

Международный союз электросвязи

МСЭ-R
Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R SM.329-12
(09/2012)

**Нежелательные излучения
в области побочных излучений**

Серия SM
Управление использованием спектра



Международный
союз
электросвязи

Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2013 г.

© ITU 2013

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SM.329-12*

Нежелательные излучения в области побочных излучений**

(1951-1953-1956-1959-1963-1966-1970-1978-1982-1986-1990-1997-2000-2001-2003-2011-2012)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации устанавливаются ограничения для нежелательных излучений в области побочных излучений, а также методы их измерения.

Ключевые слова

Предел излучений, побочные излучения, эталонная полоса частот, ширина полосы по разрешению, ширина полосы видеосигнала.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что Рекомендация МСЭ-R SM.328 дает определения и пояснительные замечания, которые должны применяться при рассмотрении ширины полосы частот, разнесения каналов и помеховой обстановки; при разграничении между внеполосными излучениями и побочными излучениями и при установлении ограничений для уровней излучения в области внеполосных излучений;
- b) что трудностью, появляющейся при применении ограничений для нежелательных излучений в области побочных излучений, является точное знание необходимой ширины полосы и точное место в спектре, где должны быть применены ограничения для области побочных излучений, особенно для служб, применяющих излучения с широкой полосой или с цифровой модуляцией, имеющие как шумоподобные, так и дискретные побочные компоненты;
- c) что ограничение максимального допустимого уровня излучений в области побочных излучений¹ на частоте или частотах каждой области побочных излучений необходимо для защиты всех радиослужб;
- d) что строгие ограничения могут привести к увеличению размера или усложнению радиооборудования, но в общем увеличивают защиту других радиослужб от помех;
- e) что должны быть приняты все возможные меры для установления ограничений на нежелательные излучения в области внеполосных и побочных излучений на самом низком, по возможности, уровне как для существующих, так и для новых служб с учетом типа и особенностей затронутых радиослужб, экономических факторов, технологических ограничений и трудности подавления гармонических излучений от некоторых высокоомощных передатчиков;
- f) что необходимо определить методы, единицы измерения и ширину полосы, а также значения ширины полосы, которые должны использоваться для измерения мощности на частотах, отличных от центральной частоты. Это позволит применять рациональные, простые и эффективные методы подавления нежелательных излучений;

* В 2013 и 2019 годах 1-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла поправки редакционного характера в настоящую Рекомендацию в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1.

** Ограничения, указанные в настоящей Рекомендации, относятся к любым внеполосным или побочным излучениям в области побочных излучений. Побочные излучения обычно являются доминирующими в области побочных излучений.

¹ Излучения в области побочных излучений – это нежелательные излучения на частотах в пределах области побочных излучений.

g) что соотношение между мощностью излучения в области побочных излучений, подводимой к передающей антенне, и напряженностью поля соответствующих сигналов в месте, удаленном от передатчика, может сильно отличаться в зависимости от таких факторов, как характеристики антенны на частотах излучений в области побочных излучений, особенности распространения над различными участками поверхности и излучение от различных частей передающего оборудования, не считая самой антенны;

h) что измерения напряженности поля или плотности потока мощности (п.п.м.) нежелательных излучений в местах, удаленных от передатчика, признаются прямыми методами, выражающими интенсивность мешающих сигналов, вызванных такими излучениями;

j) что для излучений на центральных частотах администрации обычно устанавливают мощность, подводимую к фидеру антенны, и могут вместо этого или в дополнение к этому измерять напряженность поля или п.п.м. на расстоянии для того, чтобы определить, когда излучение в области побочных излучений создает помехи другому разрешенному излучению; подобная процедура была бы полезна при измерениях излучений в области побочных излучений (см. Статью 15 РР, п. 15.11);

к) что для более экономичного и эффективного использования спектра частот необходимо установить общие максимальные ограничения для излучений в области побочных излучений, признавая в то же время, что конкретные службы в некоторых полосах частот по техническим и эксплуатационным причинам могут нуждаться в более низких пределах излучений в области побочных излучений от других служб, как это может быть предложено в других Рекомендациях МСЭ-R (см. Приложение 4);

l) что передатчики, работающие на космических станциях, все более широко используют метод расширения спектра и другие методы широкополосной модуляции и могут производить внеполосные и побочные излучения на частотах, весьма удаленных от центральной частоты, и что такие излучения могут создавать помехи пассивным службам, включая радиоастрономическую службу, признавая, однако, что методы формирования спектра, которые широко применяются для повышения эффективности использования спектра, приводят к уменьшению излучения боковых полос;

m) что ограничения для излучений в области побочных излучений применяются к передатчикам в зависимости от:

- рассматриваемых служб радиосвязи и минимального защитного отношения, определенного в каждой полосе частот;
- обстановки, в которой может находиться передатчик (городская, пригородная, сельская и т. д.);
- типа передатчика;
- минимального расстояния от рассматриваемого передатчика до подверженного возможным помехам радиоприемника;
- всех возможных развязок между передающей антенной, создающей помехи на частоте приема, и принимающей антенной радиоприемника, включая модель распространения, поляризационную развязку и другие факторы обеспечения развязки;
- возможность появления побочного излучения передатчика во время работы приемника;
- факта работы передатчика или его нахождения в неактивном состоянии или одновременной работы передатчиков;

n) что некоторые космические станции имеют активные антенны и измерение мощности, подводимой к фидеру антенны, не может охватить излучения, образующиеся в антенне. Для таких космических станций администрации должны определить напряженность поля или п.п.м. на расстоянии, чтобы способствовать определению условий, когда излучение может создавать помехи другим разрешенным службам;

o) что излучения в области побочных излучений могут существовать во всем радиочастотном спектре, но практические сложности могут накладывать ограничение по частоте, выше которой их не требуется измерять;

р) что в Рекомендации МСЭ-R SM.1539 рассматриваются вопросы изменения границ между областями внеполосных и побочных излучений,

учитывая,

а) что исследования, проведения которых требует новый Вопрос МСЭ-R 222/1, одобренный Ассамблеей радиосвязи 2000 года, могут оказывать формальное и существенное влияние на основные определения, используемые в настоящей Рекомендации. Для отражения результатов этих исследований в будущем может потребоваться пересмотр данной Рекомендации,

рекомендует

при использовании ограничений на излучения в области побочных излучений и методов их измерения применять изложенные ниже положения:

1 Терминология и определения

Следующие термины и определения дополняют термины и определения, уже существующие в РР. (Определения, выделенные *курсивом*, являются прямыми выдержками из РР для полноты сведений).

1.1 Побочное излучение (Статья 1 РР, п. 1.145)

Излучение на частоте или частотах, расположенных за пределами необходимой ширины полосы, уровень которого может быть понижен без ущерба для соответствующей передачи информации. К побочным излучениям относятся гармонические излучения, паразитные излучения, продукты интермодуляции и частотных преобразований, но к ним не относятся внеполосные излучения.

1.1.1 Гармонические излучения

Побочные излучения на частотах, которые кратны излучениям на центральной частоте.

1.1.2 Паразитные излучения

Побочные излучения, случайно генерируемые на частотах, независимых ни от несущей, ни от центральной частот излучения, ни от частот колебаний, получаемых при генерации несущей или характеристической частоты.

1.1.3 Интермодуляционные продукты

Побочные интермодуляционные продукты, получаемые в результате интермодуляции между:

- колебаниями несущей, характеристической или гармонических частот излучения, или колебаниями, получающимися при генерации несущей, или характеристической частоты; и
- колебаниями того же происхождения от одного или нескольких других излучений, производимых той же передающей системой, или другими передатчиками или передающими системами.

1.1.4 Продукты частотных преобразований

Побочные излучения на частотах любых колебаний, генерируемых для получения несущей или характеристической частоты излучения, или кратных им, либо являющихся суммами или разностями частот, кратными им, не включающие гармонические излучения.

1.1.5 Широкополосное и узкополосное излучение относительно измерительного прибора

Широкополосное излучение – это излучение, которое имеет "ширину полосы большую, чем данный измерительный прибор или приемник" (см. Международный электротехнический словарь (IEV)/Международная электротехническая комиссия (IEC), п. 161-06-11).

Узкополосное излучение – это излучение, которое имеет "ширину полосы меньшую, чем данный измерительный прибор или приемник" (см. IEV/IEC, п. 161-06-13).

1.2 Внеполосное излучение (Статья 1 РР, п. 1.144)

Излучение на частоте или частотах, непосредственно примыкающих к необходимой ширине полосы частот, которое является результатом процесса модуляции, но не включает побочные излучения.

1.3 Нежелательные излучения (Статья 1 РР, п. 1.146)

Состоят из побочных излучений и внеполосных излучений.

1.3bis Область внеполосных излучений²

Диапазон частот непосредственно за пределами необходимой ширины полосы, за исключением области побочных излучений, в котором главным образом преобладают внеполосные излучения.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Внеполосные излучения, определяемые на основании их источника, возникают в области внеполосных излучений и, в меньшей мере, в области побочных излучений. Подобным образом побочные излучения могут возникать как в области внеполосных излучений, так и в области побочных излучений.

1.3ter Область побочных излучений²

Диапазон частот за пределами области внеполосных излучений, в котором главным образом преобладают побочные излучения.

1.4 Необходимая ширина полосы (Статья 1 РР, п. 1.152)

Ширина такой полосы частот, которая достаточна при данном классе излучения для обеспечения передачи информации с необходимой скоростью и качеством при определенных условиях.

Для передатчиков/ретрансляторов со многими несущими или многоканальных, когда несколько несущих могут передаваться одновременно с выхода оконечного усилителя или активной антенны, за необходимую ширину полосы принимается ширина полосы передатчика или ретранслятора с неравномерностью не более 3 дБ. Это не относится к базовым станциям служб подвижной связи или базовым станциям фиксированного беспроводного доступа, использующим технологии подвижной связи.

Для фиксированной службы при расчете необходимой ширины полосы фиксированных цифровых радиосистем со многими несущими следует использовать Рекомендацию МСЭ-R F.1191.

Для службы радиоопределения необходимая ширина полосы радаров с быстрой перестройкой частоты рассматривается как часть распределенной полосы, в которой находятся несущие частоты этих радаров.

1.5 Активное состояние передатчика

Это состояние передающей станции, при котором генерируется разрешенное излучение.

1.6 Неактивное или дежурное состояние передатчика

Это состояние передающей станции, при котором передатчик готов к передаче трафика, но не находится в активном состоянии.

² Термины "область внеполосных излучений" и "область побочных излучений" были введены для устранения некоторых несоответствий, существующих в настоящее время, с одной стороны, между определениями терминов "внеполосное излучение" и "побочное излучение" в Статье 1 РР и, с другой стороны, фактическим применением этих терминов в Приложении 3 РР, пересмотренном Всемирной конференцией радиосвязи (Стамбул, 2000 г.) (ВКР-2000). Ограничения на излучения в области внеполосных излучений и в области побочных излучений применяются соответственно ко всем нежелательным излучениям в областях внеполосных и побочных излучений.

Первичные радары не рассматриваются, как работающие в дежурном режиме, поскольку их передатчики находятся в активном состоянии во время работы. Импульсные радиолокационные системы также не считаются находящимися в дежурном режиме во время интервалов между импульсами. Системы связи с временным разделением сигналов не считаются находящимися в неактивном или дежурном состоянии в интервалах между временными сегментами.

2 Применение ограничений

2.1 Уровни излучений в области побочных излучений могут быть выражены в значениях пиковой мощности огибающей или в значениях средней мощности, подводимой передатчиком к фидерной линии антенны, на частотах рассматриваемого излучения в определенной эталонной полосе частот, зависящей от характера радиослужбы передатчика.

2.2 Кроме того, уровни излучений в области побочных излучений могут быть выражены в значениях напряженности поля или п.п.м. у поверхности Земли на частотах соответствующих излучений в области побочных излучений.

2.3 В соответствии с принципами, указанными в Приложении 3 РР, область побочных излучений главным образом состоит из частот, отстоящих от центральной частоты излучения на 250% (или более) необходимой ширины полосы излучения. Однако это частотное разнесение может зависеть от типа применяемой модуляции, максимальной скорости передачи в случае цифровой модуляции, типа передатчика и факторов координации частот. Например, для некоторых цифровых, широкополосных или импульсных систем для частотного разнесения может потребоваться значение, отличающееся от $\pm 250\%$. Поскольку РР запрещает любой радиослужбе создавать вредные помехи вне распределенной ей полосы, частоты передатчика должны определяться так, чтобы внеполосные излучения не создавали вредных помех вне распределенной полосы в соответствии с п. 4.5 РР.

Кроме того, для разнесения каналов вместо необходимой ширины полосы может использоваться значение $\pm 250\%$. Например, для координации частот цифровой фиксированной службы в Рекомендации МСЭ-R F.1191 рекомендуется использовать величину $\pm 250\%$ от разнесения каналов соответствующей схемы распределения радиочастотных каналов в качестве частотных границ между областями внеполосных и побочных излучений.

В случае очень узкой или широкой полосы частот этот метод определения области побочных излучений может быть неприменим; дальнейшие руководящие указания на этот счет приведены в Рекомендации МСЭ-R SM.1539.

Дополнительные сведения относительно необходимой ширины полосы, требуемой для определения границы между областями внеполосных и побочных излучений, содержатся в п. 2.3 раздела *рекомендует* Рекомендации МСЭ-R SM.1541.

2.4 В случае если к одной антенне передающей системы подключено более одного передатчика, ограничения, определенные в п. 3, должны применяться, насколько это возможно, к интермодуляционным продуктам, связанным с применением нескольких передатчиков.

2.5 Ограничения на излучения в области побочных излучений для радиооборудования следует считать применимыми в диапазоне от 9 кГц до 300 ГГц.

