

Рекомендация МСЭ-R SM.1539-2

(09/2024)

Серия SM: Управление использованием спектра

**Изменение границы между областью
внеполосных излучений и областью
 побочных излучений, необходимое
 для применения Рекомендаций
 МСЭ-R SM.1541 и МСЭ-R SM.329**



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 Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <https://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 онлайновой форме по адресу: <https://www.itu.int/publ/R-REC/ru>.)

| Серия | Название |
|------------|---|
| BO | Спутниковое радиовещание |
| BR | Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения |
| BS | Радиовещательная служба (звуковая) |
| BT | Радиовещательная служба (телеизионная) |
| F | Фиксированная служба |
| M | Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская 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, 2025 г.

© ITU 2025

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.1539-2

**Изменение границы между областью внеполосных излучений и областью побочных излучений, необходимое для применения Рекомендаций
МСЭ-R SM.1541 и МСЭ-R SM.329**

(2001-2002-2024)

Сфера применения

Настоящая Рекомендация служит основой для изменения границы между областью внеполосных излучений и областью побочных излучений.

Ключевые слова

Изменение границы, область внеполосных излучений, область побочных излучений, разнос частот, необходимая ширина полосы

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в Рекомендациях МСЭ-R SM.1541 и МСЭ-R SM.329 даны определения терминов "область внеполосных излучений" и "область побочных излучений", но в этих определениях нет точного указания границы между областями внеполосных (ОоВ) и побочных излучений;
- b) что граница между областями ОоВ и побочных излучений важна для применения Рекомендаций МСЭ-R SM.1541 и МСЭ-R SM.329;
- c) что граница между областями ОоВ и побочных излучений, как правило, зависит от необходимой ширины полосы, но при некоторых применениях может зависеть от других параметров, отличных от необходимой ширины полосы;
- d) что граница между областями ОоВ и побочных излучений может требовать изменений, в частности, для узкополосных и широкополосных передач, а также для первичных радиолокаторов;
- e) что в Отчете МСЭ-R SM.2421 содержится полезная информация по данному вопросу применительно к цифровым радиосистемам,

признавая,

- a) что Рекомендация МСЭ-R SM.1138, которая включена посредством ссылки в Регламент радиосвязи (РР), посвящена определению необходимой ширины полосы для различных излучений;
- b) что в Рекомендации МСЭ-R SM.853 и Отчете МСЭ-R SM.2048 представлена дополнительная информация, касающаяся определения необходимой ширины полосы для некоторых излучений, включая немодулированные и модулированные импульсные излучения и различные виды цифровой модуляции;
- c) что в Рекомендациях МСЭ-R SM.1541 (п. 2.3 раздела *рекомендует*) и МСЭ-R SM.329 (пп. 1.4 и 2.3 раздела *рекомендует*) обсуждается необходимая ширина полосы для некоторых излучений с целью определить границу между областями ОоВ и побочных излучений,

отмечая,

что, согласно Рекомендациям МСЭ-R SM.1541 и МСЭ-R SM.329, обычно границей между областями ОоВ и побочных излучений служит частота, отстоящая от центральной частоты излучения на величину, равную 250% от необходимой ширины полосы (см. п. c) раздела *признавая*),

рекомендует

обращаться к Приложению 1 в случае изменения границы между областями ОоВ и побочных излучений, которое может требоваться для применения Рекомендаций МСЭ-R SM.1541 и МСЭ-R SM.329.

Приложение 1

Изменение границы между областями ОоВ и побочных излучений

1 Введение

Как указано в п. 2.3 раздела *рекомендует* Рекомендации МСЭ-R SM.1541 и в п. 2.3 раздела *рекомендует* Рекомендации МСЭ-R SM.329, в случае узкополосных и широкополосных систем (включая системы со многими несущими), а также в некоторых других случаях границу между областями ОоВ и побочных излучений, которая обычно определяется как отстоящая от центральной частоты на величину, равную 250% от необходимой ширины полосы, необходимо изменять. В настоящем Приложении содержится:

- набор руководящих указаний по значениям ширины полосы в спектре, при которых необходимо изменять общее определение; и
- перечень известных случаев, когда требуются дополнительные руководящие указания.

2 Изменения границы для узкополосных и широкополосных систем

Определение необходимой ширины полосы, информацию о ее применимости к многоканальным передатчикам/ретрансляторам или передатчикам/ретрансляторам со многими несущими, а также о ее использовании в фиксированной службе и службе радиоопределения см. в п. 1.4 раздела *рекомендует* Рекомендации МСЭ-R SM.329.

