заданное направление;

c) коэффициент усиления относительно короткой вертикальной антенны (Gv), когда эталонной антенной является линейный проводник, длина которого значительно меньше четверти длины волны, перпендикулярный поверхности идеально проводящей плоскости, в которой находится заданное направление.

**3.1.17 эквивалентная изотропно излучаемая мощность** (э.и.и.м.) (equivalent isotropically radiated power): Произведение мощности, подводимой к антенне, на коэффициент усиления этой антенны в заданном направлении относительно изотропной антенны (абсолютный или изотропный коэффициент усиления).

**3.1.18 эффективная излучаемая мощность** (э.и.м.) (в данном направлении) (effective radiated power): Произведение мощности, подводимой к антенне, на ее коэффициент усиления относительно полуволнового диполя в заданном направлении.

**3.1.19 эффективная (монопольная) излучаемая мощность** (э.м.и.м.) (в данном направлении) (effective (monopoly) radiated power): Произведение мощности, подводимой к антенне, на ее коэффициент усиления относительно короткой вертикальной антенны в заданном направлении.

**3.1.20 помеха** (interference): Воздействие нежелательной энергии, вызванное одним или несколькими излучениями, радиациями или индукциями, на прием в системе радиосвязи, проявляющееся в любом ухудшении качества, ошибках или потере информации, которых можно было бы избежать при отсутствии такой нежелательной энергии.

**3.1.21 допустимая помеха** (permissible interference): Наблюдаемая или прогнозируемая помеха, удовлетворяющая количественным критериям помехи и критериям совместного использования частот, содержащимся в настоящем Регламенте, или в Рекомендациях МСЭ-R, или в специальных соглашениях, которые предусмотрены настоящим Регламентом.

**3.1.22 приемлемая помеха** (acceptable disturbance): Помеха с более высоким уровнем, чем та, которая определяется как допустимая помеха, и которая согласована между двумя или несколькими администрациями без ущерба для других администраций.

**3.1.23 вредная помеха** (harmful interference): Помеха, которая мешает действию радионавигационной службы или других служб безопасности или существенно ухудшает качество, затрудняет или неоднократно прерывает работу службы радиосвязи, действующей в соответствии с [1].

**3.2 Сокращения**

В настоящем стандарте применяют следующие сокращения:

*BN* – необходимая ширина полосы;

emf – электродвижущая сила;

EUT – Equipment Under Test – испытуемое оборудование;

IEC – International Electrotechnical Commission – Международная электротехническая комиссия;

IF – Intermediate Frequency – промежуточная частота;

ITU – International Telecommunication Union – Международный союз электросвязи;

ND – Noise + Distortion – шум + искажения;

OATS – Open Area Test Site – открытая тестовая площадка;

RBW – Resolution BandWidth – опорная ширина полосы;

RF – Radio Frequency – радиочастота;

RMS – Root Mean Square – среднеквадратическое значение;

RX – Receiver/reception – приемник/прием;

SINAD – Signal-to-noise and distortion ratio – отношение SND/ND;

SND – Signal + Noise + Distortion – сигнал + шум + искажения;

TX – Transmitter/Transmission – передатчик/передача;

дБн – мощность в дБ по отношению к мощности частоты несущей.

**4 Общие и эксплуатационные требования**

Поставщик должен указать (или предоставить документацию, в которой должны быть указаны) полосы частот, мощности, диапазон рабочих условий приемопередатчика. На основе указанных данных устанавливаются условия испытаний.

Приемопередатчик с внешним антенным разъемом, или постоянным внутренним или временным внутренним разъемом должен позволять получить доступ к выходу передатчика и входу приемника.

RF-разъем должен иметь сопротивление 50 Ом.

Оборудование должно отвечать требованиям настоящего стандарта на всех частотах, на которых оно настроенодля работы.

Оборудование должно быть испытано по настоящему стандарту для используемого типа модуляции сигнала. Если оборудование может использовать несколько типов модуляции, все типы модуляции должны быть испытаны.

**4.1 Предоставление EUT для испытаний**

Если необходимо, EUT должно поставляться в комплекте со вспомогательным оборудованием, необходимым для проведения испытаний.

Если EUT имеет дополнительные функции, не влияющие на RF-параметры, то испытания должны выполняться с такой совокупностью задействованных функций, которая считается наиболее полной.

Если возможно, EUT должно быть предоставлено для испытаний с внешним антенным разъемом сопротивлением 50 Ом для измерения уровня кондуктивной RF-мощности. Если оборудование имеет встроенную антенну и не имеет постоянного внутреннего разъема сопротивлением 50 Ом, то дополнительно может быть предоставлен второй образец оборудования с временным разъемом, установленным для проведения испытаний.

Диапазоны переключения передатчика и приемника должны быть заявлены поставщиком.

Примечание – Диапазон переключения – это полоса частот, в которой передатчик или приемник может работать без перепрограммирования.

Испытания должны проводиться на крайних и центральном каналах диапазона переключения оборудования. В случае если EUT предназначено для работы только на одном (двух) канале (ах), то все испытания проводят на этом (их) канале (ах).

При предъявлении EUT на испытания информация об источниках испытательного сигнала, инструкции по настройке и другая необходимая информация об изделии должны быть предоставлены вместе с изделием.

**4.2 Испытание EUT, не имеющего внешнего RF-разъема (оборудование со встроенной
антенной)**

Если EUT имеет внутренний RF-разъем сопротивлением 50 Ом, то испытания проводят на этом разъеме.

Для проведения кондуктивных измерений EUT может иметь временный внутренний RF-разъем сопротивлением 50 Ом, установленный специально для проведения испытаний.

Во время выполнения измерений излучаемой эмиссии все элементы, не являющиеся составными частями EUT и вмонтированные в него для проведения кондуктивных измерений, должны быть сняты с изделия или, если это невозможно, должен быть использован второй образец.

**4.3 Конструкция EUT**

Элементы управления, регулировка которых может увеличить мощность или привести к помехам от оборудования, не должны быть доступны пользователю.

Все настройки, доступные пользователю, которые влияют на рабочее состояние EUT, не должны приводить к опасностям при их случайном изменении.

EUT не должно реагировать на воздействие оборудования, имеющего другой вид передачи/приема, что может привести к нежелательной модуляции передатчика EUT.

**4.4 Маркировка**

Предъявляемое к испытаниям изделие должно иметь маркировку на видном месте. Маркировка должна быть разборчивой и долговечной.

**5 Условия проведения испытаний, источники питания и температура окружающей среды**

Технические требования настоящего стандарта применяются в рамках внешних условий, установленных в документации на оборудование, и должны быть определены в условиях проведения испытаний. Поставщиком или заявителем должны быть предоставлены настройки, инструкции и другая информация, необходимая для испытаний.

**5.1 Нормальные и предельные условия испытаний**

Испытания должны проводиться при нормальных условиях испытаний, а также, по заявке поставщика, в предельных условиях испытаний.

Условия проведения испытаний должны соответствовать подразделах 5.2–5.5.

**5.2 Испытательный источник электропитания**

При нормальных условиях испытаний может использоваться штатный источник электропитания. При необходимости источник электропитания, установленный в оборудовании, может быть заменен испытательным источником электропитания, способным производить нормальные и предельные испытательные напряжения, как указано в пунктах 5.3.2 и 5.4.2. Внутреннее сопротивление испытательного источника электропитания должно быть достаточно низким для того, чтобы его влиянием на результаты испытаний можно было пренебречь. Напряжение испытательного источника должно измеряться на входных клеммах оборудования.

Если оборудование работает от батареи, то при необходимости, вместо нее, может применятся испытательный источник электропитания, который должен подключатся как можно ближе к клеммам подсоединения аккумулятора, насколько это практически возможно.

Во время испытаний оборудования, которое питается от источника постоянного тока, напряжение источника электропитания должно поддерживаться в пределах допуска не более ±1 % по отношению к напряжению в начале каждого испытания (не обязательно к номинальному напряжению). Значение этого допуска имеет существенное значение при измерениях мощности. Меньший допуск обеспечит лучшие значения неопределенности измерений.

**5.3 Условия испытаний**

**5.3.1 Нормальные условия температуры и влажности**

Нормальные условия температуры и влажности при испытаниях обеспечиваются любым сочетанием температуры и влажности в следующих пределах:

– температура: от +15 °C до +35 °C;

– относительная влажность: от 20 % до 75 %.

Если практически невозможно провести испытания в нормальных условиях, то это должно быть отмечено в протоколе испытаний. Значения температуры и относительной влажности воздуха во время испытаний должны быть включены в протокол испытаний.

**5.3.2 Нормальные условия испытательного источника электропитания**

**5.3.2.1 Напряжение сети**

Нормальным испытательным напряжением для оборудования, которое подключается к электрической сети, должно быть номинальное напряжение сети. Должны быть заявлены номинальное напряжение или несколько напряжений, для которых оборудование было разработано.

Частота испытательного источника электропитания электрической сети переменного тока должна быть в пределах от 49 до 51 Гц.

**5.3.2.2 Источники питания – свинцово-кислотные батареи, используемые на транспортных средствах**

Если радиооборудование предназначено для работы от обычных типов источников питания – свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, используемых на транспортных средствах, то нормальное испытательное напряжение должно быть в 1,1 раза больше номинального напряжения батареи (например, для батарей с номинальными напряжениями 12 и 24 В эти значения составляют 13,2 и 26,4 В соответственно).

**5.3.2.3 Другие источники питания**

При работе от других источников питания (первичного или вторичного) или типов батареи нормальное испытательное напряжение должно быть указано поставщиком оборудования.

**5.4 Предельные условия испытаний**

Испытания в предельных условиях проводятся только в случаях, если есть заявка поставщика на проведение испытаний в предельных условиях.