Однако, исключительно для практических задач проведения измерений, частотный диапазон области побочных излучений может быть сокращен. В качестве руководства для практических целей обычно рекомендуется использовать частотные диапазоны измерений, приведенные в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Диапазоны частот для измерения нежелательных излучений

Диапазон основной частоты	Диапазон частот для измерений	
	Нижний предел	Верхний предел (проверка должна включать весь диапазон гармоник, не заканчиваясь точно на указанной верхней граничной частоте)
9 кГц – 100 МГц	9 кГц	1 ГГц
100 МГц – 300 МГц	9 кГц	10-я гармоника
300 МГц – 600 МГц	30 МГц	3 ГГц
600 МГц – 5,2 ГГц	30 МГц	5-я гармоника
5,2 ГГц – 13 ГГц	30 МГц	26 ГГц
13 ГГц – 150 ГГц	30 МГц	2-я гармоника
150 ГГц – 300 ГГц	30 МГц	300 ГГц

В некоторых случаях для защиты определенных служб потребуется расширение диапазона испытательных частот для систем с основной частотой выше 13 ГГц до 3-й или более высокой гармоники. Параметры в таблице 1 отражают возрастающую практическую сложность проведения испытаний из-за повышения частоты традиционных методов микроволновых измерений, описанных в Приложении 2, до частот выше 110 ГГц. На таких и более высоких частотах может быть практически в большей степени осуществимо применение болометрических методов измерения, используемых на частотах инфракрасного излучения. Например, для бортовых радаров, работающих на частоте 76–77 ГГц, измерение 3-й гармоники необходимо проводить на частоте около 220 ГГц, и при этом традиционные методы микроволновых измерений, вероятно, не подходят.

В любом случае системы, имеющие встроенную антенну с волноводной секцией или антенну, подключенную таким образом (причем их невозмущенная длина равна по меньшей мере двукратной критической длине волны), не требуют измерения излучений в области побочных излучений на частотах ниже 0,7 от критической частоты волновода.

2.6 Излучение в области побочных излучений от любой части установки, кроме антенной системы (антенны и ее фидера), не должно оказывать большее воздействие, чем то, которое могло бы быть получено, если бы на эту антенную систему подводилась максимально допустимая мощность на этой частоте области побочных излучений.

2.7 Переходные излучения, вызванные переключениями в системах многостанционного доступа с временным разделением каналов (TDMA), по возможности должны соответствовать требованиям по подавлению излучения в области побочных излучений.

3 Ограничения излучений в области побочных излучений

3.1 Такие ограничения должны улучшать работу служб радиосвязи во всех диапазонах.

3.2 Для оценки излучений в области побочных излучений должны применяться различные единицы, а также переводная таблица, приведенная в Приложении 1.

3.3 Определения категорий, на которые разделяются ограничения излучений в области побочных излучений, приведены ниже, включая ограничения в Приложении 3 РР, примеры более строгих ограничений и ограничения, накладываемые на оборудование информационных технологий (ИТ-оборудование).

Категория А	Ограничения категории А – это значения затухания, используемые для расчета максимально допустимых уровней мощности излучений в области побочных излучений. Приложение 3 РР составлено из ограничений категории А. Эти ограничения приведены в п. 4.2.
Категория В	Ограничения категории В являются примером более строгих ограничений на излучения в области побочных излучений, чем ограничения категории А. Они основаны на ограничениях, определенных и принятых в Европе и используемых в некоторых других странах. Эти ограничения приведены в п. 4.3.
Категория С	Ограничения категории С являются примером более строгих ограничений на излучения в области побочных излучений, чем ограничения категории А. Они основаны на ограничениях, определенных и принятых в Соединенных Штатах Америки и Канаде и используемых в некоторых других странах. Эти ограничения приведены в п. 4.4.
Категория D	Ограничения категории D являются примером более строгих ограничений на излучения в области побочных излучений, чем ограничения категории А. Они основаны на ограничениях, определенных и принятых в Японии и используемых в некоторых других странах. Эти ограничения приведены в п. 4.5.
Категория Z	Ограничения на излучение для ИТ-оборудования, определенные Международным специальным комитетом по радиопомехам (СИСПР). Эти ограничения приведены в п. 4.6.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Ограничения категорий В, С и D более строгие, чем ограничения категории А, и каждое из них является компромиссом между низким уровнем нежелательных излучений и стоимостью оборудования. В настоящее время все эти ограничения успешно применяются в качестве национальных или региональных регламентарных положений, в том числе в районах, имеющих высокую плотность радиосвязи, где используется оборудование, представляющее значительную часть производственной базы радиосвязи.

Таблицы ограничений на уровне излучений (см. п. 4 раздела *рекомендует*) представляют рекомендованные ограничения для каждой из этих категорий, распределенные по полосам частот и по типам передатчиков для защиты всех служб радиосвязи.

4 Таблицы ограничений уровня излучения

4.1 Рекомендованные значения эталонной ширины полосы частот

Эталонная ширина полосы частот (далее: эталонная полоса частот) – это полоса, в которой определяются уровни излучения в области побочных излучений. Рекомендуется использовать следующие значения эталонной полосы частот:

- 1 кГц в диапазоне от 9 до 150 кГц;
- 10 кГц в диапазоне от 150 кГц до 30 МГц;
- 100 кГц в диапазоне от 30 МГц до 1 ГГц;
- 1 МГц на частотах свыше 1 ГГц.

Как особый случай, для всех излучений в области побочных излучений в космических службах должна использоваться эталонная полоса частот 4 кГц.

Для ограничений категории В, применяемых в отношении фиксированной службы и сухопутной подвижной службы, определена более узкая эталонная полоса частот, расположенная ближе к несущей.

Значения эталонной полосы частот, требуемые для правильного измерения излучений в области побочных излучений от радаров, должны вычисляться для каждой отдельной радарной системы и должны применяться методы измерений, данные в Рекомендации МСЭ-R М.1177.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Эталонная полоса частот – это полоса, в которой устанавливаются ограничения уровней излучения в области побочных излучений, а не полоса, в которой необходимо измерять уровни излучения в области побочных излучений. В Приложении 2 описывается ширина полосы по разрешению, в которой необходимо измерять излучения в области побочных излучений. В качестве общего руководящего принципа

ширина полосы по разрешению должна быть равна эталонной полосе. Однако для повышения точности, чувствительности и эффективности измерений ширина полосы по разрешению может отличаться от эталонной полосы частот, как описано в Приложении 2.

4.2 Ограничения категории А

В таблице 2 указываются максимально допустимые уровни излучений в области побочных излучений, приведенные в Приложении 3 РР, в значениях мощности любой компоненты нежелательного излучения, подводимой передатчиком к фидеру антенны, за исключением ограничений для космических служб, которые в настоящее время являются расчетными; даты реализации для службы радиоопределения; станций дальнего космоса и любительских станций. Некоторые примечания в Приложении 3 содержат конкретные инструкции по применению этих ограничений.

Излучения в области побочных излучений от любой части установки, кроме антенны и ее фидера, не должны оказывать воздействие большее, чем то, которое могло бы быть получено, если бы на антенну была подана максимально допустимая мощность на частоте данного излучения в области побочных излучений.

По техническим или эксплуатационным причинам для защиты конкретных служб в некоторых полосах частот могут применяться более строгие уровни, чем указанные в таблице 2. Уровни, применяемые для защиты таких служб, должны быть согласованы на соответствующей всемирной конференции по радиосвязи (ВКР). Более строгие уровни могут быть также зафиксированы специальными соглашениями между заинтересованными администрациями. Кроме того, требуется специальное рассмотрение излучений в области побочных излучений передатчиков для защиты радиоастрономии и других пассивных служб.

Примеры расчетов и максимальные абсолютные уровни мощности излучений в области побочных излучений согласно ограничениям категории А, полученные с помощью величин из таблицы 2, можно найти в Приложении 5.

ТАБЛИЦА 2

Ограничения уровней излучений в области побочных излучений – Категория А

(Рекомендованные величины затухания, используемые для расчета максимальных допустимых уровней мощности излучений в области побочных излучений, предназначенных для применения с радиооборудованием во всех странах)

Категория службы в соответствии со Статьей 1 РР или тип оборудования ^{(1), (2)}	Затухание (дБ) ниже уровня мощности (Вт), подводимой к фидеру антенны
Все службы, кроме приведенных ниже	$43 + 10 \log P$, или 70 дБн, применяется менее строгое значение
Космические службы (подвижные земные станции) ^{(3), (4)}	$43 + 10 \log P$, или 60 дБн, применяется менее строгое значение
Космические службы (фиксированные земные станции) ^{(3), (4)}	$43 + 10 \log P$, или 60 дБн, применяется менее строгое значение
Космические службы (космические станции) ^{(3), (5), (6)}	$43 + 10 \log P$, или 60 дБн, применяется менее строгое значение
Радиоопределение ⁽⁷⁾	$43 + 10 \log PEP$, или 60 дБ, применяется менее строгое значение
Телевизионное вещание ⁽⁸⁾	$46 + 10 \log P$, или 60 дБн, применяется менее строгое значение, не превышающее абсолютный средний уровень мощности 1 мВт для ОВЧ-станций или 12 мВт для УВЧ-станций. Однако в некоторых случаях может потребоваться большее затухание
ЧМ-радиовещание	$46 + 10 \log P$, или 70 дБн, применяется менее строгое значение, не превышающее абсолютный средний уровень мощности 1 мВт
Радиовещание в диапазоне СЧ/ВЧ	50 дБн, значение не должно превышать абсолютный средний уровень мощности 50 мВт

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

Категория службы в соответствии со Статьей 1 РР или тип оборудования ^{(1), (2)}	Затухание (дБ) ниже уровня мощности (Вт), подводимой к фидеру антенны
Подвижные станции, использующие ОБП ⁽⁹⁾	43 дБ ниже PEP
Любительские службы, работающие на частотах ниже 30 МГц (включая ОБП) ⁽⁹⁾	43 + 10 log PEP, или 50 дБ, применяется менее строгое значение
Службы, работающие на частотах ниже 30 МГц, кроме космических служб, служб радиоопределения, радиовещания, служб, использующих подвижные станции ОБП, и любительских станций ⁽⁹⁾	43 + 10 log X, или 60 дБн, применяется менее строгое значение, где: X = PEP для модуляции ОБП X = P для других типов модуляции
Маломощные радиоустройства ⁽¹⁰⁾	56 + 10 log P, или 40 дБн, применяется менее строгое значение
Радиомаяки – указатели места бедствия (EPIRB), аварийные передатчики местоположения (ELT), индивидуальные радиомаяки (PLB), ретрансляторы поиска и спасения (SART), передатчики судовые аварийные, передатчики спасательных шлюпок и спасательных средств, передатчики сухопутной, воздушной или морской служб, используемые в чрезвычайных ситуациях	Нет ограничений

Примечания к таблице 2:

P: средняя мощность (Вт) в фидерной линии антенны согласно п. 1.158 РР. При использовании импульсной передачи средняя мощность P и средняя мощность любых излучений в области побочных излучений измеряются путем усреднения мощности в течение длительности импульса.

PEP: пиковая мощность огибающей (Вт) в фидерной линии антенны согласно п. 1.157 РР.

При использовании термина P мощность, подводимую к фидеру антенны, и мощность излучений в области побочных излучений необходимо оценивать в единицах средней мощности и средней мощности в эталонной полосе соответственно. При использовании термина PEP мощность, подводимую к фидеру антенны, и мощность излучений в области побочных излучений необходимо оценивать в единицах максимальной мощности огибающей и максимальной мощности, огибающей в эталонной полосе, соответственно. Однако, если измерение излучений в области побочных излучений в единицах PEP представляет трудность из-за характера излучения в области побочных излучений (например, Гауссова шума), допускается оценивать как мощность, подводимую к фидеру антенны, так и мощность излучения в области побочных излучений в единицах средней мощности (см. Приложение 2).

дБн: величина в децибелах относительно мощности излучения немодулированной несущей. В случае отсутствия несущей, например, в некоторых схемах цифровой модуляции, когда несущая недоступна для измерения, опорным уровнем, эквивалентным дБн, является величина в децибелах относительно средней мощности P.

(1) В некоторых случаях при использовании цифровой модуляции и узкополосных передатчиков высокой мощности для всех категорий служб могут возникнуть трудности при поддержании ограничений вблизи пределов $\pm 250\%$ необходимой ширины полосы.

(2) При возникновении практических сложностей с доступом к точке перехода между передатчиком и фидерной линией антенны следует использовать метод э.и.м., описанный в п. 3.3 Приложения 2.

(3) Ограничения уровней излучений в области побочных излучений для всех космических служб указываются в эталонной полосе 4 кГц.

(4) Земные станции любительской спутниковой службы, работающие на частотах ниже 30 МГц, относятся к категории служб "Любительские службы, работающие на частотах ниже 30 МГц (включая ОБП)".