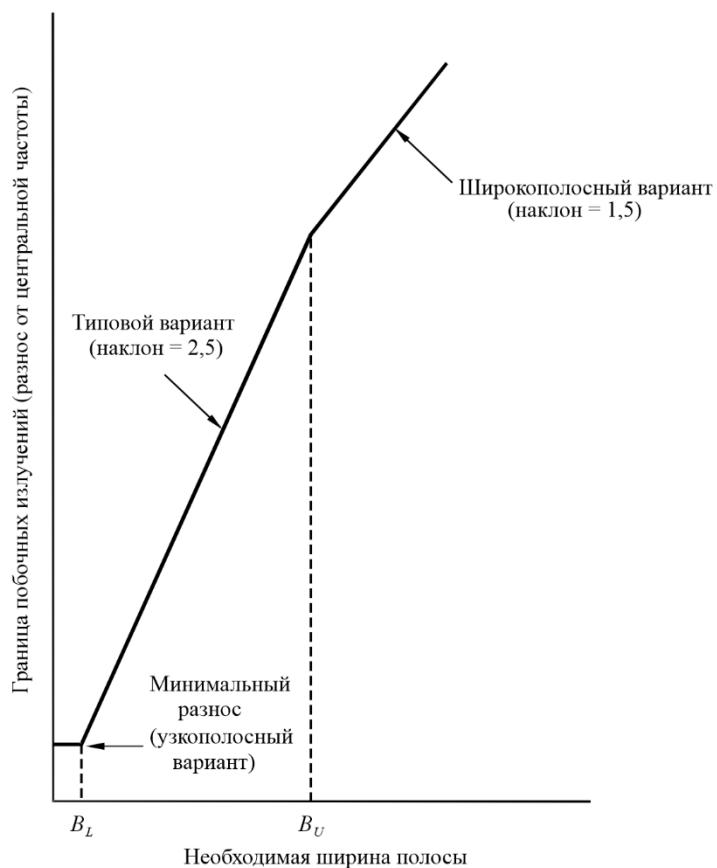
На рисунке 1 показана граница побочных излучений в зависимости от необходимой ширины полосы с указанием возможных вариантов изменения границы. Типовой разнос между центральной частотой и границей побочных излучений составляет 250% от необходимой ширины полосы, что показано на рисунке 1 между вертикальными пунктирными линиями.

Для некоторых узкополосных излучений целесообразно избегать определения областей ОоВ и побочных излучений в очень узких полосах вблизи основного излучения, которые обычно находятся под контролем того же оператора. С другой стороны, для широкополосных излучений необходимо ограничивать линейный рост области ОоВ по сравнению с необходимой шириной полосы для ограничения проникновения излучений в области ОоВ в соседние полосы.

На рисунке 1 показано, как определяется граница для узкополосного и широкополосного вариантов. Если необходимая ширина полосы излучения меньше нижнего порогового значения B_L , граница имеет постоянное значение $2,5 B_L$. И наоборот, если необходимая ширина полосы превышает верхнее пороговое значение B_U , значение границы увеличивается медленнее и рассчитывается по формуле $1,5 B_N + B_U$. В таблице 1 приведены формулы для узкополосного, типового и широкополосного вариантов.

РИСУНОК 1

Граница области побочных излучений в зависимости от необходимой ширины полосы



SM.1593-01

ТАБЛИЦА 1

| Тип излучения | Необходимая ширина полосы (B_N) | Разнос по частоте между центральной частотой и границей побочных излучений |
|------------------------|-------------------------------------|--|
| Узкополосный вариант | $< B_L$ | $2,5 B_L$ |
| Типовой вариант | от B_L до B_U | $2,5 B_N$ |
| Широкополосный вариант | $> B_U$ | $B_U + 1,5 B_N$ |

Следует отметить, что таблица 1 может применяться к асимметричным излучениям, поскольку смещение определяется относительно центра необходимой ширины полосы. Информацию о случаях, когда граница определяется не через необходимую ширину полосы, см. в разделе 3.