**5.4.1 Предельные температуры**

При испытаниях на предельных температурах измерения должны проводиться в соответствии
с процедурами, указанными в подразделе 5.5, на верхней и нижней температурах в одном из двух следующих диапазонов:

– от –10 °C до +55 °C: все подвижное и носимое (портативное) оборудование и стационарное оборудование, устанавливаемые вне помещений (неконтролируемые климатические условия);

– от 0 °C до +40 °C: стационарное оборудование, устанавливаемое внутри помещений (контролируемые климатические условия).

Примечание – Поставщик должен указать, в каких условиях оборудование будет работать.

**5.4.2 Предельные условия испытательного источника электропитания**

**5.4.2.1 Напряжение сети**

Крайние значения испытательного напряжения для оборудования, подключаемого к источнику сети переменного тока, должны составлять ±10 % от номинального значения.

**5.4.2.2 Источники питания – свинцово-кислотные батареи, используемые на транспортных средствах**

Когда радиооборудование предназначено для работы от обычных типов источников питания – свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, используемых на транспортных средствах, крайние значения испытательного напряжения должны быть 1,3 и 0,9 от номинального напряжения батареи (например, для номинального напряжения 12 В это соответственно 15,6 В и 10,8 В; для номинального напряжения 24 В это соответственно 31,2 В и 21,6 В).

**5.4.2.3 Источники питания на других типах батарей**

Нижние крайние значения испытательного напряжения для оборудования с питанием от батарей должны быть следующими:

– никель-металлгидридные батареи, батареи Лекланше или литиевые/литий-ионные батареи: 0,85 от номинального напряжения батареи;

– ртутные или никель-кадмиевые батареи: 0,9 от номинального напряжения батареи.

Верхние крайние значения испытательного напряжения не применяются.

В случае, когда верхние крайние значения испытательного напряжения не применяются, то в качестве верхнего должно применяться номинальное напряжение. В этом случае параметры радиооборудования проверяют для соответствующих четырех условий испытаний:

– минимальное напряжение и минимальная температура;

– минимальное напряжение и максимальная температура;

– номинальное напряжение и минимальная температура;

– номинальное напряжение и максимальная температура.

**5.4.2.4 Другие источники питания**

Для оборудования, использующего другие источники электропитания или способного осуществлять работу от разных источников питания, крайние значения испытательного напряжения определяются поставщиком оборудования.

Примечание – В случае если поставщик оборудования не определил крайние значения, параметры радиооборудования проверяются в нормальных климатических условиях на номинальном напряжении.

**5.5 Процедура проведения испытаний при предельных температурах**

Перед проведением измерения оборудование должно достигнуть теплового баланса в испытательной камере. Оборудование должно быть выключено во время периода стабилизации температуры.

Для оборудования, содержащего схемы стабилизации температуры (сконструированного для поддержания заданных температурных условий), цепь стабилизации температуры может быть включена через 15 мин после того, как установился тепловой баланс, и оборудование должно соответствовать требованиям, установленным в настоящем стандарте.

Для такого оборудования должна быть предусмотрена цепь источника электропитания, подводимая на нагревающий элемент, независимая от цепи источника питания для остальной части оборудования.

Если тепловой баланс не может быть проверен путем измерений, то период стабилизации температуры должен быть, по крайней мере, не менее одного часа или более длительный период, который может быть принят и утвержден в испытательной лаборатории.

Должна быть определена последовательность измерений, а влажность в испытательной камере должна контролироваться таким образом, чтобы не происходило чрезмерной конденсации.

**6 Общие условия испытаний**

**6.1 Испытательные сигналы, подаваемые на вход приемника**

Источники испытательных сигналов, подаваемых на вход приемника, должны быть подключены таким образом, чтобы полное сопротивление на входе приемника составляло 50 Ом. Это требование должно выполняться независимо от поступления на вход приемника одного или нескольких испытательных сигналов одновременно.

Уровни испытательных сигналов определяются напряжением на входе приемника.

Влияние интермодуляционных искажений и шумов от генератора испытательных сигналов должно быть незначительным. Испытательные генераторы должны быть свободны от статической амплитудной модуляции.

**6.2 Системы отключения звука и шумоподавления в приемнике**

Если приемник оснащен схемами отключения звука или шумоподавления, то при проведении испытаний эти схемы должны быть отключены.

**6.3 Номинальная выходная мощность звука приемника**

Если в приемопередатчике имеется звуковой приемник, то в качестве номинальной выходной мощности звука приемника принимается максимальная мощность, заявленная изготовителем. При нормальной испытательной модуляции мощность звукового сигнала измеряется на резистивной нагрузке, имитирующей нагрузку, с которой обычно работает приемник. Значение нагрузки должно быть указано изготовителем.

**6.4 Номинальная мощность передатчика**

В качестве номинальной мощности передатчика должна быть принята максимальная мощность, заявленная изготовителем.

Пользователю должна быть недоступна возможность повышения мощности передатчика выше максимальной.

**6.5 Нормальная испытательная модуляция**

Если иное не указано поставщиком, то:

а) Модуляция для испытания передатчика:

– для испытаний передатчика модуляция осуществляется тестовым сигналом частотой 1 250 Гц
с уровнем на 20 дБ выше, чем требуется для получения глубины модуляции 60 %;

б) модуляция для испытания приемника:

– для испытаний приемника модуляция осуществляется тестовым сигналом частотой 1 000 Гц
с уровнем, позволяющим осуществить глубину модуляции 60 %.

**6.6 Эквивалент антенны**

Испытания передатчика осуществляются на нереактивной неизлучающей нагрузке 50 Ом, подключенной к антенному разъему.

Испытания передатчика, требующие использования испытательной оснастки, осуществляются на нереактивной неизлучающей нагрузке 50 Ом, подключенной к испытательной оснастке.

**6.7 Испытательная оснастка**

В случае испытания оборудования со встроенной антенной, поставщик должен запросить у изготовителя испытательную оснастку и предоставить ее лаборатории для проведения испытаний. При отказе поставщика испытательная лаборатория вправе использовать собственную испытательную оснастку, подходящую для проведения измерений на представленном образце или проводить испытания без оснастки.

Испытательная оснастка должна обеспечивать внешнее подключение к аудиовходу (при наличии) и выходу передатчика, а также подключение внешних источников питания.

Соответствие рабочих характеристик испытательной оснастки должно проверяться испытательной лабораторией по следующим требованиям:

- затухания не должны превышать 30 дБ;

- изменение затухания, вносимого в тракт испытательной оснасткой в пределах всей рабочей полосы частот, не должно превышать 2 дБ;

- отсутствие в составе испытательной оснастки каких-либо нелинейных элементов.

Изготовитель также должен предусмотреть возможность кондуктивного подключения (технологический разъем или технологическая площадка) между приемопередатчиком и антенной и обеспечить сопротивление 50 Ом на входе/выходе радиочастотных устройств на всех рабочих частотах EUT.

Если изготовитель не предусмотрел данную возможность лаборатория, с разрешения поставщика, имеет право самостоятельно установить временный антенный разъем. После проведения испытаний временный антенный разъем демонтируется.

**6.8 Оборудование для подачи тестовых сигналов на вход передатчика**

Созданный при помощи генератора модулирующий сигнал звуковой частоты должен подаваться на микрофонный вход передатчика (при наличии), если не указано иное.

**6.9 Тестовая площадка для измерения эфирных излучений**

Подробное описание механизмов измерения излучений представлено в приложении А.

**7 Требования и методы измерения параметров передатчика**

**7.1 Допустимое отклонение частоты**

Допустимое отклонение частоты – это разница между измеренным и номинальным значением частоты.

Измерения должны проводиться при нормальных условиях испытаний (см. подраздел 5.3).

**7.1.1 Пределы**

Допустимые отклонения частоты, применяемые к передатчикам, установлены в таблице 7.1.

Примечания:

1 Допустимое отклонение частоты передатчика выражается в N × 10–6, если не оговорено иное.

2 Если не оговорено иное, то мощность, указываемая для станций различных категорий, представляет собой пиковую мощность огибающей для однополосных передатчиков и среднюю мощность для всех других передатчиков.

3 Государственная комиссия по радиочастотам при Совете безопасности Республики Беларусь может устанавливать в своих решениях для некоторых категорий станций более жесткие допуски, чем те которые показаны в таблице 7.1. В этом случае следует применять Решения Комиссии.

Таблица 7.1 – Допустимые отклонения частоты

|  |  |
| --- | --- |
| Полосы частот(исключая нижний и включая верхний пределы)и категории станций | Допустимыеотклонения частоты |
| 1 | 2 |
| **Полоса частот от 9 до 535 кГц** |
| 1 *Фиксированные станции*: |  |
|  – от 9 до 50 кГц | 100 |
|  – от 50 до 535 кГц | 50 |
| 2 *Сухопутные станции*: |  |
|  *а)* Береговые станции | 100 1, 2 |
|  *b)* Стационарные станции воздушной подвижной службы | 100 |
| 3 *Подвижные станции*: |  |
|  *а)* Судовые станции | 200 3, 4 |
|  *b)* Судовые аварийные передатчики | 500 5 |
|  *с)* Станции спасательных средств | 500 |
|  *d)* Станции воздушных судов | 100 |
| 4 *Станции радиоопределения* | 100 |
| 5 *Радиовещательные станции* | 10 Гц |
| **Полоса частот от 535 до 1606,5 кГц** |
|  *Радиовещательные станции* | 10 Гц |
| **Полоса частот от 1606,5 до 4000 кГц** |
| 1 *Фиксированные станции*: |  |
|  – мощностью 200 Вт или меньше | 100 7, 8 |
|  – мощностью более 200 Вт | 50 7, 8 |
| 2 *Сухопутные станции*: |  |
|  – мощностью 200 Вт или меньше | 100 1, 2, 7, 9, 10 |
|  – мощностью более 200 Вт | 50 1, 2, 7, 9, 10 |