Примечания к таблице 2 (окончание):

- (5) В случае если один спутник работает с более чем одним ретранслятором в одной и той же зоне обслуживания и при рассмотрении ограничений уровней излучений в области побочных излучений, указанных в таблице 2, частота излучения в области побочных излучений от одного ретранслятора может совпасть с частотой передачи второго ретранслятора. В этих случаях уровень излучений в области побочных излучений от первого ретранслятора значительно превышает уровень излучений в области основного излучения или внеполосных излучений второго ретранслятора. По этой причине ограничения не должны применяться к тем излучениям в области побочных излучений одного ретранслятора спутника, которые попадают или в необходимую ширину полосы, или в область внеполосных излучений другого ретранслятора этого спутника в той же зоне обслуживания (см. Приложение 3 РР).
- (6) Космические станции службы космических исследований, предназначенные для работы в дальнем космосе согласно определению в п. 1.177 РР, освобождаются от ограничений уровня излучений в области побочных излучений.
- (7) Что касается систем радиоопределения (радаров согласно определению в п. 1.100 РР), то затухание (в дБ) излучения в области побочных излучений должно определяться для уровней непосредственного излучения, а не в фидерной линии антенны. Метод измерения для определения уровней непосредственного излучения в области побочных излучений радиолокационных систем должен соответствовать Рекомендации МСЭ-R М.1177.
- (8) Для аналоговых телевизионных передач средний уровень мощности определяется при заданной модуляции видеосигналом. Этот видеосигнал должен быть выбран таким образом, чтобы в фидерную линию антенны поступал максимальный уровень средней мощности (например, при уровне гашения видеосигнала для телевизионных сигналов с отрицательной модуляцией).
- (9) Все классы излучения, использующие ОБП, относятся к категории "ОБП".
- (10) Маломощные радиоустройства, имеющие максимальную выходную мощность менее 100 мВт и предназначенные для связи на короткие расстояния или для целей управления. (Такое оборудование в целом освобождается от индивидуального лицензирования).

4.3 Ограничения категории В

В таблице 3 в единицах уровня мощности указаны максимально допустимые уровни излучений в области побочных излучений от любой нежелательной компоненты, подводимой передатчиком к фидеру антенны, для оборудования категории В. Для всех служб/систем, не включенных в эту таблицу, применяются ограничения категории А.

ТАБЛИЦА 3

Ограничения категории В

(См. определения в п. 3.3 раздела *рекомендует*)

Тип оборудования	Ограничения
Фиксированная служба ^{(1), (2)}	-50 дБм для $30 \text{ МГц} \leq f < 21,2 \text{ ГГц}$ ⁽³⁾ -30 дБм для $21,2 \text{ ГГц} \leq f <$ (см. п. 2.5 раздела <i>рекомендует</i>) ⁽³⁾
Фиксированная служба – оконечная станция (удаленная станция с интерфейсами абонентского оборудования) ⁽¹⁾	-40 дБм для $30 \text{ МГц} \leq f < 21,2 \text{ ГГц}$ ⁽³⁾ -30 дБм для $21,2 \text{ ГГц} \leq f <$ (см. п. 2.5 раздела <i>рекомендует</i>) ⁽³⁾
Системы широкополосного беспроводного доступа (ШБД) ⁽¹⁰⁾ , работающие между 1 ГГц и 6 ГГц (все передающие станции)	-36 дБм для $9 \text{ кГц} \leq f < 1 \text{ ГГц}$ ⁽⁴⁾ -30 дБм для $1 \text{ ГГц} \leq f <$ (см. п. 2.5 раздела <i>рекомендует</i>) ⁽⁴⁾
Сухопутная подвижная служба (мобильные устройства и базовые станции)	-36 дБм для $9 \text{ кГц} \leq f < 30 \text{ МГц}$ -36 дБм для $30 \text{ МГц} \leq f < 1 \text{ ГГц}$ ⁽⁴⁾ -30 дБм для $1 \text{ ГГц} \leq f <$ (см. п. 2.5 раздела <i>рекомендует</i>) ⁽⁴⁾
VSAT (Терминал с очень малой апертурой)	См. ограничения в Рекомендации МСЭ-R S.726
ЧМ-радиовещание	$87,5 \text{ МГц} \leq f \leq 137 \text{ МГц}$: -36 дБм для $P < 9 \text{ дБВт}$ 75 дБн для $9 \text{ дБВт} \leq P < 29 \text{ дБВт}$ -16 дБм для $29 \text{ дБВт} \leq P < 39 \text{ дБВт}$ 85 дБн для $39 \text{ дБВт} \leq P < 50 \text{ дБВт}$ -5 дБм для $50 \text{ дБВт} \leq P$ $30 \text{ МГц} < f < 87,5 \text{ МГц}$ и $137 \text{ МГц} < f <$ (см. п. 2.5 раздела <i>рекомендует</i>): -36 дБм для $P < 4 \text{ дБВт}$ 70 дБн для $4 \text{ дБВт} \leq P < 40 \text{ дБВт}$ 0 дБм для $40 \text{ дБВт} \leq P$
Радиолокационные системы службы радиоопределения ^{(5), (6)} : Фиксированные станции радиоопределения ⁽⁷⁾ (за исключением многочастотных радаров, радаров с активными антенными решетками ⁽⁸⁾ и метеорологических радаров) Метеорологические радары (за исключением РЛС ветрового профиля)	Абсолютные уровни (дБм в РЕР в эталонной полосе частот) или затухание (дБ) ниже мощности (РЕР) (применяется менее строгое значение): -30 дБм или 100 дБ -30 дБм или 100 дБ для $\text{РЕР} \leq 150 \text{ кВт}$ -30 дБм или 90 дБ для $\text{РЕР} \leq 150 \text{ кВт}$ ⁽⁹⁾
Устройства для связи на короткие расстояния, работающие на частотах ниже 30 МГц	$29 - 10 \log(f(\text{кГц})/9)$ дБ(мкА/м) на расстоянии 10 м для $9 \text{ кГц} < f < 10 \text{ МГц}$ -1 дБ(мкА/м) на расстоянии 10 м для $10 \text{ МГц} < f < 30 \text{ МГц}$ -36 дБм для $30 \text{ МГц} \leq$ кроме частот ниже $< 1 \text{ ГГц}$ -54 дБм для f в диапазонах 47–74 МГц, 87,5–118 МГц, 174–230 МГц, 470–862 МГц -30 дБм для $1 \text{ ГГц} \leq f <$ (см. п. 2.5 раздела <i>рекомендует</i>)

ТАБЛИЦА 3 (окончание)

Тип оборудования	Ограничения	
Устройства для связи на короткие расстояния, работающие на частотах выше 30 МГц, локальные радиосети (RLAN), оборудование гражданской полосы (СВ): беспроводные телефоны и радиомикрофоны	-36 дБм -54 дБм -30 дБм	для $9 \text{ кГц} \leq$ кроме частот ниже $< 1 \text{ ГГц}$ для f в диапазонах 47–74 МГц, 87,5–118 МГц, 174–230 МГц, 470–862 МГц для $1 \text{ ГГц} \leq f <$ (см. п. 2.5 раздела <i>рекомендует</i>)

Примечания к таблице 3:

P: средняя мощность (Вт) в фидерной линии антенны согласно п. 1.158 РР. При использовании импульсной передачи средняя мощность *P* и средняя мощность любых излучений в области побочных излучений измеряются путем усреднения мощности в течение длительности импульса.

Излучения в области побочных излучений должны оцениваться в единицах средней мощности, за исключением службы радиоопределения, для которой излучения в области побочных излучений необходимо оценивать в единицах РЕР. Однако, если измерение излучения в области побочных излучений в единицах РЕР представляет трудность из-за характера излучения в области побочных излучений (например, Гауссова шума), допускается оценивать как мощность, подводимую к фидеру антенны, так и мощность излучения в области побочных излучений в единицах средней мощности (см. Приложение 2).

f: частота излучений в области побочных излучений.

- (1) Системы фиксированного беспроводного доступа (ФБД), использующие технологии подвижной связи сотового типа, описанные в Рекомендации МСЭ-R F.757, когда администрации допускают их использование в тех же полосах частот, которые предоставлены на локальной основе системам сухопутной подвижной связи или ФБД, использующих специальную технологию сухопутной подвижной связи, должны подчиняться ограничениям на уровни излучений в области побочных излучений для сухопутной подвижной службы.
- (2) Ограничения категории А применяются к фиксированным службам на ВЧ.
- (3) Уменьшение эталонной полосы частот допускается по обе стороны от излучения на расстоянии 250% необходимой ширины полосы (см. Приложение 6).
- (4) Уменьшение эталонной полосы частот допускается по обе стороны от излучения на расстоянии 250% необходимой ширины полосы (см. Приложение 7).
- (5) Что касается систем радиоопределения (радаров согласно определению в п. 1.100 РР), то затухание (в дБ) уровня излучений в области побочных излучений должно определяться для уровней непосредственного излучения, а не в фидерной линии антенны. Метод измерения для определения уровней непосредственного излучения в области побочных излучений радиолокационных систем должен соответствовать Рекомендации МСЭ-R M.1177.
- (6) Европейские и некоторые другие страны приняли решение, что, насколько их касается, ограничения на уровни излучения в области побочных излучений категории В для радиолокационных систем должны применяться к передатчикам, используемым в этих странах и установленным после 1 января 2006 года, за исключением ограничений для метеорологических радаров, для которых датой применения является 1 января 2012 года.
- (7) На основе рассмотрения конкретных станций администрации могут разрешать применение морского мобильного радиолокационного оборудования на фиксированных установках (например, радаров служб движения судов), используя соответствующие ограничения для мобильных радаров.
- (8) Соответствующие региональные органы должны провести дополнительные исследования, причем любые помехи следует устранять для каждого конкретного случая.
- (9) На основе рассмотрения конкретных станций администрации могут решить, принимая во внимание потенциальные трансграничные вопросы совместимости, где это уместно, развернуть метеорологические радары в полосе 2700–2900 МГц с пиковой мощностью свыше 750 кВт и ослабленными пределами побочных излучений. Требуется дополнительные исследования для определения возможного ослабления, касающегося предела побочных излучений в 90 дБ.
- (10) Системы широкополосного беспроводного доступа (ШБД) используются для развертывания сетей радиодоступа как в фиксированной службе, так и в подвижной службе на одной и той же платформе. Как правило, они работают на частотах до 6 ГГц и считается, что они используют оконечные станции с усилением антенны менее примерно 20 дБи.

4.4 Ограничения категории С

В таблице 4 в единицах уровня мощности указаны максимально допустимые уровни излучений в области побочных излучений от любой побочной компоненты, подводимой передатчиком к фидеру антенны, для оборудования категории С. Для всех служб/систем, не включенных в эту таблицу, применяются ограничения категории А.

ТАБЛИЦА 4
Ограничения категории С
(См. определения в п. 3.3 раздела *рекомендует*)

Тип оборудования	Затухание ниже мощности, подводимой к фидеру антенны ⁽¹⁾
Сухопутная подвижная служба (150–174 МГц и 421–512 МГц)	50 + 10 log P , или 70 дБн, для каналов 12,5 кГц, применяется менее строгое значение 55 + 10 log P , или 65 дБн, для каналов 6,5 кГц, применяется менее строгое значение
Воздушная телеметрия ⁽²⁾	55 + 10 log P
Радиовещание в диапазоне ВЧ	80 дБн
Радиовещание с АМ и ЧМ	43 + 10 log P , или 80 дБн, применяется менее строгое значение
Негеостационарные подвижные земные терминалы (подвижная спутниковая служба, 1 610–1 660,5 МГц (ограничения применяются к излучениям в области побочных излучений в полосе 1 559–1 605 МГц)) ⁽³⁾	э.и.и.м. –70 дБ(Вт/МГц); и э.и.и.м. –80 дБВт в любой полосе шириной 300 Гц

P : средняя мощность (Вт) в фидерной линии антенны согласно п. 1.158 РР. При использовании импульсной передачи средняя мощность P и средняя мощность любых излучений в области побочных излучений измеряются путем усреднения мощности в течение длительности импульса.

(1) Для подвижных земных терминалов указанные ограничения представляют абсолютные уровни э.и.и.м., а не затухание.

(2) В качестве особого случая эталонная полоса частот должна составлять 3 кГц.

(3) Внесено предложение.

4.5 Ограничения категории D

В таблице 5 в единицах уровня мощности указаны максимально допустимые уровни излучений в области побочных излучений от любой нежелательной компоненты, подводимой передатчиком к фидеру антенны, для оборудования категории D. Для всех служб/систем и диапазонов выходной мощности, не включенных в эту таблицу, применяются ограничения категории А.

ТАБЛИЦА 5

Ограничения категории D

(См. определения в п. 3.3 раздела *рекомендует*)

Тип оборудования	Ограничения
Фиксированная служба $30 \text{ МГц} < f_0 \leq 335,4 \text{ МГц}$ $335,4 \text{ МГц} < f_0 \leq 470 \text{ МГц}$	60 дБн для $P < 50 \text{ Вт}$ 0 дБм для $10 \text{ кВт} \leq P$ -26 дБм для $P < 25 \text{ Вт}$ 70 дБн для $25 \text{ Вт} \leq P < 10 \text{ кВт}$ 0 дБм для $10 \text{ кВт} \leq P$
Морская подвижная служба ⁽¹⁾ $30 \text{ МГц} < f_0 \leq 335,4 \text{ МГц}$	$146 \text{ МГц} < f \leq 162,0375 \text{ МГц}$ -26 дБм для $P < 20 \text{ Вт}$ 69 дБн для $20 \text{ Вт} \leq P < 400 \text{ Вт}$ $f \leq 146 \text{ МГц}$ и $162,0375 \text{ МГц} < f$ -20 дБм для $P < 20 \text{ Вт}$ 63 дБн для $20 \text{ Вт} \leq P < 100 \text{ Вт}$
Воздушная подвижная служба ⁽²⁾ $118 \text{ МГц} < f_0 \leq 142 \text{ МГц}$ $335,4 \text{ МГц} < f_0 \leq 470 \text{ МГц}$ $830 \text{ МГц} < f_0 \leq 887 \text{ МГц}^{(2)}$	-16 дБм для $P \leq 25 \text{ Вт}$ 60 дБн для $P < 50 \text{ Вт}$ 0 дБм для $10 \text{ кВт} \leq P$ -26 дБм для $P \leq 25 \text{ Вт}$ 70 дБн для $25 \text{ Вт} < P$
ОБП (фиксированные и сухопутные станции, за исключением береговых станций) $f_0 \leq 30 \text{ МГц}$	50 дБн для $P < 5 \text{ Вт}$
Сухопутная подвижная служба (аналоговые системы для переносных/автомобильных телефонов) (цифровые беспроводные телефоны и система для персональных портативных телефонов (PHS)) $1 893,65 \text{ МГц} < f_0 \leq 1 919,45 \text{ МГц}$	60 дБн для $P < 50 \text{ Вт}$ $1 893,5 \text{ МГц} < f \leq 1 919,6 \text{ МГц}$ -36 дБм $f \leq 1 893,5 \text{ МГц}$ и $1 919,6 \text{ МГц} < f$ -26 дБм

P : средняя мощность (Вт) в фидерной линии антенны согласно п. 1.158 РР. При использовании импульсной передачи средняя мощность P и средняя мощность любых излучений в области побочных излучений измеряются путем усреднения мощности в течение длительности импульса.

f : частота излучений в области побочных излучений.

f_0 : основная частота.