В случае узкополосных и широкополосных систем изменение границы побочных излучений также влияет на маски ОоВ, указанные в Рекомендации МСЭ-R SM.1541. Этот вопрос рассматривается в п. 5 раздела рекомендует Рекомендации МСЭ-R SM.1541. Это также касается масок ОоВ, которые могут быть восстановлены по точкам излома, представленным различными значениями ширины полосы на уровне x дБ, приведенными в Отчете МСЭ-R SM.2048 для многих классов излучений.

В таблице 2 приведены руководящие указания для определения общих значений разноса между центральной частотой излучения и началом области побочных излучений. Для узкополосного варианта применяется минимальный разнос, а для типового и широкополосного вариантов существуют отдельные формулы для определения границы.

ТАБЛИЦА 2

Нормативные значения для разноса частот между центральной частотой и границей области побочных излучений

| Диапазон частот | Узкополосный вариант ($B_N < B_L$) | | Типовой разнос | Широкополосный вариант ($B_N > B_U$) | |
|--------------------------|---|----------|-------------------|---|---------------------|
| | B_L | Разнос | | B_U | Разнос |
| 9 кГц $< f_c < 150$ кГц | 250 Гц | 625 Гц | $2,5 B_N$ | 10 кГц | $1,5 B_N + 10$ кГц |
| 150 кГц $< f_c < 30$ МГц | 4 кГц | 10 кГц | $2,5 B_N$ | 100 кГц | $1,5 B_N + 100$ кГц |
| 30 MHz $< f_c < 1$ ГГц | 25 кГц | 62,5 кГц | $2,5 B_N$ | 10 МГц | $1,5 B_N + 10$ МГц |
| 1 ГГц $< f_c < 3$ ГГц | 100 кГц | 250 кГц | $2,5 B_N$ | 50 МГц | $1,5 B_N + 50$ МГц |
| 3 ГГц $< f_c < 10$ ГГц | 100 кГц | 250 кГц | $2,5 B_N$ | 100 МГц | $1,5 B_N + 100$ МГц |
| 10 ГГц $< f_c < 15$ ГГц | 300 кГц | 750 кГц | $2,5 B_N$ | 250 МГц | $1,5 B_N + 250$ МГц |
| 15 ГГц $< f_c < 26$ ГГц | 500 кГц | 1,25 МГц | $2,5 B_N$ | 500 МГц | $1,5 B_N + 500$ МГц |
| $f_c > 26$ ГГц | 1 МГц | 2,5 МГц | $2,5 B_N$ | 500 МГц | $1,5 B_N + 500$ МГц |

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В таблице 2 f_c обозначает центральную частоту излучения. Если присвоенная полоса частот излучений захватывает два диапазона частот, то для всего присвоения могут использоваться значения, соответствующие диапазону более высоких частот.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для случаев, когда вышеуказанные нормативные значения неприменимы, в разделе 3 приведены дополнительные руководящие указания.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Для подтверждения значений разноса частот, приведенных в таблице 2, необходимо провести дополнительные исследования в рамках МСЭ-R.

Пример 1: Необходимая ширина полосы частот излучения на частоте 26 МГц составляет 1,8 кГц. Поскольку $2,5 B_N$ составляет всего 4,5 кГц, то используется минимальный разнос. Область побочных излучений начинается с отметки 10 кГц с каждой стороны от центра необходимой ширины полосы частот.

Пример 2: Необходимая ширина полосы частот излучения на частоте 8 ГГц составляет 200 МГц. Поскольку при $B_N > 100$ МГц на этой частоте применим широкополосный вариант, то область побочных излучений начинается с отметки 400 МГц с каждой стороны от центра необходимой полосы частот. При использовании общей формулы разноса область ОоВ была бы расширена до $2,5 \times 200$ МГц = 500 МГц с каждой стороны от центральной частоты.

3 Случай, когда требуются дополнительные руководящие указания

Приведенные выше руководящие указания подходят для общего применения, а конкретные случаи, когда необходимы дополнительные руководящие указания, приводятся в следующих разделах.

3.1 Случай, когда граница определяется не через необходимую ширину полосы

В некоторых системах ОоВ излучения определяются относительно ширины полосы частот канала или разноса каналов. Эти значения могут использоваться в качестве замены для необходимой ширины полосы частот в разделе 2 при условии, что их можно найти в Рекомендациях МСЭ-R.

3.2 Конкретные типы и полосы служб

Значения разноса частот в таблице 2 выбраны таким образом, чтобы охватить большинство, но не все случаи. Вместо того чтобы устанавливать эти значения по наихудшему случаю в каждом диапазоне, более целесообразно использовать более жесткое значение, а случаи, требующие других значений, указывать отдельно. В таблицах 3 и 4 представлены такие выявленные случаи.