**Продолжение таблицы 7.1**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |
| 3 *Подвижные станции*: |  |
|  *а)* Судовые станции | 40 Гц 3, 4, 12 |
|  *b)* Станции спасательных средств | 100 |
|  *с)* Радиомаяки – указатели места бедствия | 100 |
|  *d)* Станции воздушных судов | 100 10 |
|  *e)* Сухопутные подвижные станции | 50 13 |
| 4 *Станции радиоопределения*: |  |
|  – мощностью 200 Вт или меньше | 20 14 |
|  – мощностью более 200 Вт | 10 14 |
| 5 *Радиовещательные станции* | 10 Гц 15 |
| **Полоса частот от 4 до 29,7 МГц** |
| 1 *Фиксированные станции*: |  |
|  *а)* Излучения на одной боковой полосе и на независимой  боковой полосе: |  |
|  – мощностью 500 Вт или меньше | 50 Гц |
|  – мощностью более 500 Вт  | 20 Гц |
|  *b)* Излучения класса F1B | 10 Гц |
|  *с)* Излучения других классов: |  |
|  – мощностью 500 Вт или меньше | 20 |
|  – мощностью более 500 Вт  | 10 |
| 2 *Сухопутные станции*: |  |
|  *а)* Береговые станции  | 20 Гц 1, 2, 16 |
|  *b)* Стационарные станции воздушной подвижной службы: |  |
|  – мощностью 500 Вт или меньше | 100 10 |
|  – мощностью более 500 Вт  | 50 10 |
|  *с)* Базовые станции | 20 7 |
| 3 *Подвижные станции*: |  |
|  *а)* Судовые станции: |  |
|  1) Излучения класса А1А | 10 |
|  2) Излучения других классов, кроме А1А | 50 Гц 3, 4, 19 |
|  *b)* Станции спасательных средств | 50 |
|  *с)* Станции воздушных судов | 100 10 |
|  *d)* Сухопутные подвижные станции | 40 20 |
| 4 *Радиовещательные станции* | 10 Гц 15, 21 |
| 5 *Космические станции* | 20 |
| 6 *Земные станции* | 20 |

**Продолжение таблицы 7.1**

|  |  |
| --- | --- |
| **1** | **2** |
| **Полоса частот от 29,7 до 100 МГц** |
| 1 *Фиксированные станции*: |  |
|  – мощностью 50 Вт или меньше | 30 |
|  – мощностью более 50 Вт  | 20 |
| 2 *Сухопутные станции* | 20 |
| 3 *Подвижные станции* | 20 22 |
| 4 *Станции радиоопределения* | 50 |
| 5 *Радиовещательные станции (кроме телевизионных)* | 2 000 Гц 23 |
| 6 *Радиовещательные станции (телевизионные – звуковое  сопровождение и изображение)* | 500 Гц 24, 25 |
| 7 *Космические станции* | 20 |
| 8 *Земные станции* | 20 |
| **Полоса частот от 100 до 470 МГц** |
| 1 *Фиксированные станции*: |  |
|  – мощностью 50 Вт или меньше | 20 26 |
|  – мощностью более 50 Вт  | 10 |
| 2 *Сухопутные станции*: |  |
|  *а)* Береговые станции | 10 |
|  *b)* Стационарные станции воздушной подвижной службы | 20 28 |
|  *с)* Базовые станции: |  |
|  – в полосе 100–235 МГц | 15 29 |
|  – в полосе 235–401 МГц | 7 29 |
|  – в полосе 401–470 МГц | 5 29 |
| 3 *Подвижные станции*: |  |
|  *а)* Судовые станции и станции спасательных средств: |  |
|  – в полосе 156–174 МГц | 10 |
|  – вне полосы 156–174 МГц | 50 31 |
|  *b)* Станции воздушных судов | 30 28 |
|  *c)* Сухопутные подвижные станции: |  |
|  – в полосе 100–235 МГц | 15 29 |
|  – в полосе 235–401 МГц | 7 29, 32 |
|  – в полосе 401–470 МГц | 5 29, 32 |
| 4 *Станции радиоопределения* | 50 33 |
| 5 *Радиовещательные станции (кроме телевизионных)* | 2 000 Гц 23 |
| 6 *Радиовещательные станции (телевизионные – звуковое  сопровождение и изображение)* | 500 Гц 24, 25 |
| 7 *Космические станции* | 20 |
| 8 *Земные станции* | 20 |

**Продолжение таблицы 7.1**

|  |  |
| --- | --- |
| **1** | **2** |
| **Полоса частот от 470 до 2450 МГц** |
| 1 *Фиксированные станции*: |  |
|  – мощностью 100 Вт или меньше |     100 |
|  – мощностью более 100 Вт  |      50 |
| 2 *Сухопутные станции* |      20 36 |
| 3 *Подвижные станции* |      20 36 |
| 4 *Станции радиоопределения* |     500 33 |
| 5 *Радиовещательные станции (кроме телевизионных)* |     100 |
| 6 *Радиовещательные станции (телевизионные – звуковое  сопровождение и изображение)* |  |
|  в полосе 470–960 МГц |     500 Гц 24, 25 |
| 7 *Космические станции* |       20 |
| 8 *Земные станции* |       20 |
| **Полоса частот от 2 450 до 10 500 МГц** |
| 1 *Фиксированные станции*: |  |
|  – мощностью 100 Вт или меньше |     200 |
|  – мощностью более 100 Вт  |      50 |
| 2 *Сухопутные станции* |     100 |
| 3 *Подвижные станции* |     100 |
| 4 *Станции радиоопределения* |  1 250 33 |
| 5 *Космические станции* |       50 |
| 6 *Земные станции* |       50 |
| **Полоса частот от****10,5 до 40 ГГц**  |
| 1 *Фиксированные станции* |     300 |
| 2 *Станции радиоопределения* |  5 000 33 |
| 3 *Радиовещательные станции* |     100 |
| 4 *Космические станции* |     100 |
| 5 *Земные станции* |     100 |
| Примечания к таблице допустимых отклонений частоты передатчика:1) Для передатчиков береговых станций, используемых для буквопечатающей телеграфии или передачи данных, допустимое отклонение составляет: – 5 Гц при узкополосной фазовой манипуляции; – 15 Гц при частотной манипуляции для передатчиков, используемых или установленных до 2 января 1992 года; – 10 Гц при частотной манипуляции для передатчиков, установленных после 1 января 1992 года.2) Для передатчиков береговых станций, используемых для цифрового избирательного вызова, допустимое отклонение составляет 10 Гц. (ВКР-03).3) Для передатчиков судовых станций, используемых для буквопечатающей телеграфии или передачи данных, допустимое отклонение составляет: – 5 Гц при узкополосной фазовой манипуляции; |

**Продолжение таблицы 7.1**

|  |
| --- |
|  – 40 Гц при частотной манипуляции для передатчиков, используемых или установленных до 2 января 1992 года; – 10 Гц при частотной манипуляции для передатчиков, установленных после 1 января 1992 года.4) Для передатчиков судовых станций, используемых для цифрового избирательного вызова, допустимое отклонение составляет 10 Гц. (ВКР-03) 5) Если аварийный передатчик используется в качестве резервного для основного, то применяется допустимое отклонение, установленное для передатчиков судовых станций.6) (SUP – ВКР-03).7) Для однополосных радиотелефонных передатчиков, за исключением тех, которые используются на береговых станциях, допустимое отклонение составляет: – 50 Гц в полосах 1606,5 (1605 в Районе 2) – 4000 кГц и 4–29,7 МГц при пиковой мощности огибающей 200 Вт или меньше и 500 Вт или меньше, соответственно; – 20 Гц в полосах 1606,5 (1605 в Районе 2) – 4000 кГц и 4–29,7 МГц при пиковой мощности огибающей более 200 Вт и более 500 Вт, соответственно.8) Для радиотелеграфных передатчиков, в которых используется частотная манипуляция, допустимое отклонение составляет 10 Гц.9) Для однополосных радиотелефонных передатчиков береговых станций допустимое отклонение составляет 20 Гц.10) Для однополосных передатчиков, работающих в полосах 1606,5 (1605 в Районе 2) – 4000 кГц и 4–29,7 МГц, распределенных на исключительной основе воздушной подвижной ® службе, допустимое отклонение несущей (эталонной) частоты составляет: а) для всех стационарных станций воздушной подвижной службы – 10 Гц; b) для всех станций воздушных судов международного обслуживания – 20 Гц; c) для станций воздушных судов, осуществляющих исключительно национальное обслуживание – 50 Гц\*.11) Не использован.12) Для излучений класса А1А допустимое отклонение составляет 50 × 10–6.13) Для передатчиков, используемых для однополосной радиотелефонии или для радиотелеграфии с частотной манипуляцией, допустимое отклонение составляет 40 Гц.14) Для передатчиков радиомаяков, работающих в полосе 1606,5 (1605 в Районе 2) – 1800 кГц, допустимое отклонение составляет 50 × 10–6.15) Для излучений класса А3Е с мощностью несущей 10 кВт или меньше допустимое отклонение составляет 20 × 10–6, 15 × 10–6 и 10 × 10–6 в полосах 1606,5 (1605 в Районе 2) – 4000 кГц, 4–5,95 МГц и 5,95–29,7 МГц, соответственно.16) Для излучений класса А1А допустимое отклонение составляет 10 × 10–6.17) Не использован.18) Не использован.19) Для судовых передатчиков, установленных на борту небольших судов и работающих в полосе 26 175–27 500 кГц, мощность несущих которых не превышает 5 Вт при работе в прибрежных водах (или вблизи них) и которые применяют излучения классов F3Е и G3E, допустимое отклонение частоты составляет 40 × 10–6. (ВКР-03)20) Допустимое отклонение частоты равно 50 Гц для однополосных радиотелефонных передатчиков, кроме тех, которые работают в полосе 26 175–27 500 кГц с пиковой мощностью огибающей не более 15 Вт, основное допустимое отклонение для которых составляет 40 × 10–6.21) Администрациям предлагается избегать разности несущих частот в несколько герц, которая вызывает искажения, аналогичные периодическим замираниям. Этого можно избежать, если допустимое отклонение частоты составляет 0,1 Гц, что подходит для однополосных излучений\*.22) Для портативного оборудования со средней мощностью передатчика не более 5 Вт, устанавливаемого не на подвижных средствах, допустимое отклонение частоты составляет 40 × 10–6. |