⁽¹⁾ Для излучения F3E и для судовых станций или бортовых станций связи.

⁽²⁾ Для радиотелефонии воздушных судов.

4.6 Ограничения категории Z

В таблице 6 содержатся ограничения категории Z для ИТ-оборудования класса А (промышленного) и В (бытового). Оборудование категории Z по определению является ИТ-оборудованием с функцией радиопередачи. Если ИТ-модуль оборудования отсоединяется и работает независимо, то каждая часть оборудования должна проверяться отдельно на соответствие подходящим ограничениям уровней излучений в области побочных излучений согласно МСЭ-R или ограничениям согласно СИСПР. Если ИТ-модуль оборудования не может работать независимо, то следует использовать ограничения категории А, В, С или D согласно МСЭ-R при проверке в режиме передачи либо ограничения согласно СИСПР при испытании в дежурном или неактивном режиме. Значения взяты из Публикации СИСПР № 22.

ТАБЛИЦА 6

Ограничения категории Z

(Ограничения уровней излучения ИТ-оборудования, установленные СИСПР)

Частота (МГц)	E_{max} (дБ(мкВ/м))	Расстояние измерения (м)	Соответствующий уровень э.и.и.м. (дБм)
Класс А: применяется для ИТ-оборудования, предназначенного для промышленных условий			
30–230	40 ⁽¹⁾	10	–49
230–1 000	47 ⁽¹⁾	10	–42
1 000–3 000	76 ⁽²⁾	3	–23
3 000–6 000	80 ⁽²⁾	3	–19
Класс В: применяется для ИТ-оборудования, предназначенного для бытовых условий			
30–230	30 ⁽¹⁾	10	–59
230–1 000	37 ⁽¹⁾	10	–52
1 000–3 000	70 ⁽²⁾	3	–29
3 000–6 000	74 ⁽²⁾	3	–25

Для переходных частот применяются нижние пределы, указанные в таблице 6.

⁽¹⁾ Квазипиковые ограничения.

⁽²⁾ Пиковые ограничения.

Преобразование в единицы э.и.и.м. проводится для справочных целей с учетом предположения, что максимальная напряженность поля измеряется в полубезэховой камере или на открытой испытательной площадке в соответствии с методом измерения СИСПР. Эта величина примерно на 4 дБ выше, чем при измерении в условиях свободного пространства (это значение согласуется с исследованиями СИСПР).

5 Метод измерения

Методы измерения излучений в области побочных излучений подробно описываются в Приложении 2.

6 Защита радиоастрономической службы и космических служб, использующих пассивные датчики

При применении ограничений на уровни излучений в области побочных излучений необходимо учитывать критерии защиты радиоастрономической службы, спутниковой службы исследования Земли и метеорологической спутниковой службы, использующих пассивные датчики. Все эти службы могут быть особенно чувствительны к помехам.

6.1 Радиоастрономическая служба

Радиоастрономия из-за пассивного характера ее деятельности и из-за чувствительности ее измерений требует специального рассмотрения того, что касается излучений в области побочных излучений; радиоастрономы постоянно имеют дело с отношениями сигнал/шум от -30 до -60 дБ за счет применения длительных интервалов интеграции. Администрациям настоятельно рекомендуется, насколько это практически возможно, учитывать необходимость избежания излучений в области побочных излучений, которые могут создавать помехи радиоастрономическому оборудованию, работающему в соответствии со Статьей 29 РР. При введении в эксплуатацию новых спутниковых служб администрациям настоятельно рекомендуется учитывать тот факт, что передатчики на спутниках могут создавать сильные помехи радиоастрономическому оборудованию своими побочными и внеполосными излучениями, включая дальние боковые полосы, возникающие вследствие применения методов цифровой модуляции. Необходимо учитывать указанные в Рекомендации МСЭ-R RA.769 пороговые уровни помех, создаваемых радиоастрономическому оборудованию. Выдержка из таблицы Рекомендации МСЭ-R RA.769 содержится в Приложении 3. Уровни в этой таблице приведены для справочных целей и не предназначены для общего применения в качестве обязательных ограничений.

Если ограничения уровней нежелательного излучения передатчиков на поверхности Земли не обеспечивают достаточной защиты радиоастрономического оборудования, в некоторых случаях можно добиться ослабления помех, например, за счет экранирования местностью, определения администрациями координационных, защитных или исключительных зон, а также использования других положений Статей 15 и 29 РР касательно радиоастрономических обсерваторий.

6.2 Спутниковая служба исследования Земли и метеорологическая спутниковая служба, использующие пассивные датчики

Пассивное дистанционное зондирование со спутников становится все более важным способом измерения атмосферных параметров, включая температуру, содержание водяных паров, концентрацию озона и других газов, а также исследования поверхности Земли. Рекомендация МСЭ-R SA.1029 содержит пороговые уровни помех для спутникового пассивного дистанционного зондирования. Выдержка из Рекомендации МСЭ-R SA.1029 содержится в Приложении 3. Уровни в этой таблице приведены для справочных целей и не предназначены для применения в качестве обязательных ограничений.

Приложение 1

Выражение и единицы излучений в области побочных излучений

1 Выражение уровней излучений в области побочных излучений

Уровни излучений в области побочных излучений обычно выражаются в единицах мощности, напряженности поля, измеренной на заданном расстоянии, или плотности потока мощности п.п.м., также измеренной на заданном расстоянии. Все эти измерения выполняются в заданной ширине полосы.

Даже если напряженность поля на заданном расстоянии от передающей антенны является более важной величиной для оценки и измерения уровней излучений в области побочных излучений, для временной оценки радиопомех и электромагнитной совместимости считается достаточным определение параметров мощности передатчиков.

1.1 Значения мощности

Многие выражения, связанные с излучаемой мощностью, полезны для оценки излучений в области побочных излучений. Всем им присущи преимущества и недостатки, связанные с современными возможностями измерений, а также с интерпретацией измеренных величин.

1.1.1 Мощность, подводимая к антенне (м.п.а.)

Часто используется на частотах ниже 30 МГц и для оборудования, работающего на частотах выше 30 МГц и имеющего антенный разъем; это значение мощности обычно легко измерить, за исключением случаев, когда передатчик имеет встроенную антенну или в системах высокой мощности в диапазонах КНЧ/НЧ.

Это измеренное значение мощности представляет фактическую способность передатчика подводить побочные сигналы к антенне, но оно не учитывает саму антенну и ее способность излучать радиоволны на частотах, отличающихся от тех, для которых она спроектирована.

1.1.2 Эквивалентная изотропная излучаемая мощность (э.и.и.м.)

В основном используется на частотах выше 30 МГц (чаще всего выше 80 МГц), это значение мощности дает более точное представление о способности передающей системы (включая антенну) излучать нежелательные сигналы и, возможно, создавать вредные помехи для других радиослужб. Соотношение между мощностью на входе или разьеме антенны и э.и.и.м. нелегко установить, поскольку характеристики антенн за пределами их расчетного диапазона обычно неизвестны.

Для оборудования, имеющего встроенные антенны, это основной известный параметр мощности, характеризующий излучения в области побочных излучений.

1.1.3 Эффективная излучаемая мощность (э.и.м.)

Единственное отличие от э.и.и.м. заключается в том, что э.и.м. относится к излучению настроенного полуволнового симметричного вибратора вместо изотропной антенны. Между э.и.и.м. и э.и.м. существует постоянная разница в 2,15 дБ.

$$\text{э.и.и.м. (дБм)} = \text{э.и.м. (дБм)} + 2,15.$$

1.2 Напряженность поля

Напряженность мешающего поля, E или H , на антенне приемника, подверженного действию помех, в принципе является необходимой характеристикой для определения влияния излучений в области побочных излучений. Однако соотношение между э.и.и.м. и напряженностью поля во всех возможных ситуациях довольно трудно определить из-за особенностей распространения радиоволн и других явлений радиосвязи (дифракция на зданиях, маскирующие эффекты и т. д.), даже если при установлении ограничений на уровне излучений в области побочных излучений учитываются только основные или худшие сценарии, которые могут возникнуть.

Напряженность поля является величиной, которая обычно измеряется на испытательной площадке на заданном расстоянии. Для измерения электромагнитных возмущений и помех от непреднамеренно излучающих устройств, и в частности от ИТ-оборудования, СИСПР рекомендует проводить типовые измерения напряженности поля на расстоянии 10 м на калиброванной открытой испытательной площадке (OATS) с горизонтальной отражающей поверхностью.

1.3 Плотность потока мощности (п.п.м.)

Уровень п.п.м. обычно оценивается и измеряется на частотах выше 1 ГГц для линий спутниковой радиосвязи и радиоастрономии.

2 Единицы

2.1 Единицы мощности

Несмотря на то, что в Международной системе (IS) в качестве единицы мощности используется Ватт (Вт), в публикациях по электросвязи значения м.п.а., э.и.и.м. или э.и.м. излучений в области побочных излучений выражаются в различных единицах, включая дБпВт, нВт, дБм или дБВт, либо в эквивалентных единицах плотности мощности в любой эталонной полосе частот.

2.2 Единицы напряженности поля

Единицей напряженности электрического поля, E , является В/м. В большинстве публикаций по электросвязи напряженность электрического поля выражается в мкВ/м или дБ(мкВ/м).

Единицей напряженности магнитного поля, H , является А/м. В большинстве публикаций по электросвязи напряженность магнитного поля выражается в мкА/м или дБ(мкА/м).

2.3 Единицы п.п.м.

Единицей п.п.м. является Вт/м². В большинстве публикаций по электросвязи значение п.п.м. выражается в дБ(Вт/м²) или в мВт/см².

3 Соотношение между мощностью, напряженностью электрического поля, E , и п.п.м.

Для идеальных условий (то есть условий свободного пространства, дальнего поля) можно установить простое соотношение между E (В/м), расстоянием D (м) между передающим радиооборудованием и точкой измерения, э.и.и.м. (Вт) и п.п.м. (Вт/м²).

$$E = \frac{\sqrt{30(e.i.r.p.)}}{D}.$$

Максимальное значение E можно рассчитать, используя максимальные показания, полученные на площадке OATS путем регулирования высоты измерительной антенны. Это значение определяется по формуле:

$$E_{max} \cong 1,6 E.$$

Эта величина представляет местное усиление 4 дБ. Напряженность поля в единицах E (В/м) можно преобразовать в дБ(мкВ/м) следующим образом:

$$E \text{ (дБ(мкВ/м))} = 120 + 20 \log E,$$

п.п.м. (Вт/м²) равна:

$$п.п.м. = E^2/(120\pi),$$

а п.п.м. (дБ(Вт/м²)) равна:

$$п.п.м. = 10 \log п.п.м.$$

В таблице 7 указано соответствие между значениями мощности (э.и.и.м., э.и.м.), напряженности поля (E , E_{max}) и п.п.м. для различных единиц.

ТАБЛИЦА 7

Соответствие между э.и.и.м., э.и.м., напряженностью поля, E , и п.п.м.

э.и.и.м. (дБм)	э.и.и.м. (нВт)	э.и.и.м. (дБ(пВт))	э.и.и.м. (дБВт)	э.и.м. (дБм)	Поле E в свободном пространстве (дБ(мкВ/м)) на расстоянии 10 м	E_{max} на площадке OATS (дБ(мкВ/м)) на расстоянии 10 м	п.п.м. в свободном пространстве (дБ(Вт/м ²)) на расстоянии 10 м	Максимальная п.п.м. на площадке OATS (дБ(Вт/м ²)) на расстоянии 10 м
-90	0,001	0	-120	-92,15	-5,2	-1,2	-151,0	-147,0
-80	0,01	10	-110	-82,15	4,8	8,8	-141,0	-137,0
-70	0,1	20	-100	-72,15	14,8	18,8	-131,0	-127,0
-60	1	30	-90	-62,15	24,8	28,8	-121,0	-117,0
-50	10	40	-80	-52,15	34,8	38,8	-111,0	-107,0
-40	100	50	-70	-42,15	44,8	48,8	-101,0	-97,0
-30	1 000	60	-60	-32,15	54,8	58,8	-91,0	-87,0
-20	10 000	70	-50	-22,15	64,8	68,8	-81,0	-77,0
-10	100 000	80	-40	-12,15	74,8	78,8	-71,0	-67,0
0	1 000 000	90	-30	-2,15	84,8	88,8	-61,0	-57,0

Приложение 2

Методы измерения излучений в области побочных излучений

1 Измерительное оборудование

1.1 Селективный измерительный приемник

Для измерения мощности побочного излучения, подводимой к антенне, и излучения от стойки с аппаратурой можно использовать селективный приемник или анализатор спектра.

1.1.1 Весовые функции измерительного оборудования

Рекомендуется, чтобы все измерительные приемники были обеспечены функциями измерения средних и пиковых величин.

1.1.2 Ширина полосы по разрешению

В качестве общего руководящего принципа ширина полосы по разрешению (измеренная в точках -3 дБ оконечного фильтра ПЧ) измерительного приемника должна быть равна эталонной ширине полосы частот, указанной в п. 4.1 раздела *рекомендует*. Для повышения точности измерений, чувствительности и эффективности ширина полосы по разрешению может отличаться от эталонной ширины полосы частот. Например, более узкая ширина полосы по разрешению иногда требуется для контроля излучений, близких к центральной частоте. Если ширина полосы по разрешению меньше эталонной полосы частот, результат необходимо интегрировать по эталонной полосе частот (интеграция должна выполняться на основании суммарной мощности, если известно, что побочный сигнал не суммируется по напряжению и не используется промежуточное правило, см. Примечание 1). Если ширина полосы по разрешению больше эталонной полосы частот,

результаты измерения широкополосных излучений в области побочных излучений необходимо привести к отношению значений ширины полос. Такое приведение не используется для дискретного (узкополосного) побочного излучения.

Необходимо ввести поправочный коэффициент к значениям ширины полосы по разрешению, зависящий от фактической ширины полосы по разрешению измерительного приемника (например, –6 дБ) и характера измеряемого излучения в области побочных излучений (например, импульсный сигнал или Гауссов шум).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – При измерении излучений в области побочных излучений в единицах PEP с шириной полосы по разрешению меньше эталонной полосы суммарная мощность может быть неприменима. Если правило суммирования неизвестно, общее излучение в области побочных излучений в эталонной полосе частот необходимо оценивать, используя правила суммирования как по мощности, так и по напряжению. В любом случае, если суммарный уровень излучений в области побочных излучений, рассчитанный по правилу суммирования напряжения, меньше установленного ограничения, значит данное ограничение не нарушено. Если суммарный уровень излучений в области побочных излучений, рассчитанный по правилу суммирования мощности, выше установленного ограничения, значит данное ограничение нарушено.

1.1.3 Ширина полосы частот видеосигнала

Ширина полосы частот видеосигнала должна быть по крайней мере не меньше, чем ширина полосы по разрешению, а предпочтительно должна быть в три-пять раз больше.

1.1.4 Коэффициент прямоугольности фильтра измерительного приемника

Коэффициент прямоугольности является параметром избирательности полосового фильтра и обычно определяется как отношение требуемой ширины полосы заграждения к требуемой ширине полосы пропускания. У идеального фильтра это отношение будет равно 1. Однако реальные фильтры имеют характеристику спада затухания далекую от идеальной. Например, анализаторы спектра, которые аппроксимируют фильтры Гаусса с помощью многочастотных настроенных фильтров при отклике на сигналы в режиме свипирования, обычно устанавливают соотношение от –60 дБ до –3 дБ в диапазоне от 5:1 до 15:1.

1.2 Режекторный фильтр основной частоты

Отношение мощности основной частоты к мощности излучений в области побочных излучений может достигать 70 дБ и более. Отношение такого порядка часто приводит к тому, что входной сигнал достаточного уровня на основной частоте создает нелинейные искажения в селективном приемнике. Поэтому на входе измерительного устройства обычно необходимо использовать режекторный фильтр для подавления основной частоты (если частота излучения в области побочных излучений не слишком близка к основной частоте). В диапазонах частот значительно выше основной частоты (например, для частот гармоник) также можно использовать полосовой или фильтр верхних частот. Вносимые потери такого фильтра на частотах излучений в области побочных излучений не должны быть слишком большими. Однако частотная характеристика такого фильтра должна быть очень тщательно рассчитана.

Типовые перестраиваемые режекторные фильтры с сосредоточенными параметрами в диапазонах ОВЧ/УВЧ вносят потери не более 3–5 дБ и около 2–3 дБ на частотах выше 1 ГГц.

Перестраиваемые четвертьволновые полосовые резонаторные фильтры используются в диапазоне частот выше примерно 50 МГц из-за своих физических размеров и имеют вносимые потери порядка менее 1 дБ. Резонаторные режекторные фильтры вносят примерно такие же потери, если исследуемая частота отстоит от частоты режекции более чем на 10%.

Для многодиапазонных приемников обычно требуются перестраиваемые фильтры, отслеживающие частоту настройки измеряемой системы. К перестраиваемым фильтрам, подходящим для измерения побочных излучений, относятся фильтры с варакторной настройкой и фильтры на основе железиттриевого граната (ЖИГ-фильтры). Вносимые потери этих фильтров больше, чем у неперестраиваемых фильтров, однако они имеют более узкую полосу пропускания, что позволяет выполнять измерение сигналов, частота которых находится ближе к частотам передатчика.

Варакторные фильтры обычно рекомендуется использовать на частотах от 50 МГц до 1 ГГц. Они имеют полосу пропускания по уровню 3 дБ, составляющую примерно 5% от частоты настройки, и вносят потери около 5–6 дБ.

ЖИГ-фильтры рекомендуется использовать на частотах примерно от 1 до 18 ГГц. Они обеспечивают ширину полосы пропускания по уровню 3 дБ около 15 МГц на частоте 2 ГГц и около 30 МГц на частоте 18 ГГц. Вносимые потери составляют 6–8 дБ.

1.3 Устройство связи

Измерения выполняются с применением направленного ответвителя, способного распределять мощность основного излучения. Импеданс этого ответвителя должен соответствовать импедансу передатчика на основной частоте.

1.4 Оконечная нагрузка

Для измерения мощности излучений в области побочных излучений по методу 1 передатчик должен быть подключен к испытательной нагрузке или окончательной нагрузке. Уровень излучения в области побочных излучений зависит от правильности согласования импеданса между выходным каскадом передатчика, фидером и испытательной нагрузкой.

1.5 Измерительная антенна

Измерения выполняются с помощью настроенной симметричной вибраторной антенны или эталонной антенны с известным по отношению к изотропной антенне коэффициентом усиления.

1.6 Условия использования модуляции

По возможности следует проводить измерения с максимально допустимой модуляцией в нормальном режиме работы. Иногда может быть полезно начать измерения, не применяя модуляцию, для определения некоторых отдельных частот побочных излучений. В этом случае необходимо отметить, что могут быть обнаружены не все частоты излучений в области побочных излучений и включение модуляции может привести к возникновению других побочных частотных составляющих.

2 Ограничения при проведении измерений

2.1 Ограничения ширины полосы

В соответствии с п. 2.3 раздела *рекомендует* настоящей Рекомендации ограничения $\pm 250\%$ необходимой ширины полосы устанавливает начало измерительной полосы частот для излучений в области побочных излучений. В некоторых случаях это невозможно, поскольку включение излучений в области непобочных излучений может внести значительную погрешность измерений. Для установления новой границы измерительной полосы области побочных излучений можно использовать другое частотное разнесение, не равное $\pm 250\%$ необходимой ширины полосы. В качестве альтернативы можно использовать более узкую ширину полосы по разрешению в пределах $\pm 250\%$ необходимой ширины полосы.

Новая граница и ширина полосы (ШП) по разрешению связаны следующим уравнением:

$$\text{ШП по разрешению} \times \{(\text{коэффициент прямоугোলности} - 1)\} \leq 2 \{(\text{граница между областью внеполосных излучений и областью побочных излучений}) - (\text{необходимая ШП})/2\}.$$

Из вышеприведенного уравнения становится ясно, что если нельзя изменить ширину полосы по разрешению, то нужно рассчитать новую границу. Также справедлив и обратный подход.

Рассмотрим сигнал с необходимой шириной полосы 16 кГц и границей $\pm 250\%$ (т. е. 40 кГц), которую нельзя изменить. Если фильтр, определяющий измерительную полосу по разрешению, имеет коэффициент прямоугольности 15:1, а требуемое подавление мощности несущей в данной полосе составляет 60 дБ, то ширина полосы по разрешению должна составлять примерно 4,5 кГц исходя из равенства:

$$\text{Требуемая ШП по разрешению} \leq 2 \{(\text{граница}) - (\text{необходимая ШП})/2\} / (\text{коэффициент прямоугольности} - 1),$$

поэтому:

$$\text{Требуемая ШП по разрешению} \leq 2 (40 - 16/2)/(15 - 1),$$

поэтому:

$$\text{Требуемая ШП по разрешению} < 4,5 \text{ кГц.}$$

С другой стороны, при том же сигнале и тех же параметрах измерительного приемника, если ширина полосы по разрешению устанавливается равной 100 кГц, новая граница вычисляется путем преобразования вышеприведенной формулы и ее решения для новой границы. В данном случае, если ширина полосы по разрешению устанавливается равной 100 кГц, то новая граница составляет 708 кГц.

2.2 Ограничение чувствительности

При некоторых условиях чувствительность серийно выпускаемых анализаторов спектра с учетом переходных потерь и потерь в кабелях может оказаться недостаточной для проведения измерений. Эту проблему можно решить, используя малошумящий усилитель.

В крайних случаях, обычно на частотах выше 26 ГГц и в основном из-за применения внешних смесителей в испытательной установке, чувствительность может оказаться недостаточной для проверки соответствия испытываемого оборудования (EUT) требованиям нормативов в режиме модуляции. Результаты измерения излучений в области побочных излучений в условиях немодулированной несущей для тех излучений, которые подвергаются процессу модуляции, можно скорректировать на величину, равную потерям модуляции для испытываемого оборудования.

2.3 Ограничения по времени

Для любых полезных сигналов, выходная амплитуда которых изменяется во времени (например, при модуляции с непостоянной огибающей), для достоверности результатов можно использовать десять и более усредненных результатов измерений.

3 Методы измерений

3.1 Введение

В этом Приложении описываются два основных существующих метода измерения излучений в области побочных излучений. Метод 2 описан в Публикации СИСПР № 16. При использовании методов 1 и 2 необходимо проявлять осторожность, чтобы излучения при испытаниях не создавали помех находящимся вблизи системам; а также необходимо обращать внимание на использование весовой функции (см. п. 1.1.1, выше), которая соответствует мощности, определенной в категориях А, В, С, D и Z.

- По методу 1a осуществляется измерение мощности излучения в области побочных излучений, подводимой ко входу антенны испытываемого оборудования. Данный метод следует использовать всегда, если это применимо и реально.
- По методу 1b осуществляется измерение мощности излучения в области побочных излучений, подводимой ко входу антенны испытываемого оборудования. Данный метод можно использовать, если режекторный фильтр основной частоты отсутствует, а динамический диапазон измерительного приемника (возможно, оборудованного предварительным селектором) достаточно велик.
- По методу 2 осуществляется измерение э.и.и.м. побочного излучения, используя для этого подходящую испытательную площадку.

Для систем, использующих волноводы, необходимо использовать метод 2, поскольку оконечные волноводы в переходном устройстве могут создавать многочисленные проблемы при испытаниях. В случаях, когда вход антенны выполнен в виде волноводного фланца, далеко отстоящие по частоте излучения в области побочных излучений могут значительно ослабляться волноводом в коаксиальном переходе, если в измерительную линию не помещены специальные конусные волноводные секции, что позволяет использовать метод 1. При измерении передатчиков диапазона ОНЧ/НЧ также необходимо использовать метод 2, поскольку граница между передатчиком, фидерным кабелем и антенной не всегда четко определена.

При применении метода измерения для радарных систем следует руководствоваться Рекомендацией МСЭ-R M.1177. В системах, для которых не существует подходящих методов измерения, необходимо принять все возможные меры для удовлетворения требований соответствующих ограничений мощности излучений в области побочных излучений.

3.2 Метод 1: Измерение мощности излучений в области побочных излучений, подводимой ко входу антенны

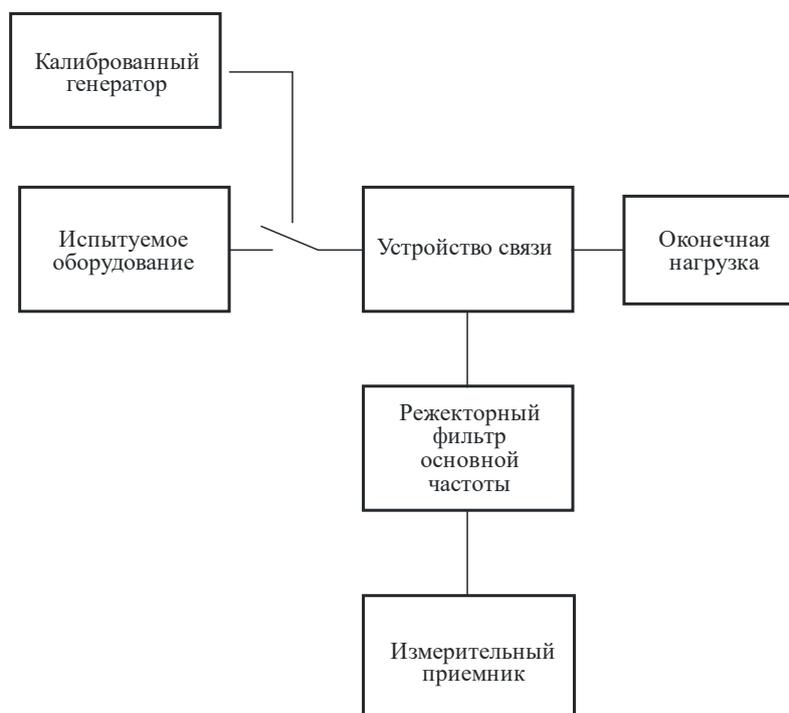
При использовании этого метода не требуется специальная испытательная площадка или безэховая камера, а электромагнитные помехи (ЭМП) не должны влиять на результаты испытаний. По возможности измерения должны включать и фидерный кабель. Этот метод не учитывает затухание сигнала из-за несогласованности антенны и потери излучения для любой побочной составляющей или активную генерацию побочных составляющих самой антенной.

3.2.1 Метод 1а: Измерение с использованием режекторного фильтра основной частоты

Блок-схема установки для измерения мощности излучений в области побочных излучений, подводимой ко входу антенны, показана на рис. 1а.