**Окончание таблицы 7.1**

|  |
| --- |
| 23) Для передатчиков со средней мощностью 50 Вт или меньше, которые работают в полосах ниже 108 МГц, допустимое отклонение составляет 3000 Гц.24) Для телевизионных станций мощностью: – 50 Вт (пиковая мощность огибающей изображения) или меньше, работающих в полосе 29,7–100 МГц; – 100 Вт (пиковая мощность огибающей изображения) или меньше, работающих в полосе 100–960 МГц, которые принимают свой входной сигнал от других телевизионных станций или которые обслуживают небольшие изолированные зоны, соблюдать это допустимое отклонение может оказаться невозможным по эксплуатационным причинам. Для таких станций допустимое отклонение частоты составляет 2000 Гц. Для станций мощностью 1 Вт (пиковая мощность огибающей изображения) или меньше это допустимое отклонение может быть дополнительно увеличено до: – 5 кГц в полосе 100–470 МГц; – 10 кГц в полосе 470–960 МГц.25) Для передатчиков стандарта М (NTSC) допустимое отклонение равно 1000 Гц. Однако для маломощных передатчиков этого стандарта применяется Примечание 24.26) Для многоскачковых радиорелейных систем с непосредственным преобразованием частоты допустимое отклонение составляет 30 × 10–6.27) Не использован.28) При разносе каналов 50 кГц допустимое отклонение частоты составляет 50 × 10–6.29) Это допустимое отклонение применяется при разносе каналов 20 кГц или больше.30) Не использован.31) Для передатчиков, используемых на станциях бортовой связи, допустимое отклонение должно составлять 5 × 10–6.32) Для портативного оборудования со средней мощностью передатчика не более 5 Вт, устанавливаемого не на подвижных средствах, допустимое отклонение составляет 15 × 10–6.33) Если радиолокационным станциям не присвоены конкретные частоты, то полосы, занимаемые излучениями таких станций, должны полностью находиться в пределах диапазона, распределенного данной службе, и указанные допустимые отклонения неприменимы.34) Не использован.35) Не использован.36) При использовании этих допустимых отклонений администрации должны руководствоваться соответствующими последними Рекомендациями МСЭ-R. |

Примечания:

1 Таблица 7.1 является полной оригинальной копией международного Регламента радиосвязи (том 2, приложение 2) официального русскоязычного издания 2020 г. и обязательна для всех администраций, присоединившихся к Регламенту радиосвязи МСЭ, и не подлежит изменениям, если нет изменений в новой редакции.

2 В тех случаях, когда в таблице 7.1 после приведенного значения стоит единица измерения «Гц» данное значение следует считать абсолютным.

**7.1.2 Метод измерения**

Допустимое отклонение частоты (ошибка по частоте) должна быть измерена с применением измерительного приемника, или частотомера в одном из двух режимов:

– несущей (без модуляции).

– модуляции;

Примечание – В режиме модуляции частота измеряется в случае, если режим несущей установить не удается или невозможно установить по каким-либо причинам.

При измерении выход передатчика должен быть нагружен на эквивалент антенны.

Для измерения должны использоваться измерительный приемник или частотомер, позволяющие определить частоту с относительной погрешностью не хуже ±1·10−6.

**7.2 Отклонение мощности**

Отклонение мощности (кондуктивной или излучаемой) определяется как разность между измеренным и значением мощности, заявленным изготовителем, в дБ.

Измерения проводятся при нормальных условиях испытаний (см. 5.3), если иное не оговорено заявителем.

При предоставлении приемопередатчика (изделия с приемопередатчиком) на испытания со встроенной антенной максимальная излучаемая мощность должна быть указана в спецификации к радиооборудованию. Если спецификация на приемопередатчик отсутствует, данные о максимальной излучаемой мощности должны быть предоставлены поставщиком.

При предоставлении приемопередатчика (изделия с приемопередатчиком) на испытания с антенным разъемом мощность на выходе передатчика должна быть указана в спецификации к радиооборудованию. Если спецификация отсутствует, данные о выходной мощности должны быть предоставлены поставщиком.

Примечания:

1 В документации изготовителя должны быть указаны не только мощность на выходе передатчика, но и коэффициент усиления антенны G, используемой в комплекте с приемопередатчиком (и/или ЭИМ или ЭИИМ для системы передатчик-антенна). Если коэффициент усиления антенны в документации не приведен или это значение не предоставлено поставщиком ЭИМ/ЭИИМ не измеряется.

2 Если, по каким либо причинам поставщик отказывается предоставить значение максимальной мощности, испытатель должен провести ее измерение и привести измеренное значение в протоколе испытаний с оценкой неопределенности без выводов о соответствии.

**7.2.1 Допустимые отклонения мощности**

Допустимые отклонения мощности от максимального значения при измерении на антенном разъеме и по эфиру в различных полосах радиочастот приведены в таблице 7.2.

Примечание – Если требуется, указанные пределы используются и для оценки плотности мощности.

Таблица 7.2 – Требования к отклонению мощности

|  |  |
| --- | --- |
| Диапазон частот | Допустимые отклонения мощности. дБ |
| На антенном разъеме | ЭИМ или ЭИИМ |
| 30 – 1000 МГц | +1,5/-2 | +3/-6 |
| 1 – 24 ГГц 1) | +1,5/-2 | ± 6,25 |
| 1) Для рабочих частот более 24 ГГц пределы не установлены и отклонения мощности не проверяются  |

**7.2.2 Метод измерения**

**7.2.2.1 Кондуктивный метод измерения**

Этот метод измерения применим к оборудованию, имеющему внешний антенный разъем или технологический антенный разъем, или временный антенный разъем.

Измерения должны проводиться при нормальных условиях испытаний (см. подраздел 5.3), если иное не оговорено заявителем.

Должна измеряться мощность, подводимая с выхода передатчика нагруженного на эквивалент антенны. При кондуктивных измерениях мощность измеряется как средняя мощность несущей на антенном разъеме во время режима передачи.

Должна быть измерена мощность немодулированной несущей. Если режим немодулированной несущей в передатчике установить невозможно, то должна быть измерена мощность в режиме с модуляцией. В режиме с модуляцией (или пакетной передачи) мощность передатчика измеряется как мощность огибающей пакета, значение которой усредняется по числу выборок.

Средняя мощность несущей на антенном разъеме в режиме передачи измеряется прямым методом при помощи радиочастотного ваттметра или измерительного приемника/анализатора спектра.

В режиме с модуляцией пиковая мощность огибающей измеряется прямым методом измерительным приемником/анализатором спектра. Факт измерения мощности в режиме с модуляцией должен быть зафиксирован в протоколе испытаний.

Если в документации изготовителя не установлено иное, установки анализатора спектра при измерении мощности должны быть следующими:

- ширина фильтра RBW – 3 ширины необходимой полосы или, если приемник не обладает такой полосой, то максимально возможную на измерительном приемнике;

- детектор (Detector) – RMS;

- режим отображения (Trace mode) – Аverage;

- число точек усреднения (Swippoint) – 100;

- время развертки (Swiptime) – Auto.

**7.2.2.2 Радиационный метод измерения**

Применяется для оборудования с приемопередатчиком, имеющим встроенную или внешнюю антенну. Должна измеряться ЭИМ (ЭИИМ) в направлении максимальной напряженности поля.

Измерения должны проводиться в нормальных условиях испытаний (см. подраздел 5.3).

Если рабочая частота передатчика находится в полосе частот до 1 ГГц, то должна быть измерена ЭИМ, если выше 1 ГГц – ЭИИМ.

Если поставщик предоставил антенну с приемопередатчиком и указал значение GА, но не указал ЭИМ (ЭИИМ), то для расчета максимальной ЭИМ (ЭИИМ) следует применять формулу 1:

РЭИМ = РАР + GА ­ 2,15, (1)

где РЭИМ – излучаемая мощность (дБмВт);

РАР – максимальная мощность, измеренная на антенном разъеме (дБмВт);

GА – коэффициент усиления антенны (дБ).

Примечание – Коэффициент 2,15 дБ применяется только в том случае, если определяется ЭИМ.

Если в документации изготовителя не установлено иное, установки анализатора спектра при измерениях должны соответствовать подпункту 7.2.2.1.

Для измерения излучаемой мощности могут быть использованы различные испытательные площадки и камеры, в том числе и ТЕМ-камера.

На испытательной площадке, как показано в приложении А, оборудование должно размещаться следующим образом. Если оборудование имеет вертикальную штыревую антенну, то и на испытательной площадке антенна должна быть расположена вертикально. Передатчик должен проверяться при его нормальной работе.

Измерительная антенна должна быть ориентирована на вертикальную поляризацию, а ее размеры должны соответствовать частоте передатчика. Выход измерительной антенны должен быть соединен с измерительным приемником/анализатором. Измерительный приемник должен быть настроен на частоту измеряемого сигнала. Измерительная антенна должна подниматься и опускаться в заданном диапазоне высот до тех пор, пока при помощи измерительного приемника не будет обнаружен максимальный уровень сигнала.

Если оборудование имеет встроенную антенну, или антенну, поляризация которой не установлена, перед измерениями должны быть проведены предварительные исследования по нахождению положения оборудования, при котором обеспечивается максимум излучений. Данное положение является рабочим при испытаниях.