РИСУНОК 1а

Метод 1а: Установка для измерения мощности излучений в области побочных излучений, подводимой ко входу антенны, с применением режекторного фильтра основной частоты



3.2.1.1 Непосредственный способ измерения

При этом способе необходимо откалибровать все измерительные компоненты (фильтр(ы), ответвитель, кабели) по отдельности или откалибровать эти соединительные устройства совместно. В любом случае калибровка выполняется с помощью калиброванного генератора с регулируемым уровнем на входе измерительного приемника. На каждой частоте f калибровочный коэффициент k_f затем определяется следующим образом:

$$k_f = I_f - O_f,$$

где:

k_f : калибровочный коэффициент (дБ) на частоте f ;

I_f : входная мощность (подводимая от калиброванного генератора) в дБВт или дБм на частоте f ;

O_f : выходная мощность (определяемая измерительным приемником) в тех же единицах, что и для I_f , на частоте f .

Этот калибровочный коэффициент представляет суммарные вносимые потери всех устройств, включенных между генератором и измерительным приемником.

При выполнении калибровочных измерений каждого устройства отдельно калибровочный коэффициент для всей измерительной установки рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{ms,f} = \sum_i k_{i,f},$$

где:

$k_{ms,f}$: калибровочный коэффициент (дБ) для измерительной установки на частоте f ;

$k_{i,f}$: индивидуальный калибровочный коэффициент (дБ) для каждого устройства измерительной цепи на частоте f .

При измерении фактических уровней побочного излучения $P_{r,f}$ (дБВт или дБм) – это мощность на частоте f (измеренная с помощью измерительного приемника), а мощность излучения в области побочных излучений, $P_{s,f}$, (в тех же единицах, что и для $P_{r,f}$) на частоте f вычисляется путем использования следующего уравнения:

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f}.$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Индивидуальная калибровка компонентов обычно приводит к дополнительной неопределенности измерений из-за потерь вследствие рассогласования.

3.2.1.2 Способ замещения

По этому методу не требуется калибровка всех измерительных компонентов. Вместо этого выходная мощность побочного излучения измерительного устройства регистрируется. Затем этот уровень мощности устанавливается с помощью сигнала от калиброванного сигнал-генератора, замещающего испытуемое оборудование (EUT). Таким образом, мощность, подводимая от генератора, равна мощности излучения в области побочных излучений.

3.2.2 Метод 1b: Измерение без использования режекторного фильтра основной частоты

Этот метод позволяет легко выполнять измерения в случае отсутствия режекторного фильтра основной частоты. Блок-схема установки для измерения мощности излучений в области побочных излучений, подводимой ко входу антенны, показана на рис. 1b.

РИСУНОК 1б

Метод 1б: Установка для измерения мощности излучений в области побочных излучений, подводимой ко входу антенны, без использования режекторного фильтра основной частоты



SM.0329-01b

3.2.2.1 Непосредственный способ измерения

Результаты измерений можно непосредственно получить путем применения следующей процедуры:

- а) Измерение относительного уровня для оборудования категории А

Затухание относительно суммарной средней или пиковой мощности огибающей $= B - D$,

где:

B: средняя или пиковая мощность огибающей основного излучения, измеренная посредством измерительного приемника;

D: максимальная мощность излучения в области побочных излучений, измеренная посредством измерительного приемника; значение $(B - D)$ можно непосредственно сравнивать с относительными предельными значениями категории А.

- б) Измерение абсолютного уровня для оборудования категорий А и В:

Мощность излучения в области побочных излучений $= D + C$,

где:

C: коэффициент связи устройства связи на частоте излучения в области побочных излучений;

D: максимальная мощность излучения в области побочных излучений, измеренная посредством измерительного приемника.

Значение $(D + C)$ можно непосредственно сравнивать с абсолютными предельными значениями категорий А и В.

3.2.2.2 Способ замещения

Для измерений абсолютного уровня по методу 1б также можно использовать способ замещения, описанный в п. 3.2.1.2.

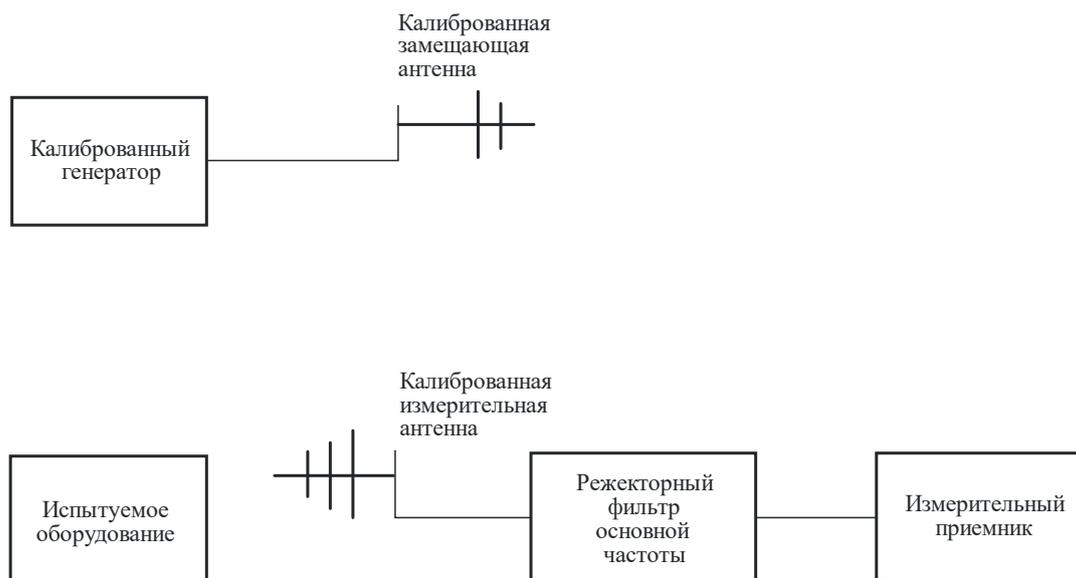
3.3 Метод 2: Измерение э.и.и.м. излучения в области побочных излучений

Блок-схема установки для измерения э.и.и.м. излучений в области побочных излучений показана на рис. 2.

Измерения должны проводиться в поле дальней зоны, что зачастую затруднительно для очень низких частот или для некоторых комбинаций частоты и размера антенны (например, при передачах на частоте 14 ГГц с применением параболической антенны диаметром 1,2 м для достижения поля дальней зоны требуется расстояние около 140 м). Измерения э.и.и.м. излучений в области побочных излучений во всех направлениях, с различной поляризацией и для любых частот могут отнимать очень много времени, хотя методы проверки соответствия могут снизить объем работ. При использовании этого метода для измерения уровней излучения радаров следует руководствоваться Рекомендацией МСЭ-R М.1177.

РИСУНОК 2

Установка для измерения э.и.и.м. излучений в области побочных излучений



SM.0329-02

3.3.1 Измерительные площадки для измерения уровней излучения

В диапазоне частот от 30 до 1000 МГц необходимо проверить правильность выбора испытательной площадки путем проведения на ней измерений затухания полей с горизонтальной и вертикальной поляризацией. Испытательная площадка считается приемлемой, если измеренное затухание площадки для горизонтальной и вертикальной поляризации находится в пределах ± 4 дБ от теоретической величины затухания площадки.

Испытательная площадка должна быть ровной, свободной от воздушных проводов и близкорасположенных отражающих структур, должна быть достаточно большой, чтобы антенну можно было разместить на заданном расстоянии, и должна обеспечивать достаточное разнесение между антенной, испытуемым оборудованием и отражающими структурами. Отражающими структурами считаются те, которые выполнены из проводящих по своей природе материалов. Испытательная площадка должна иметь горизонтальную металлическую отражающую поверхность. Испытательная площадка должна отвечать требованиям по затуханию согласно Публикации МЭК/СИСР № 16-1 для площадки OATS.

Испытания также можно проводить в полубезэховой камере (SAR). В этом случае стены и потолок экранированного помещения покрываются поглощающими материалами, обеспечивающими минимальное отражение радиоволн. Проверочные испытания таких безэховых камер очень важны для того, чтобы убедиться, что измерения уровней затухания площадки могут удовлетворять критериям ± 4 дБ (см. также Публикации МЭК/СИСР № 16-1 и 22).

Как для площадки OATS, так и для камеры SAR, проводящая отражающая поверхность должна выходить за пределы испытываемого оборудования и наибольшей измерительной антенны по меньшей мере на 1 м и покрывать все пространство между испытываемым оборудованием и антенной. Она должна быть металлической без отверстий или зазоров, имея размеры большие, чем одна десятая длины волны для наивысшей частоты измерений. Может потребоваться проводящая отражающая поверхность большего размера, если требования по затуханию испытательной площадки не удовлетворяются. Эти требования также применимы в случае использования полубезэховых камер.

Для измерения излучений в области побочных излучений на площадках становится доступно дополнительное оборудование. К нему относятся различные камеры, такие как полностью безэховые камеры (FAR), камеры со смешанными модами излучения (SMC), а также системы поперечных электромагнитных мод (TEM) или гигагерцовые системы поперечных электромагнитных мод (GTEM). Системы SMC описаны в Публикации МЭК/СИСПР № 16-1. Эти относительно новые измерительные системы еще не приняты повсеместно всеми организациями по стандартизации. Проекты были опубликованы осенью 2000 года для IEC 61000-4-20 (TEM) и IEC 61000-4-21 (SMC). Методы, используемые с этими системами, необходимо вновь изучить при пересмотре данной Рекомендации в будущем в целях включения в нее деталей их использования.

3.3.2 Непосредственный способ измерения

При этом способе необходимо откалибровать все измерительные компоненты (фильтр(ы), кабели) по отдельности или откалибровать всю измерительную установку в целом. О непосредственном способе определения калибровочного коэффициента измерительной установки на частоте f см. п. 3.2.1.

Э.и.и.м. излучения в области побочных излучений $P_{s,f}$, на частоте f для условий свободного пространства задается следующим уравнением:

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f} - G_f + 20 \log f + 20 \log d - 27,6,$$

где:

- $P_{r,f}$: мощность излучения в области побочных излучений, измеренная с помощью измерительного приемника на частоте f (дБВт или дБм, в тех же единицах, что и для $P_{s,f}$);
- $k_{ms,f}$: калибровочный коэффициент измерительной установки на частоте f (дБ) (обычно положительный);
- G_f : усиление калиброванной измерительной антенны на частоте f (дБи);
- f : частота излучения в области побочных излучений (МГц);
- d : расстояние (м) между передающей антенной и калиброванной измерительной антенной.

Кроме того, при использовании площадки OATS необходимо учитывать усиление при отражении.

3.3.3 Способ замещения

При этом способе используются калиброванная замещающая антенна и калиброванный генератор, а испытательный источник сигнала настраивается для создания такого же уровня принимаемого сигнала побочного излучения.

3.4 Специальные измерения уровня излучения от стойки с аппаратурой

В качестве средства измерения уровня побочного излучения от стойки передающего оборудования можно использовать метод 2. При этом способе необходимо заменить антенну испытываемого оборудования калиброванной оконечной нагрузкой и использовать подходы, описанные выше для метода 2, для вычисления э.и.и.м. Оконечная нагрузка должна быть помещена в небольшой отдельный экранированный кожух, для того чтобы вторичное излучение от этой нагрузки не влияло на результаты измерения излучения от испытываемой стойки с оборудованием. Кроме того, поскольку соединительные кабели также могут генерировать излучения и негативно влиять на результаты измерений, необходимо принять меры защиты, используя кабели с двойной экранировкой или используя экранирующий кожух также и для кабелей.

Приложение 3

Пороговые уровни помех для радиоастрономической и космических служб, использующих пассивные датчики

1 Введение

Пороговые уровни помех для радиоастрономической службы, спутниковой службы исследования Земли и метеорологической спутниковой службы, использующих пассивные датчики, указаны в Рекомендациях МСЭ-R RA.769 и МСЭ-R SA.1029. В данном Приложении приведены уровни, указанные в этих Рекомендациях.

2 Радиоастрономическая служба (Рекомендация МСЭ-R RA.769)

В таблице 8 приведены пороговые уровни п.п.м. помех, оказывающих вредное воздействие на радиоастрономическую службу, как указано в Рекомендации МСЭ-R RA.769, для полос частот, перечисленных в настоящей Рекомендации; к ним относятся все полосы, распределенные радиоастрономической службе на первичной основе, за исключением восьми распределенных полос, указанных в п. 5.555 PP. Они рассчитаны для наблюдений с помощью одиночной антенны и приема в боковых лепестках с усилением 0 дБи и временем интеграции 2000 с. Значения п.п.м., указанные в таблице 8, применяются во всех случаях, за исключением спутников на геостационарной орбите (ГСО), для которых уровень п.п.м. на 15 дБ более строгий, чем указано (см. Рекомендацию МСЭ-R RA.769).

В Приложении 1 к Рекомендации МСЭ-R RA.769 описана методика расчета чувствительности различных радиоастрономических систем, используемых в настоящее время. Для принятых значений параметров системы в нем также указаны табличные уровни совокупных помех, оказывающих вредное воздействие на измерения непрерывного спектра и спектральных линий в различных полосах частот, распределенных радиоастрономической службе.

Заданные параметры, используемые для вычисления этих уровней, являются типичными параметрами для многих типов радиоастрономических систем и измерений и являются согласованным принятым стандартом в радиоастрономической службе. Однако при координации с конкретной радиоастрономической системой, работающей в определенное время и в определенном месте в заданной полосе, возможны обстоятельства, когда для более точного вычисления уровня вредных помех по тому же методу могут использоваться другие значения этих параметров. Кроме того, при рассмотрении помех от определенных типов систем (например, геостационарных спутников или многоспутниковых систем) допускается систематическая корректировка уровней, указанных в Рекомендации МСЭ-R RA.769. Соответственно, применяя уровни, указанные в таблице 8, или ссылаясь на них, необходимо учитывать допущения, используемые при их расчете.

ТАБЛИЦА 8

**Пороговые уровни п.п.м. помех, оказывающих вредное воздействие
на радиоастрономическую службу***

Полоса частот радиоастрономической службы ⁽¹⁾ (МГц)	Наблюдение непрерывного спектра		Наблюдение спектральных линий	
	п.п.м. (дБ(Вт/м ²))	Принятая ширина полосы (МГц)	п.п.м. (дБ(Вт/м ²))	Принятая ширина полосы канала спектральной линии (кГц)
13,36–13,41	–201	0,05	(2)	(2)
25,55–25,67	–199	0,120	(2)	(2)
73,0–74,6	–196	1,6	(2)	(2)
150,05–153,0	–194	2,95	(2)	(2)
322,0–328,6	–189	6,6	–204	10
406,1–410,0	–189	3,9	(2)	(2)
608–614	–185	6	(2)	(2)
1 400–1427	–180	27	–196	20
1 610,6–1 613,8	(3)	(3)	–194	20
1 660–1 670	–181	10	–194	20
2 690–2 700	–177	10	(2)	(2)
4 990–5 000	–171	10	(2)	(2)
(ГГц)				
10,6–10,7	–160	100	(2)	(2)
15,35–15,4	–156	50	(2)	(2)
22,21–22,5	(3)	(3)	–162	250
23,6–24,0	–147	400	–161	250
31,3–31,8	–141	500	(2)	(2)
42,5–43,5	–137	1 000	–153	500
86–92	–125	6 000	–144	1 000
105–116	–121	11 000	–141	1 000
164–168	–120	4 000	(2)	(2)
182–185	(3)	(3)	–136	1 500
217–231	–114	14 000	–133	2 500
265–275	–113	10 000	–131	2 500

* Эти уровни рассчитываются с учетом конкретных допущений, указанных в Рекомендации МСЭ-R RA.769, в частности времени интегрирования 2000 с.

- (1) Эти полосы частот указаны в Рекомендации МСЭ-R RA.769; восемь дополнительных полос распределено радиоастрономической службе на первичной основе согласно п. 5.555 РР.
- (2) Не указано в таблице 2 Рекомендации МСЭ-R RA.769.
- (3) Не указано в таблице 1 Рекомендации МСЭ-R RA.769.

3 Пассивное зондирование со спутников исследования Земли и метеорологических спутников (Рекомендация МСЭ-R SA.1029)

Допустимые уровни помех, приведенные в таблице 9, основаны на Рекомендации МСЭ-R SA.1029. Они относятся к уровням мощности на входе приемника и не учитывают характеристики приемной антенны. Усиление приемной антенны может быть выведено из величин разрешающей способности (км), приведенных в таблице 2 Рекомендации МСЭ-R SA.515, и того факта, что типичная высота орбиты для космических дистанционных датчиков может быть принята равной 500 км. Следует отметить, что при космическом дистанционном зондировании антенна датчиков обычно направлена на поверхность Земли. Отметим также, что уровни в таблице 9 считаются допустимыми в том контексте, в котором они отвечают критериям помех для пассивных датчиков. Однако использование термина "допустимые" не обязательно может соответствовать строгому регуляторному определению.

ТАБЛИЦА 9

Допустимые уровни помех на входе приемника для пассивного зондирования

Частота (ГГц)	Уровень помех (дБВт)	Эталонная ширина полосы помех (МГц)
1,4–1,427	–171	27
2,69–2,7	–174	10
4,2–4,4	–161	100
6,5–6,7	–164	100
10,6–10,7	–163	20
15,2–15,4	–166	50
18,6–18,8	–155 ⁽¹⁾	100
21,2–21,4	–163	100
22,21–22,5	–160	100
23,6–24	–163	100
31,3–31,8	–163	100
36–37	–156	100
50,2–50,4	–161/–166 ⁽²⁾	100
52,6–59	–161/–166 ⁽²⁾	100
60,3–61,3	–161/–166 ⁽²⁾	100
86–92	–153	200
100–102	–160	200
105–126	–160	200
150–151	–160	200
155,5–158,5	–160	200
164–168	–160	200
175–192	–160	200

ТАБЛИЦА 9 (окончание)

Частота (ГГц)	Уровень помех (дБВт)	Эталонная ширина полосы помех (МГц)
200–202	–160	200
217–231	–160	200
235–238	–160	200
250–252	–160	200
275–277	–160	200
300–302	–160	200
324–326	–160	200
345–347	–160	200
363–365	–160	200
379–381	–160	200

(1) Это значение исследуется.

(2) Вторая величина для верных датчиков.

Приложение 4

Перечень Рекомендаций МСЭ-R, относящихся к побочным излучениям для некоторых конкретных служб

Рекомендация МСЭ-R SM.239	Побочные излучения от звуковых и телевизионных вещательных приемников.
Рекомендация МСЭ-R S.726	Максимально допустимый уровень побочных излучений, создаваемых станциями с антеннами малой апертуры (VSAT).
Рекомендация МСЭ-R RA.611	Защита службы радиоастрономии от побочных излучений.
Рекомендация МСЭ-R M.1177	Методы измерений нежелательных излучений радиолокационных систем.
Рекомендация МСЭ-R F.1191	Полосы и нежелательные излучения цифровых радиорелейных систем.
Рекомендация МСЭ-R BT.803	Исключение помех, создаваемых цифровым студийным телевизионным оборудованием.
Рекомендация МСЭ-R M.478	Технические характеристики оборудования и принципы распределения частотных каналов для ЧМ сухопутной подвижной службы на частотах между 25 и 3000 МГц.
Рекомендация МСЭ-R M.1343	Основные технические требования к подвижным наземным станциям для глобальных негеостационарных систем подвижной спутниковой службы в диапазоне частот 1–3 ГГц.

Приложение 5

Примеры применения формулы $43 + 10 \log P$ для расчета требований к затуханию

Все нежелательные излучения должны быть, по меньшей мере, на x дБ ниже суммарной средней мощности P , то есть $-x$ дБн. Мощность P (Вт) необходимо измерять в полосе частот, достаточно широкой для охвата суммарной средней мощности. Излучения в области побочных излучений необходимо измерять в эталонных полосах частот, определенных в настоящей Рекомендации. Измерение мощности излучений в области побочных излучений не зависит от величины необходимой ширины полосы. Следует иметь в виду, что затухание по формуле $43 + 10 \log P$ в результате всегда дает абсолютный уровень мощности излучения в области побочных излучений – 43 дБВт или –13 дБм. Поскольку этот абсолютный предельный уровень мощности излучения может оказаться слишком ограничивающим для передатчиков большой мощности, в таблице 2 также приведены альтернативные относительные уровни мощности.

Пример 1:

Передатчик сухопутной подвижной службы с произвольным значением необходимой ширины полосы должен соответствовать требованию по затуханию излучений в области побочных излучений согласно формуле $43 + 10 \log P$ или 70 дБн, в зависимости от того, какое значение менее жесткое. Для измерения излучений в области побочных излучений в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц в п. 4.1 раздела *рекомендует* предписывается использование эталонной полосы частот 100 кГц. Для измерения в других диапазонах частот необходимо использовать соответствующие эталонные полосы частот, указанные в п. 4.1 раздела *рекомендует*.

При измеренной суммарной средней мощности 10 Вт:

Затухание относительно суммарной средней мощности = $43 + 10 \log 10 = 53$ дБ.

Величина 53 дБн менее жесткая, чем 70 дБн, поэтому используется значение 53 дБн.

Поэтому:

Уровень мощности излучений в области побочных излучений не должен превышать 53 дБн в эталонной полосе частот 100 кГц; либо при преобразовании в абсолютный уровень:

Уровень мощности излучений в области побочных излучений не должен превышать 10 дБВт – 53 дБн = –43 дБВт в эталонной полосе частот 100 кГц.

При измеренной суммарной средней мощности 1000 Вт:

Затухание относительно суммарной средней мощности = $43 + 10 \log 1\,000 = 73$ дБ.

Величина 73 дБн более жесткая, чем предел 70 дБн, поэтому используется значение 70 дБн.

Поэтому:

Уровень мощности излучений в области побочных излучений не должен превышать 70 дБн в эталонной полосе частот 100 кГц; либо при преобразовании в абсолютный уровень:

Уровень мощности излучений в области побочных излучений не должен превышать 30 дБВт – 70 дБн = –40 дБВт в эталонной полосе частот 100 кГц.

Пример 2:

Передатчик космических служб с произвольным значением необходимой ширины полосы должен соответствовать требованию по затуханию излучений в области побочных излучений согласно формуле $43 + 10 \log P$, или 60 дБн, в зависимости от того, какое значение менее строгое. Для измерения излучений в области побочных излучений любой частоты примечание⁽³⁾ таблицы 2 предписывает использование эталонной полосы частот 4 кГц.

При измеренной суммарной средней мощности 20 Вт:

Затухание относительно суммарной средней мощности = $43 + 10 \log 20 = 56$ дБ.

Величина 56 дБн менее жесткая, чем предел 60 дБн, поэтому используется значение 56 дБн.

Поэтому:

Уровень мощности излучений в области побочных излучений не должен превышать 56 дБн в эталонной полосе частот 4 кГц; либо при преобразовании в абсолютный уровень.

Уровень мощности излучений в области побочных излучений не должен превышать 13 дБВт – 56 дБн = –43 дБВт в эталонной полосе частот 4 кГц.

ТАБЛИЦА 10

Абсолютные уровни излучений в области побочных излучений – Категория А

Категория службы в соответствии со Статьей 1 РР или тип оборудования ^{(1), (2)}	Максимально допустимая мощность излучений в области побочных излучений в соответствующей эталонной полосе частот (см. п. 4.1 раздела <i>рекомендует</i>) (дБм) при P , PEP или X (Вт)	
Все службы, кроме приведенных ниже	–13 дБм, $10 \log P - 40$,	если $P \leq 500$ Вт если $P > 500$ Вт
Космические службы (подвижные земные станции) ^{(3), (4)}	–13 дБм, $10 \log P - 30$,	если $P \leq 50$ Вт если $P > 50$ Вт
Космические службы (фиксированные наземные станции) ^{(3), (4)}	–13 дБм, $10 \log P - 30$,	если $P \leq 50$ Вт если $P > 50$ Вт
Космические станции космических служб ^{(3), (5), (6)}	–13 дБм, $10 \log P - 30$,	если $P \leq 50$ Вт если $P \geq 50$ Вт
Радиоопределение ⁽⁷⁾	–13 дБм, $10 \log PEP - 30$,	если $PEP \leq 50$ Вт если $PEP > 50$ Вт
Вещательное телевидение ⁽⁸⁾ Передатчики в диапазоне ОВЧ	–16 дБм, $10 \log P - 30$, 0 дБм,	если $P \leq 25$ Вт если $25 \text{ Вт} < P \leq 1\,000$ Вт если $P > 1\,000$ Вт
Вещательное телевидение ⁽⁸⁾ Передатчики в диапазоне УВЧ	–16 дБм, $10 \log P - 30$, 10,8 дБм,	если $P \leq 25$ Вт если $25 \text{ Вт} < P \leq 12\,000$ Вт если $P > 12\,000$ Вт
ЧМ-радиовещание	–16 дБм, $10 \log P - 40$, 0 дБм,	если $P \leq 250$ Вт если $250 \text{ Вт} < P \leq 10\,000$ Вт если $P > 10\,000$ Вт
Радиовещание в диапазоне СЧ/ВЧ	$10 \log P - 20$, 17 дБм,	если $P \leq 5\,000$ Вт если $P > 5\,000$ Вт
ОБП для подвижных станций ⁽⁹⁾	$10 \log PEP - 13$	
Любительские службы, работающие на частотах ниже 30 МГц (включая ОБП) ⁽⁹⁾	–13 дБм, $10 \log PEP - 20$,	если $PEP \leq 5$ Вт если $PEP > 5$ Вт
Службы, работающие на частотах ниже 30 МГц, кроме космических, радиоопределения, радиовещания, служб, использующих ОБП для подвижных и любительских станций ⁽⁹⁾	–13 дБм, $10 \log X - 30$, где:	если $X \leq 50$ Вт если $X > 50$ Вт, $X = PEP$ для модуляции ОБП $X = P$ для других типов модуляции

ТАБЛИЦА 10 (окончание)

Категория службы в соответствии со Статьей 1 РР или тип оборудования ^{(1), (2)}	Максимально допустимая мощность излучений в области побочных излучений в соответствующей эталонной полосе частот (см. п. 4.1 раздела <i>рекомендует</i>) (дБм) при P , PEP или X (Вт)
Маломощная радиоаппаратура ⁽¹⁰⁾	-26 дБм, если $P \leq 0,025$ Вт $10 \log P - 10$, если $0,025$ Вт $< P < 0,100$ Вт
EPIRB, ELT, PLB, SART, передатчики судовые аварийные, передатчики спасательных шлюпок и спасательных средств, передатчики сухопутной, воздушной или морской служб, используемые в чрезвычайных ситуациях	Нет ограничений

P : средняя мощность (Вт) в фидерной линии антенны согласно п. 1.158 РР. При использовании импульсной передачи средняя мощность P и средняя мощность любых излучений в области побочных излучений измеряются путем усреднения мощности в течение длительности импульса.

PEP : пиковая мощность огибающей (Вт) в фидерной линии антенны согласно п. 1.157 РР.