При использовании испытательной площадки и применении метода замещения необходимо осуществлять вращение передатчика в горизонтальной плоскости в диапазоне от 0° до 360° до тех пор, пока на измерительном приемнике не будет обнаружен максимальный уровень мощности. Данный уровень принимается за искомый измеренный уровень мощности.

Далее передатчик замещается антенной, как показано в приложении А.2.3. Антенна замещения должна быть ориентирована для вертикальной поляризации, а ее длина должна соответствовать частоте передатчика. Данная антенна должна быть соединена с калиброванным генератором сигналов. Входной аттенюатор измерительного приемника должен иметь такое значение, чтобы чувствительность измерительного приемника была максимальной. Измерительная антенна должна регулироваться по высоте в заданном диапазоне, чтобы гарантировать прием максимального уровня сигнала.

Входной сигнал, подаваемый на антенну замещения, должен иметь уровень, равный уровню сигнала, полученному при измерении мощности испытуемого передатчика, с поправкой на изменение номинала входного аттенюатора измерительного приемника.

Измерения требуется повторить также для испытуемой антенны и антенны замещения, которые ориентированы на горизонтальную поляризацию.

Из двух полученных значений мощности в протокол вносится большее значение, подаваемое на вход антенны замещения, с учетом коэффициента усиления антенны (при необходимости).

**7.3 Ширина области внеполосных излучений передатчика. Уровни мощности на границах области внеполосных и побочных излучений.**

Если спектр сигнала передатчика не ограничен спектральной маской (спектральная маска не определена нормативными документами или изготовителем), следует:

- определить ширину области внеполосных излучений;

- измерить уровни мощности на границах этой области без оценки соответствия спектра сигнала спектральной маске.

Полученные результаты измерений должны быть занесены в протокол

На рисунке 7.1 показаны границы между областью внеполосных и побочных излучений.



Рисунок 7.1 – Границы между областью внеполосных и побочных излучений

**7.3.1** **Определение границ между областями внеполосных и побочных излучений**

За исключением оговоренных ниже случаев, граница между областями внеполосных и побочных излучений находится на частотах, которые отстоят от центральной частоты излучения на величины, указанные в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Величины разноса частот между центральной частотой и границей области побочных излучений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диапазон частот | Узкополосный вариант | Типовой разнос | Широкополосный вариант |
| для *BN* < | Разнос | для *BN* > | Разнос |
| 9 кГц < *fc* ≤ 150 кГц | 250 Гц | 625 Гц | 2,5 *BN* | 10 кГц | 1,5 *BN* + 10 кГц |
| 150 кГц < *fc* ≤ 30 MГц | 4 кГц | 10 кГц | 2,5 *BN* | 100 кГц | 1,5*BN* + 100 кГц |
| 30 MГц < *fc* ≤ 1 ГГц | 25 кГц | 62,5 кГц | 2,5 *BN* | 10 MГц | 1,5 *BN* + 10 MГц |
| 1 ГГц < *fc* ≤ 3 ГГц | 100 кГц | 250 кГц | 2,5 *BN* | 50 MГц | 1,5 *BN* + 50 MГц |
| 3 ГГц < *fc* ≤ 10 ГГц | 100 кГц | 250 кГц | 2,5 *BN* | 100 MГц | 1,5 *BN* + 100 MГц |
| 10 ГГц < *fc* ≤ 15 ГГц | 300 кГц | 750 кГц | 2,5 *BN* | 250 MГц | 1,5 *BN* + 250 MГц |
| 15 ГГц < *fc* ≤ 26 ГГц | 500 кГц | 1,25 MГц | 2,5 *BN* | 500 MГц | 1,5 *BN* + 500 MГц |
| *fc* > 26 ГГц | 1 MГц | 2,5 MГц | 2,5 *BN* | 500 MГц | 1,5 *BN* + 500 MГц |
| Примечания:1 fc – обозначает центральную частоту излучения, а BN – необходимую ширину полосы частот.2 Если присвоенная полоса частот излучений захватывает два диапазона частот, то для определения границы следует пользоваться величинами, соответствующими диапазону более высоких частот.3 Если необходимая ширина полосы попадает в область между широкополосным и узкополосным вариантом применяется типовой разнос.4 Необходимая ширина полосы, если она не задана нормативными документами и не установлена изготовителем, должна быть определена испытателем с использованием анализатора спектра (имеет такую функцию) как занимаемая ширина полосы или если используется простой измерительный приемник, то по уровню минус 30 дБ относительно огибающей максимума сигнала. |

В общем случае с любой стороны от центральной частоты граница находится на расстоянии 250 % от необходимой ширины полосы частот, или на 2,5 BN, как показано в таблице 7.3. Для большинства систем центральная частота излучения является центром отсчета необходимой ширины полосы частот. Для многоканальных или многочастотных передатчиков/ретрансляторов, которые могут одновременно передавать несколько несущих с оконечного выходного усилителя или с активной антенны, центральная частота излучения берется в центре ширины полосы частот передатчика или ретранслятора на уровне –3 дБ, и эта полоса частот передатчика или ретранслятора используется для определения границы вместо необходимой ширины полосы частот. Для многочастотных спутниковых систем руководством по определению границы между областями внеполосных и побочных излучений является последняя версия Рекомендации МСЭ R SM.1541. В некоторых системах нежелательные излучения определяются относительно ширины полосы частотного канала или разноса каналов. Эти значения должны использоваться в качестве замены для необходимой ширины полосы частот указанные в таблице 7.3, при условии, что их можно найти в Рекомендациях МСЭ R.

*Пример 1 –* Необходимая ширина полосы частот излучения на частоте 26 MГц составляет 1,8 кГц. Поскольку *BN* меньше 4 кГц, то используется минимальный разнос, равный 10 кГц. Область побочных излучений начинается с отметки 10 кГц с каждой стороны от центра необходимой ширины полосы частот.

*Пример 2 –* Необходимая ширина полосы частот излучения на частоте 8 ГГц составляет 200 MГц. Поскольку при *BN* > 100 MГц на этой частоте применим широкополосный вариант, то область побочных излучений начинается с отметки 1,5 × 200 MГц + 100 MГц = 400 MГц с каждой стороны от центра необходимой полосы частот. При использовании общей формулы разноса область внеполосных излучений была бы расширена дo 2,5 × 200 MГц = 500 MГц с каждой стороны от центральной частоты.

В таблицах 7.4 и 7.5 показаны исключения из таблицы 7.3 для узкополосного и широкополосного вариантов, соответственно, применительно к конкретным системам или службам и полосам частот.

Таблица 7.4 – Узкополосные варианты для конкретных систем или служб и полос частот

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Система или служба | Полоса частот | Узкополосный вариант |
| Для *BN* <(кГц) | Разнос(кГц) |
| Фиксированная служба | 14 кГц – 1,5 MГц | 20 | 50 1) |
| 1,5–30 MГц | *PT* ≤ 50 Вт | 30 | 75 2) |
| *PT* > 50 Вт | 80 | 200 2) |
| 1) Значение разноса основано на предположении, что максимальное значение необходимой ширины полосы частот равно примерно 3 кГц для полосы частот 14 кГц – 1,5 MГц. Значение разноса 50 кГц очень велико по сравнению с необходимой шириной полосы частот. Это вызвано тем, что нежелательные излучения передатчиков большой мощности при модулированных сигналах должны быть ниже предельных значений побочных излучений (70 дБн) на границе между областями внеполосных и побочных излучений.2) *PT* обозначает мощность передатчика. Значения разноса основаны на предположении, что максимальное значение необходимой ширины полосы частот для полосы частот 1,5–30 MГц равно примерно 12 кГц. Значение разноса 200 кГц для *PT* > 50 Вт очень велико по сравнению с необходимой шириной полосы частот. Это вызвано тем, что нежелательные излучения передатчиков большой мощности при модулированных сигналах должны быть ниже предельных значений побочных излучений (70 дБн) на границе между областями внеполосных и побочных излучений. К тому же, если будущие системы фиксированной службы, работающие в этой полосе частот, потребуют необходимой ширины полосы более чем 12 кГц, то может появиться необходимость пересмотреть значение разноса 200 кГц. |

Таблица 7.5 – Широкополосные варианты для конкретных систем или служб и полос частот

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Система или служба | Полоса частот | Широкополосный вариант |
| Для *BN* > | Разнос |
| Фиксированная служба | 14–150 кГц | 20 кГц | 1,5 *BN* + 20 кГц |
| Фиксированная спутниковая служба (ФСС) | 3,4–4,2 ГГц | 250 MГц | 1,5 *BN* + 250 MГц |
| ФСС | 5,725–6,725 ГГц | 500 MГц | 1,5 *BN* + 500 MГц |
| ФСС | 7,25–7,75 ГГц и 7,9–8,4 ГГц | 250 MГц | 1,5 *BN* + 250 MГц |
| ФСС | 10,7–12,75 ГГц | 500 MГц | 1,5 *BN* + 500 MГц |
| Радиовещательная спутниковая служба | 11,7–12,75 ГГц | 500 MГц | 1,5 *BN* + 500 MГц |
| ФСС | 12,75–13,25 ГГц | 500 MГц | 1,5 *BN* + 500 MГц |
| ФСС | 13,75–14,8 ГГц | 500 MГц | 1,5 *BN* + 500 MГц |

Для первичного радара граница между областями внеполосных и побочных излучений представляет собой частоту, на которой предельные значения в области внеполосных излучений, определяемые в соответствующих Рекомендациях МСЭ-R, равны предельному значению в области побочных излучений, определенному в таблице 7.3. Для первичных радаров дополнительным руководством по определению границы между областями внеполосных и побочных излучений является последняя версия Рекомендации МСЭ‑R SM.1541.

**7.3.2 Пределы**

В общем случае мощность на границах побочных и внеполосных излучений не должна превышать значений установленных в таблице 7.6

Таблица 7.6 – Мощность на границах внеполосных и побочных излучений

|  |  |
| --- | --- |
| Полоса частот | Предельные значения побочных излучений |
| В режиме передачи | В режиме ожидания |
| **Мощность на антенном разъеме** |
| От 9 кГц до 1 ГГц | 0,25 мкВт (–36 дБмВт) | 2 нВт (–57 дБмВт) |
| Более 1 ГГц | 1,0 мкВт (–30 дБмВт) | 20 нВт (–47 дБмВт) |
| **Излучаемая мощность** |
| От 30 МГц до 1 ГГц | 0,25 мкВт (–36 дБмВт) | 2 нВт (–57 дБмВт) |
| Более 1 ГГц  | 1,0 мкВт (–30 дБмВт) | 20 нВт (–47 дБмВт) |
| Примечания:1 Предельные уровни излучений применяются ко всем излучениям, включая гармонические излучения, составляющие взаимной модуляции, составляющие преобразования частот и паразитные излучения.2 В отдельных случаях, на границах области побочных и внеполосных излучений, для отдельных видов оборудования Rec 74 устанавливает более высокие пределы мощности. В этом случае должны быть использованы пределы из Rec 74. |

**7.3.3 Методы измерения**

Измерения мощности на границе побочных и внеполосных излучений проводят с использованием анализатора спектра или измерительного приемника (далее измерительный приемник). Мощность измеряется в согласованной нагрузке. При измерении мощности на антенном разъеме в схему измерений необходимо включать аттенюатор, чтобы защитить входную цепь измерительного приемника от перегрузки в случае, если передатчик на выходе имеет высокую мощность.

Уровни излучений должны определяться в следующих опорных полосах (фильтр RBW):

– 1 кГц между 9 кГц и 150 кГц

– 10 кГц между 150 кГц и 30 МГц

– 100 кГц между 30 МГц и 1 ГГц

– 1 МГц выше 1 ГГц.

Измерение излучаемой мощности должно проводиться на антенной площадке или в камере в соответствии с приложением А.

**7.4 Побочные излучения**

**7.4.1 Пределы**

Уровни побочных излучений не должны превышать значения, указанные в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – Пределы побочных излучений

|  |  |
| --- | --- |
| Режимы работыприемопередатчика | Диапазоны и полосы частот |
| 9 кГц – 1 ГГц(кроме полос, указанных в следующем столбце) | 47–74 МГц87,5–118 МГц174–230 МГц470–862 МГц | Выше 1 ГГц |
| Передача | 0,25 мкВт (−36,0 дБмВт) | 4 нВт (−54,0 дБмВт) | 1 мкВт (−30,0 дБмВт) |
| Прием/ожидание | 2,0 нВт (−57,0 дБмВт) | 2 нВт (−57,0 дБмВт) | 20 нВт (−47,0 дБмВт) |

**7.4.2 Методы измерения**

Побочные излучения должны измеряться в полосах частот указанных на рисунке 7.1. При этом, если используется кондуктивный метод, то нижняя частота измерений начинается с 9 кГц. Если измерения проводятся по эфиру, то нижняя частота измерений начинается с 30 МГц.

При кондуктивном методе измерений верхняя частота измерения побочных излучений ограничена 5-й гармоникой, или, если пятая гармоника находится за частотой 24 ГГц, то верхняя частота измерений ограничена 24 ГГц.

При измерении по эфиру верхняя частота измерения побочных излучений ограничена 5-й гармоникой, или, если пятая гармоника находится за частотой 18 ГГц, то верхняя частота измерений ограничена 18 ГГц.

Примечание – При измерении побочных излучений допускается использовать методы измерений, изложенные в СТБ 1692.

Уровень побочных излучений должен измеряться одним из следующих методов:

– уровень выходной мощности в согласованной нагрузке (кондуктивные побочные излучения на выходе передатчика) и уровень ЭИМ от корпуса оборудования (выход передатчика нагружен на согласованную нагрузку) (далее – метод 1);

Примечание – Если в приемопередатчике используется пассивная антенна, или передатчик передан на испытания без антенны, методом 1 допускается измерять только кондуктивные побочные излучения.

– уровень ЭИМ (ЭИИМ) от корпуса оборудования и встроенной антенны – для радиооборудования, не имеющего внешних ВЧ-разъемов (далее – метод 2).

При измерении побочных излучений ширина фильтра RBW измерительного приемника или анализатора спектра должна устанавливаться в соответствии с таблицей 7.8.

Таблица 7.8 – Ширина полосы пропускания фильтра RBW

|  |  |
| --- | --- |
| Диапазон частот | RBW |
| 9 кГц – 150 кГц | 1 кГц |
| 150 кГц – 30 МГц | 10 кГц |
| 30 МГц – 1 ГГц | 100 кГц |
| 1–2 ГГц (или 4 ГГц, см. 7.5.2.2) | 1 МГц |

**7.4.2.1 Метод измерения мощности в согласованной нагрузке (на выходе передатчика)**

Передатчик должен быть соединен с измерительным приемником через 50-омную нагрузку и работать в режиме несущей (без модуляции).

Примечание – При невозможности отключить модуляцию передатчика допускается проводить измерения
в режиме модуляции.

На каждой частоте, на которой обнаруживается паразитная компонента, уровень мощности регистрируется как уровень нежелательного излучения, подаваемого в согласованную нагрузку.

Измерения должны быть повторены для передатчика, находящегося в режиме ожидания.

**7.4.2.2 Метод измерения мощности от корпуса оборудования (выход передатчика нагружен на согласованную нагрузку)**

На тестовой площадке (см. приложение А) или альтернативной тестовой площадке оборудование должно размещаться на определенной высоте и в положении, наиболее близком к его нормальному использованию.

Антенный разъем передатчика должен быть нагружен на согласованную нагрузку.

Измерительная антенна должна быть ориентирована на вертикальную поляризацию, а ее длина должна соответствовать рабочей частоте измерительного приемника.

Выход измерительной антенны должен быть соединен с входом измерительного приемника. Передатчик должен работать в режиме несущей (без модуляции).

Примечание – При невозможности отключить модуляцию передатчика допускается проводить измерения
в режиме модуляции.

Соединительные провода должны быть расположены вертикально;

Измерения побочных излучений должны проводиться пиковым детектором. Полоса фильтра RBW измерительного приемника при измерениях должна соответствовать таблице 7.6.

На каждой частоте, на которой обнаружено побочное излучение, измерительная антенна должна опускаться и подниматься в диапазоне высот до тех пор, пока на измерительном приемнике не будет обнаружен максимальный уровень сигнала. Необходимо осуществлять вращение передатчика в горизонтальной плоскости от 0° до 360° до тех пор, пока на измерительном приемнике не будет обнаружен максимальный уровень сигнала. Максимальный уровень сигнала, обнаруженный на измерительном приемнике, должен быть зарегистрирован.

Передатчик замещается антенной, как описано в приложении А.2.3.

Антенна замещения, подключенная к калиброванному генератору сигналов, должна быть ориентирована в вертикальной плоскости, а ее линейные размеры должны быть настроены на частоту обнаруженного побочного излучения. Частота калиброванного генератора сигналов должна соответствовать частоте побочного излучения.

При необходимости чувствительность измерительного приемника регулируется с помощью входного аттенюатора.

Изменяется высота испытательной антенны и находится максимальный уровень сигнала.

Выходной сигнал калиброванного генератора, подаваемый на антенну замещения, регулируется до уровня, соответствующего уровню обнаруженного побочного компонента, с поправкой на изменение установки входного аттенюатора измерительного приемника. Уровень сигнала калиброванного генератора должен быть зарегистрирован как уровень обнаруженного побочного излучения.

Измерения также должны быть проведены при горизонтальном положении измерительной антенны и антенны замещения.

Мерой излучаемой мощности паразитных составляющих является больший из двух уровней мощности, зарегистрированных для каждого паразитного компонента на входе замещающей антенны, с поправкой на коэффициент усиления антенны.

Только для передатчика, работающего с модуляцией, если паразитная составляющая превышает предельный уровень, измерение на этой частоте повторяется с применением квазипикового детектора.

Измерения должны быть повторены для передатчика, находящегося в режиме ожидания.

**7.4.2.3 Метод измерения мощности от корпуса оборудования и встроенной антенны**

Используется метод измерения, описанный в подпункте 7.4.2.2, с учетом того, что выход передатчика должен быть подключен к встроенной антенне, а не нагружен на согласованную нагрузку.

**7.4.2.4 Побочные излучения в режиме приема**

Побочные излучения измеряются только для приемников. Для приемопередатчиков, указанных в подпункте 7.4.2.4 не применяется.

Требования и методы измерений в режиме приема должны соответствовать подразделу 7.4 в режиме ожидания передатчика.

**8 Интерпретация результатов измерений. Неопределенность измерений**

Интерпретация результатов, полученных в результате измерений, описанных в настоящем стандарте, должна быть следующей:

– если измеренное значение не превышает установленного предела, то оборудование соответствует требованиям настоящего стандарта, если измеренное значение превышает установленный предел, то оборудование не соответствует требованиям настоящего стандарта;

– если измеренное значение превышает предел, то значение неопределенности измерения для каждого измеренного параметра должно быть включено в протокол испытаний или значение неопределенности может быть включено в протокол испытаний по требованию заказчика;

– значение неопределенности измерений для каждого измерения не должно превышать значение, установленное в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Максимальные значения неопределенности измерений

|  |  |
| --- | --- |
| Измеряемый параметр | Неопределенность |
| Радиочастота | ±1·10−6 |
| RF-мощность на антенном разъеме | ±2,0дБ |
| Излучаемая RF-мощность в полосе 30 – 1000 МГц | ±4 дБ |
| Излучаемая RF-мощность в полосе 1 – 24 ГГц 1) | ±6 дБ |
| 1) На граничной частоте 1 ГГц применяется норма ±6 дБ |

Для методов испытаний, приведенных в настоящем стандарте, показатели неопределенности должны быть вычислены согласно [5] (части 1, 2 и приложение D) и должны соответствовать коэффициенту охвата *k* = 1,96 или *k* = 2, который обеспечивает уровни достоверности соответственно 95 % и 95,45 % в случае, если распределения, характеризующие фактическую неопределенность измерений, описываются нормальным (гауссовским) законом.