При использовании термина P мощность, подводимую к фидеру антенны, и мощность излучений в области побочных излучений необходимо оценивать в единицах средней мощности и средней мощности в эталонной полосе соответственно. При использовании термина PEP мощность, подводимую к фидеру антенны, и мощность излучений в области побочных излучений необходимо оценивать в единицах максимальной мощности огибающей и максимальной мощности, огибающей в эталонной полосе, соответственно. Однако, если измерение мощности излучений в области побочных излучений в единицах PEP представляет трудность из-за характера излучения в области побочных излучений (например, Гауссова шума), допускается оценивать как мощность, подводимую к фидеру антенны, так и мощность излучения в области побочных излучений в единицах средней мощности (см. Приложение 2).

дБн: величина в децибелах относительно мощности излучения немодулированной несущей. В случае отсутствия несущей, например, в некоторых схемах цифровой модуляции, когда несущая недоступна для измерения, опорным уровнем, эквивалентным дБн, является величина в децибелах относительно средней мощности P .

(1) В некоторых случаях при использовании цифровой модуляции и узкополосных передатчиков высокой мощности для всех категорий служб могут возникнуть трудности при поддержании ограничений вблизи пределов $\pm 250\%$ необходимой ширины полосы.

(2) При возникновении практических сложностей с доступом к точке перехода между передатчиком и фидерной линией антенны следует использовать метод э.и.м., описанный в п. 3.3 Приложения 2.

(3) Ограничения уровней излучений в области побочных излучений для всех космических служб указываются в эталонной полосе 4 кГц.

(4) Земные станции любительской спутниковой службы, работающие на частотах ниже 30 МГц, относятся к категории служб "Любительские службы, работающие на частотах ниже 30 МГц (включая ОБП)".

(5) В случае если один спутник работает с более чем одним ретранслятором в одной и той же зоне обслуживания и при рассмотрении ограничений уровней излучений в области побочных излучений, указанных в таблице 2, частота излучения в области побочных излучений от одного ретранслятора может совпасть с частотой передачи второго ретранслятора. В этих случаях уровень излучений в области побочных излучений от первого ретранслятора значительно превышает уровень излучений в области основного излучения или внеполосных излучений второго ретранслятора. По этой причине ограничения не должны применяться к тем излучениям в области побочных излучений одного ретранслятора спутника, которые попадают или в необходимую ширину полосы, или в область внеполосных излучений другого ретранслятора этого спутника в той же зоне обслуживания (см. Приложение 3 РР).

(6) Космические станции службы космических исследований, предназначенные для работы в дальнем космосе согласно определению в п. 1.177 РР, освобождаются от ограничений уровня излучений в области побочных излучений.

(7) Что касается систем радиоопределения (радаров согласно определению в п. 1.100 РР), то затухание (в дБ) излучения в области побочных излучений должно определяться для уровней непосредственного излучения, а не в фидерной линии антенны. Метод измерения для определения уровней непосредственного излучения в области побочных излучений радиолокационных систем должен соответствовать Рекомендации МСЭ-R M.1177.

(8) Для аналоговых телевизионных передач средний уровень мощности определяется при заданной модуляции видеосигналом. Этот видеосигнал должен быть выбран таким образом, чтобы в фидерную линию антенны поступал максимальный уровень средней мощности (например, при уровне гашения видеосигнала для телевизионных сигналов с отрицательной модуляцией).

Примечания к таблице 10 (окончание):

- (9) Все классы излучения, использующего ОБП, относятся к категории "ОБП".
- (10) Маломощные радиоустройства, имеющие максимальную выходную мощность менее 100 мВт и предназначенные для связи на короткие расстояния или для целей управления. (Такое оборудование в целом освобождается от индивидуального лицензирования).

Приложение 6

Эталонная ширина полосы для ограничений категории В Фиксированная служба

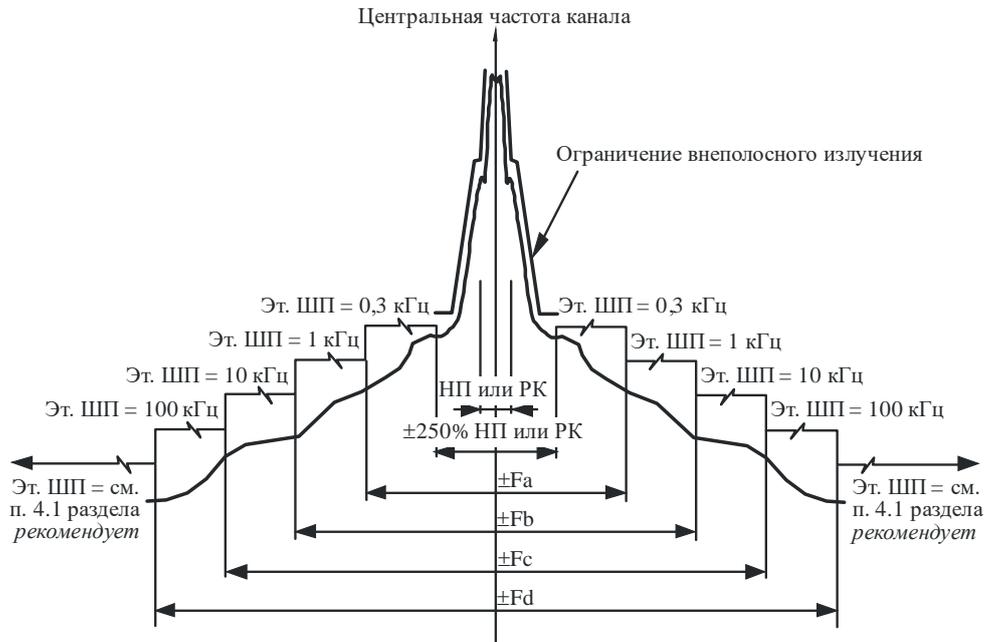
Радиорелейные системы с аналоговой и цифровой модуляцией в целом обеспечивают высокую эффективность использования спектра, но не могут соответствовать ограничениям категории В для ближних частот вследствие широкополосного шума, генерируемого такими системами. Поэтому необходимо предусмотреть характерные этапы выбора эталонной ширины полосы для получения приемлемой зоны перехода для данной спектральной плотности.

Типичная маска эталонной ширины полосы показана на рис. 3 с функцией контрольных точек разнесения каналов (РК) или необходимой ширины полосы (НП), упоминаемой в таблице 11.

РИСУНОК 3

Типичная маска категории В фиксированной службы
для нежелательных излучений в области побочных излучений

(См. таблицу 11)



Примечание 1. – Шаг перестройки частоты $\pm F_d$ неприменим при частоте менее 1 ГГц .
Шаг перестройки частоты $\pm F_c$ неприменим при частоте менее 30 МГц .
Шаг перестройки частоты $\pm F_b$ неприменим при частоте менее 150 кГц .

ТАБЛИЦА 11

**Типичная маска категории В фиксированной службы
для нежелательных излучений в области побочных излучений**

(См. рис. 3)

Основная частота излучения	РК (МГц)	Типовая частота символов (~Мбит/с)	Эт. ШП 0,3 кГц	Эт. ШП 1 кГц	Эт. ШП 10 кГц	Эт. ШП 100 кГц
			Fa (МГц)	Fb (МГц)	Fc (МГц)	Fd (МГц)
Ниже 21,2 ГГц (оконечные станции)	$0,01 \leq \text{РК} < 1$	$F_s \cong 0,006 - 0,8$	–	–	14	70
	$1 \leq \text{РК} < 10$	$F_s \cong 0,6 - 8$	–	–	28	70
	$\text{РК} \geq 10$	$F_s \sim > 6$	–	–	49 ⁽¹⁾	70 ⁽¹⁾
Ниже 21,2 ГГц (другие станции)	$0,01 \leq \text{РК} < 1$	$F_s \cong 0,006 - 0,8$	3,5	7	14	70
	$1 \leq \text{РК} < 10$	$F_s \cong 0,6 - 8$	–	14 ⁽¹⁾	28	70
	$\text{РК} \geq 10$	$F_s \sim > 6$	–	–	49 ⁽¹⁾	70 ⁽¹⁾
Выше 21,2 ГГц (все станции)	$1 \leq \text{РК} < 10$	$F_s \cong 0,6 - 8$	–	–	–	70
	$\text{РК} \geq 10$	$F_s > \sim 6$	–	–	–	–

⁽¹⁾ Неприменимо для величины разнесения каналов (РК), которая на 250% превышает эти значения.

Приложение 7

Эталонная ширина полосы для ограничений категории В Сухопутная подвижная служба

Узкополосные системы сухопутной подвижной службы с аналоговой модуляцией и выходной мощностью более 1 Вт, действующие на частотах выше 30 МГц, а также системы сухопутной подвижной службы с цифровой модуляцией в целом обеспечивают высокую эффективность использования спектра, но не могут соответствовать ограничениям категории В для ближних частот вследствие широкополосного шума, генерируемого такими системами. Поэтому необходимо предусмотреть характерные этапы выбора эталонной ширины полосы для получения приемлемой зоны перехода для данной спектральной плотности.

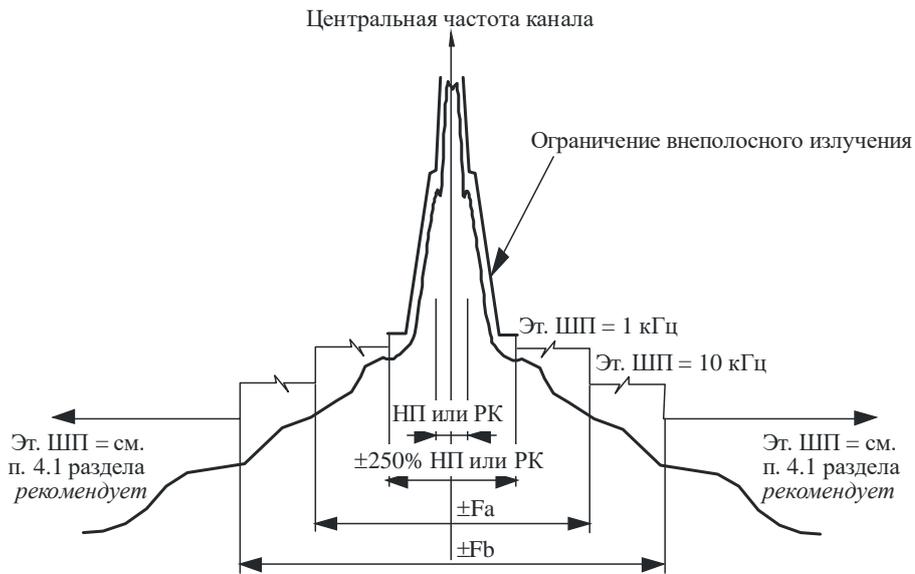
Типичная маска эталонной ширины полосы показана на рис. 4 с функцией контрольных точек разнесения каналов (РК) или необходимой ширины полосы (НП), упоминаемой в таблице 12 для частот менее 1 ГГц, и на рис. 5 с функцией контрольных точек РК или НП, упоминаемой в таблице 13 для частот более 1 ГГц.

Эти маски применяются как для подвижных терминалов, так и для базовых станций.

РИСУНОК 4

Типичная маска категории В сухопутной подвижной службы на частотах ниже 1 ГГц для нежелательных излучений в области побочных излучений

(См. таблицу 12)



SM.0329-04

ТАБЛИЦА 12

Типичная маска категории В сухопутной подвижной службы на частотах ниже 1 ГГц для нежелательных излучений в области побочных излучений

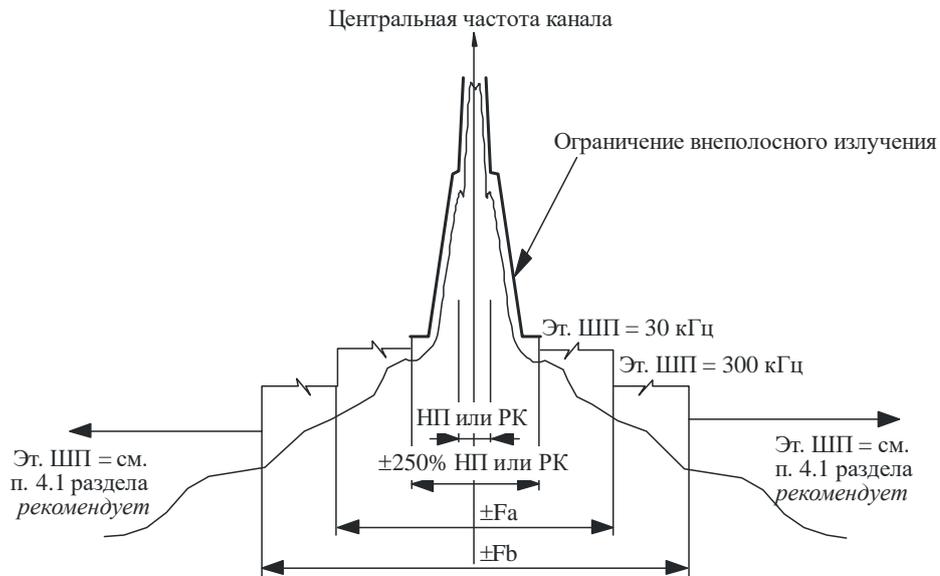
(См. рис. 4)

Fa	100 кГц или $4 \times$ НП в зависимости от того, какое значение больше
Fb	500 кГц или $10 \times$ НП в зависимости от того какое, значение больше

РИСУНОК 5

Типичная маска категории В сухопутной подвижной службы на частотах выше 1 ГГц для нежелательных излучений в области побочных излучений

(См. таблицу 13)



SM.0329-05

ТАБЛИЦА 13

Типичная маска категории В сухопутной подвижной службы на частотах выше 1 ГГц для нежелательных излучений в области побочных излучений

(См. рис. 5)

Fa	500 кГц или $10 \times$ НП в зависимости от того, какое значение больше
Fb	1 МГц или $12 \times$ НП в зависимости от того, какое значение больше