Коэффициент расширения, используемый для оценки неопределенности измерения, должен быть зафиксирован в протоколе испытаний.

**Приложение А**

**(обязательное)**

**Измерения параметров приемопередатчика**

**А.1** **Тестовые площадки и методы измерения параметров приемопередатчика**

В настоящем приложении описаны испытательные площадки: безэховая камера, безэховая камера с металлической пластиной и открытая испытательная площадка, которые могут быть использованы для испытаний эфирных излучений. На площадках могут быть выполнены как абсолютные, так и относительные измерения.

Также для таких измерений излучений допускается использовать ТЕМ-камеру и тестовую площадку, описанную в СТБ 1692. Методы испытаний в ТЕМ-камере должны соответствовать или ГОСТ IEC 61000-4-20, или методике, прошедшей метрологическую аттестацию, например, [4].

**А.1.1 Безэховая камера**

Безэховая камера представляет собой экранированный корпус, внутренние стены, пол и потолок которого покрыты радиопоглощающим материалом, как правило, пенополиуретановым пирамидального типа. Камера обычно содержит устройство для крепления измерительной антенны на одной стороне и поворотный стол для размещения EUT на другой. Типичная безэховая камера показана на рисунке А.1.



**Рисунок А.1 – Типичная безэховая камера**

Использование экранирования и радиопоглощающего материала обеспечивают необходимые условия для проведения испытаний, независимых от влияния внешних излучений. Этот тип испытательной камеры имитирует условия свободного пространства.

Экран создает измерительную среду, защищенную от влияния внешних помех, сигналов и воздействий, в то время как радиопоглощающий материал сводит к минимуму нежелательные отражения от стен и потолка, которые могут повлиять на тесты. На практике экранирование относительно легко обеспечивает высокий уровень подавления (80–140 дБ) внешних воздействий, делая их пренебрежимо малыми.

Поворотный стол способен проворачиваться на 360° в горизонтальной плоскости, и используется для размещения EUT на требуемой высоте от пола. Размеры камеры должны быть достаточно большими для обеспечения разноса EUT и измерительной антенны на расстояние не менее 3 м или
2(*d*1 + *d*2)2/λ (м) (в соответствии с A.2.5 выбирается большее из этих значений). Используемое при измерениях расстояние должно быть занесено в протокол.

Безэховая камера имеет ряд преимуществ по сравнению с другими тестовыми площадками: сведение к минимуму внешних помех, минимальное отражение от пола, потолка и стен отражения и независимость от погодных условий. Но у нее есть и некоторые недостатки: ограничено измерительное расстояние и ограничен рабочий диапазон измерений нижних частот за счет размеров пирамидальных поглотителей. Для улучшения значений низких частот (снижения нижней границы измерений) обычно используется сочетание структуры ферритовых плиток и пенополиуретанового поглотителя.

Все виды измерений параметров излучения, чувствительности и устойчивости могут быть проведены в безэховой камере без ограничений.

**А.1.2 Безэховая камера с проводящей заземляющей пластиной**

Безэховая камера с проводящей пластиной представляет собой экранированный корпус, внутренние стены и потолок которого покрыты радиопоглощающим материалом, как правило, пенополиуретановым пирамидального типа. Пол покрыт металлической пластиной, которая образует плоскость заземления. В камере обычно устанавливают мачтовую антенну на одном конце и поворотный стол на другом. Типичная безэховая камера с проводящей заземленной пластиной приведена на рисунке А.2.



**Рисунок А.2 – Типичная безэховая камера с проводящей пластиной**

Этот тип испытательной камеры приближает ее к OATS (открытой измерительной площадке).

Заземленная пластина создает плоскость отражения, и, принимаемый измерительной антенной сигнал является суммой прямого и отраженного от пластины сигналов. Антенная мачта позволяет изменять высоту измерительной антенны так, что ее положение может быть оптимизировано для достижения максимального уровня сигнала от EUT.

Поворотный стол способен проворачиваться на 360° в горизонтальной плоскости, и, используется для размещения EUT на требуемой высоте от пола. Размеры камеры должны быть достаточно большими для обеспечения разноса EUT и измерительной антенны на расстояние не менее 3 м или
2(*d*1 + *d*2)2/λ (м) (в соответствии с A.2.5 выбирается большее из этих значений). Используемое при измерениях расстояние должно быть занесено в протокол.

Определяется максимальный уровень сигнала от EUT при поднятии и опускании измерительной антенны, а затем максимальный уровень сигнала от EUT при вращении поворотного стола с EUT в азимутальной плоскости. Значение амплитуды принимаемого сигнала регистрируется. EUT заменяется на антенну (замещения), подключенную к калиброванному генератору сигналов. Фазовый центр антенны замещения должен быть совмещен с фазовым (объемным) центром EUT. Выходная мощность генератора регулируется до уровня амплитуды принимаемого сигнала на измерительном приемнике и измеренное значение регистрируется.

Измерение чувствительности приемника над металлическим экраном предполагает поиск максимума поля путем изменения высоты испытательной антенны над экраном, при этом фазовый центр измерительной антенны располагается в центре фазового или объемного центра EUT.

Далее испытательная антенна остается на той же высоте, а измерительная антенна заменяется EUT. Амплитуда сигнала, передаваемого от испытательной антенны, уменьшается так, чтобы определить минимальную emf, при которой отношение SND/ND составит 20 дБ.

**A.1.3 Открытая испытательная площадка**

OATS содержит поворотный стол на одном конце и антенную мачту с изменяемой высотой на другом конце. На полу между антенной мачтой и поворотным столом положена металлическая платина, которая должна иметь хорошую проводимость. На практике обеспечить хорошую проводимость можно и стальными листами. Типичная OATS представлена на рисунке А.3.



**Рисунок А.3 – Типичная открытая тестовая площадка**

Металлическая пластина создает отраженный сигнал. Поэтому сигнал, полученный приемной антенной, является суммой прямого и отраженного сигналов. Измерения излучений на OATS проходят так же, как и в безэховой камере с металлической пластиной.

Типичное расположение средств измерений на OATS с заземленной пластиной представлено на рисунке А.4.



**Рисунок А.4 – Типичное расположение средств измерений на тестовой площадке
с заземленной пластиной**

**А.1.4 Измерительная антенна**

Измерительная антенна, как правило, используется в измерениях эфирных излучений. В эмиссионных измерениях, связанных с излучением, измерением отклонения частоты от номинального значения, эффективной излучаемой мощности, паразитных излучений и мощности в соседнем канале. Измерительная антенна используется для обнаружения поля от EUT на первом этапе и от антенны замещения на следующем. Когда измеряются характеристики приемника (чувствительность и различные параметры устойчивости), обеспечивает измерение напряженности электрического поля в непосредственной близости от EUT. Когда необходимо, антенна может использоваться и в качестве передающего устройства.

Измерительная антенна устанавливается на антенной мачте, обеспечивающей изменение ее высоты в пределах от 1 до 4 м и возможности приема/передачи горизонтальной или вертикальной поляризации сигнала.

В полосе частот от 30 до 1 000 МГц для измерений рекомендуется использовать дипольные антенны. Выше 1 ГГц рекомендуется использовать рупорные и логопериодические антенны.

**А.1.5 Антенна замещения**

Антенна замещения используется для замены EUT в испытаниях, в которых измеряются параметры передатчика (отклонение частоты от номинального значения, эффективная излучаемая мощность, паразитные излучения и мощность соседнего канала). Для измерений в полосе частот
от 30 до 1 000 МГц используется дипольная антенна. Для измерений на частотах выше 1 000 МГц рекомендуется использовать рупорные и логопериодические антенны.

**А.2 Условия проведения испытаний на испытательных площадках**

В разделе описаны процедуры, размещение испытательного оборудования и проверки, которые должны быть реализованы для проведения испытаний на испытательных площадках, описанных в А.1.

Если для измерений используется ТЕМ-камера, применяются методы установленные [2] или методики испытаний прошедшие метрологическую экспертизу [3].

**А.2.1 Калибровка испытательной площадки**

Испытания должны проводиться на аттестованной испытательной площадке, имеющей калибровку. Процедуры калибровки испытательных площадок описаны в [4].

**А.2.2 Подготовка EUT**

Поставщик (заказчик, изготовитель) должен предоставить информацию о рабочих частотах EUT, поляризации, напряжении питания и уровне мощности. Дополнительная информация в зависимости от конкретного типа EUT должна включать мощность несущей, распределение каналов, возможность применения различных режимов работы (например, режим повышенной или пониженной мощности), время непрерывной работы или рабочий цикл (например, 1 минута – передача, 4 минуты – дежурный прием).

Для закрепления EUT на поворотном столе, при необходимости, применяются монтажные крепления минимального размера, сделанные из материала низкой относительной диэлектрической проницаемости (менее 1,5), такого как пенополистирол, пробковое дерево и т. д.

**А.2.3 Источники питания EUT**

Испытания, требующие использования источников питания, по возможности, проводятся при питании EUT от батарей через кабели питания, подключаемые к клеммам питания EUT (напряжение питания контролируется вольтметром). При этом батарея должна быть электрически изолирована от остальной части оборудования, возможно, путем наложения ленты на контакты.

Наличие силовых кабелей может повлиять на рабочие характеристики EUT. Чтобы это исключить, их экранируют, заземляя и подводя по кратчайшим возможным путям.

**A.2.4 Настройка громкости для аналоговых речевых приемников**

Если не указано иное, то при измерениях параметров приемника аналоговой речи регулятор громкости приемника, где это возможно, должен быть отрегулирован так, чтобы он составлял не менее 50 % от номинальной выходной мощности аудиосигнала. В случае ступенчатых регуляторов громкости регулятор громкости должен быть установлен на первый шаг, который обеспечивает выходную мощность не менее 50 % от номинальной мощности аудиовыхода.

**A.2.5 Измерительное расстояние**

При проведении испытаний на измерительных площадках, описанных в А.1, расстояние между EUT и измерительной антенной не должно быть менее:

 (A.1)

где *d*1 – наибольший размер EUT/антенны замещения, м;

*d*2 – наибольший размер измерительной антенны, м;

λ – длина волны, м.

Если размеры измерительной и замещающей антенн составляют половину длины волны, то минимальное расстояние для испытаний должно составлять 2λ.

Если одно из этих условий не выполняется, в протоколе испытаний необходимо отметить данный факт, для учета дополнительной неопределенности.

Примечания:

1 Для безэховой камеры никакая часть объема EUT не должна выходить за пределы «рабочей зоны» камеры на испытуемой частоте, находясь под любым углом вращения поворотного стола.

2 «Рабочая зона» представляет собой объем в безэховой камере (без пластины заземления), достаточный для размещения EUT, в котором характеристики поглощающей способности панелей или однородность сигнала по амплитуде и фазе доказаны метрологической аттестацией, либо гарантируются поставщиком.

3 Для безэховой камеры с пластиной заземления при изменении высоты тестовой антенны от 1 до 4 м никакая ее часть не должна находиться ближе чем 1 м от поглощающих панелей. Для обоих типов безэховых камер отражательная способность поглощающих панелей не должна быть более минус 5 дБ.

4 Для обеих безэховых камер и OATS никакая часть любой антенны не должна находиться менее чем в 0,25 м от поверхности земли в течение всего испытания.

Если хотя бы одно из условий 1-4 примечаний не выполняется, испытания не должны проводиться.

**A.2.6 Укладка кабелей и калибровка вспомогательного оборудования**

Кабели на обоих концах испытательной площадки должны быть расположены горизонтально вдали от зоны испытаний на расстоянии как минимум 2 м до достижения задней стенки (в случае обоих типов безэховой камеры), затем можно применять вертикальное размещение кабеля, его экранирование через пластину заземления.

Примечание – Для испытательных площадок с отражающей пластиной OATS, безэховых камер с пластиной заземления, которые используют антенную мачту с кабельным барабаном, требование 2 м может оказаться невыполнимым. В этом случае в протоколе испытаний должен быть зарегистрирован и запротоколирован факт расположения кабеля(ей) при испытаниях.

Свидетельства о калибровке всех элементов испытательного оборудования должны быть действительны. При проведении испытаний с использованием замещающей и измерительной антенн должны быть известны их коэффициент усиления относительно изотропного излучателя.

Данные калибровки по всем кабелям и аттенюаторам должны включать вносимые потери во всем частотном диапазоне испытаний. Если необходимо, вносимые потери должны быть занесены в протокол испытаний.

Если требуются корректирующие коэффициенты/таблицы, то они должны быть в наличии.

Для всех элементов испытательного оборудования должны быть известны вносимые максимальные неопределенности, которые они создают, например:

– потери в кабеле. Максимальная неопределенность ±0,5 дБ с прямоугольным распределением;

– измерительный приемник. Точность уровня сигнала 1,0 дБ (стандартное отклонение) с гауссовским распределением ошибок.

В начале измерений должна быть произведена проверка работоспособности испытательного оборудования, используемого на испытательной площадке.

**Приложение Б**

**(обязательное)**

**Требования к измерительному и испытательному оборудованию**

**Б.1 Требования к измерительному приемнику, генератору и усилителю**

Используется такой же измерительный приемник, как и при измерениях мощности в соседнем канале передатчика. Он состоит из смесителя, генератора, фильтра IF, усилителя, переменного аттенюатора и индикатора уровня, как показано на рисунке Б.1.



**Рисунок Б.1 – Измеритель мощности**

Вместо переменного аттенюатора с индикатором уровня RMS возможно использование RMS вольтметра, калиброванного в дБ.

**Б.1.1 Требования к фильтру IF**

Характеристика избирательности фильтра IF должна соответствовать рисунку Б.2.



**Рисунок Б.2 – Характеристика избирательности фильтра IF**

В зависимости от частотного разноса характеристика избирательности фильтра должна учитывать частотный разнос от номинальной центральной частоты соседнего канала, как показано в [3] (таблица Б.1).

**Таблица Б.1 – Характеристика избирательности**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Точкиослабления | Частотныйразнос | Допустимое отклонениев точках ближе к несущей | Допустимое отклонениев точках дальше от несущей |
| D1 (2 дБ) | 3 кГц | +1,35 кГц | ±2 кГц |
| D2 (6 дБ) | 4,25 кГц | ±0,1 кГц | ±2 кГц |
| D3 (26 дБ) | 5,5 кГц | –1,35 кГц | ±2 кГц |
| D4 (90 дБ) | 9,5 кГц | –5,35 кГц | +2 кГц и –6 кГц |

Ослабление фильтра за пределами точек D4 должно быть больше или равно 90 дБ.

**Б.1.2 Индикатор ослабления**

Индикатор ослабления должен иметь минимальный диапазон 80 дБ и точность считывания 1 дБ. Рекомендуется ослабление 90 дБ или более.

**Б.1.3 Индикатор значения RMS**

Прибор должен корректно отображать несинусодиальные сигналы при соотношении пикового значения к среднеквадратическому 10:1.

**Б.1.4 Генератор и усилитель**

Генератор и усилитель должны быть сконструированы таким образом, что при измерении мощности соседнего канала в немодулированном передатчике, чей собственный шум оказывает незначительное влияние на результат измерения, это позволяло получить значение ≤–80 дБ относительно несущей генератора.

**Б.2 Требования к анализатору спектра**

**Б.2.1 Требования и установки анализатора спектра при измерении мощности**

Технические характеристики анализатора спектра должны отвечать следующим требованиям:

– точность измерения частоты должна быть в пределах ±100 Гц;

– точность измерения амплитуды должна быть в пределах ±2,0 дБ.

Должна быть предусмотрена настройка анализатора спектра, обеспечивающая представление на экране двух амплитудных составляющих с разницей по частоте в 200 Гц.

Для статистически распределенных модуляций (широкополосных сигналов) анализатор спектра и интегрирующее устройство (если необходимо) должны позволять определять значение спектральной плотности мощности (энергия в единицу времени и ширину полосы), которая должна быть проинтегрирована во всей рассматриваемой полосе. Должна быть обеспечена возможность просуммировать эффективную мощность всех дискретных составляющих, спектральную плотность мощности и мощность шума в выбранной полосе и измерить это как отношение к мощности несущей.

Динамический диапазон анализатора спектра должен быть больше 90 дБ, а средний уровень фазового шума в соседних каналах – меньше или равен –120 дБн/Гц в центре соседнего канала при использовании метода измерений по 7.4.2, чтобы это не влияло на измерение мощности в соседних каналах.

Дополнительные требования:

– максимальная мощность в соседнем канале не должна превышать –70 дБн;

– максимальная мощность в альтернативном канале не должна превышать –80 дБн.

Примечание – Для уменьшения времени измерения вместо установки значения RBW 100 Гц допускается устанавливать значение 500 Гц.

**Б.2.2 Требования и установки анализатора спектра при измерении побочных излучений**

Для измерения амплитуды побочного излучения необходимо использовать RBW 1 кГц с уровнем побочного излучения на 3 дБ или более выше уровня шума анализатора спектра, отображаемого на экране, с точностью ±2 дБ при наличии полезного сигнала.

Точность относительных измерений амплитуды должна быть в пределах ±2 дБ.

Для статистически распределенных модуляций (широкополосных помех) анализатор спектра и интегрирующее устройство (если необходимо) должны позволять определять значение спектральной плотности мощности (энергия за единицу времени на ширину полосы), которая должна быть проинтегрирована во всей рассматриваемой полосе.

**Б.3 Устройство интегрирования и суммирования мощности**

Устройство интегрирования и суммирования мощности подключается к видеовыходу анализатора спектра, указанного в Б.2.

Должна быть обеспечена возможность просуммировать эффективную мощность всех дискретных составляющих, спектральную плотность мощности и мощность шума в выбранной полосе и измерить это как отношение к мощности несущей.

**Библиография**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [1] | Регламент радиосвязи ITU. –  | 1 т. 2 т. Приложение 1. – Женева, 2020 |
| [2] | ГОСТ IEC 61000-4-20-2014 | Электромагнитная совместимость. Часть 4-20. Методы испытаний и измерений. Испытания на помехоэмиссию и помехоустойчивость в TEM-волноводах |
| [3] | МВИ. МН 3293-2020 изм.1 | Измерение излучаемой мощности и напряженности электромагнитного поля в ТЕМ-камере |
| [4] | CISPR 16-2 (all parts) (2014) | Specifications for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods.(Технические требования к приборам и методам измерения радиопомех и помехоустойчивости) |
| [5] | ETSI TR 100 028 (V1.4.1) (all parts) (12-2001) | Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics(Электромагнитная совместимость и радиочастотный спектр (ERM). Неопределенности в измерении характеристик мобильного радиооборудования) |
| [6] | ETSI TR 102 273 (V1.2.1) (all parts) | Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Improvement on Radiated Methods of Measurement (using test site) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties(Электромагнитная совместимость и радиочастотный спектр (ERM). Улучшение методов измерения по эфиру (с использованием испытательной площадки) и оценка соответствующих погрешностей измерений) |

Директор ОАО «Гипросвязь» А.И. Караим

Начальник НИИЛ ЭМИ

ОАО «Гипросвязь» С.Н.Бендь

Старший научный сотрудник НИИЛ ЭМИ

ОАО «Гипросвязь» А.В. Ковалев