ТАБЛИЦА 3
Узкополосные варианты для систем или полос частот

| Служба | Диапазон частот | Узкополосный вариант ($B_N < B_L$) | |
|----------------------|------------------|--------------------------------------|-------------------|
| | | B_L (кГц) | Разнос (кГц) |
| Фиксированная служба | 14 кГц – 1,5 МГц | 20 | 50 ⁽¹⁾ |
| | 1,5–30 МГц | $P_T > 50$ Вт | 80 |
| | | $P_T \leq 50$ Вт | 30 |

¹⁾ Значение разноса основано на предположении, что максимальное значение необходимой ширины полосы частот равно примерно 3 кГц для полосы частот 14 кГц – 1,5 МГц. Значение разноса 50 кГц очень велико по сравнению с необходимой шириной полосы частот. Это вызвано тем, что нежелательные излучения передатчиков большой мощности при модулированных сигналах должны быть ниже предельных значений побочных излучений (70 дБн) на границе между областями ОоВ и побочных излучений.

²⁾ P_T обозначает мощность передатчика. Значения разноса основаны на предположении, что максимальное значение необходимой ширины полосы частот для полосы частот 1,5–30 МГц равно примерно 12 кГц. Значение разноса 200 кГц для $P_T > 50$ Вт очень велико по сравнению с необходимой шириной полосы частот. Это вызвано тем, что нежелательные излучения передатчиков большой мощности при модулированных сигналах должны быть ниже предельных значений побочных излучений (70 дБн) на границе между областями ОоВ и побочных излучений. К тому же, если будущие системы фиксированной службы, работающие в этой полосе частот, потребуют необходимой ширины полосы более чем 12 кГц, то может появиться необходимость пересмотреть значение разноса 200 кГц. Эти значения разноса были получены на основе ограничений на излучения в области побочных излучений категории А в Рекомендации МСЭ-R SM.329.

ТАБЛИЦА 4
Широкополосные варианты для систем или полос частот

| Служба | Диапазон частот | Широкополосный вариант ($B_N > B_U$) | |
|---|-----------------------------|--|---------------------|
| | | B_U | Разнос |
| Фиксированная служба | 14–150 кГц | 20 кГц | $1,5 B_N + 20$ кГц |
| Фиксированная спутниковая служба (ФСС) | 3,4–4,2 ГГц | 250 МГц | $1,5 B_N + 250$ МГц |
| ФСС | 5,725–6,725 ГГц | 500 МГц | $1,5 B_N + 500$ МГц |
| ФСС | 7,25–7,75 ГГц и 7,9–8,4 ГГц | 250 МГц | $1,5 B_N + 250$ МГц |
| ФСС | 10,7–12,75 ГГц | 500 МГц | $1,5 B_N + 500$ МГц |
| Радиовещательная спутниковая служба (РСС) | 11,7–12,75 ГГц | 500 МГц | $1,5 B_N + 500$ МГц |
| ФСС | 12,75–13,25 ГГц | 500 МГц | $1,5 B_N + 500$ МГц |
| ФСС | 13,75–14,8 ГГц | 500 МГц | $1,5 B_N + 500$ МГц |

3.3 Первичные радиолокаторы службы радиоопределения и других служб

В соответствии с п. 2.3 раздела *рекомендует* Рекомендации МСЭ-R SM.329 излучение в области побочных излучений обычно начинается с частоты, отстоящей от центра излучения на 250% необходимой ширины полосы, за исключением некоторых типов систем, включая излучения с цифровой или импульсной модуляцией. Аналогичные положения содержатся в Приложении 3 к РР. Однако к первичным радиолокаторам службы радиоопределения и других служб, например вспомогательной службы метеорологии, службы космических исследований и спутниковой службы исследования Земли, сложно применять общую концепцию 250% необходимой ширины полосы.

В случае первичных радиолокационных систем крутизна спада маски ОоВ составляет 20 дБ на декаду, начиная с ширины полосы по уровню 40 дБ до ограничений побочных излучений, указанных в таблице 2 Рекомендации МСЭ-R SM.329. Подробное определение границы областей ОоВ/побочных излучений содержится в Приложении 8 к Рекомендации МСЭ-R МСЭ-R SM.1541.

Приведенное выше определение границы является предметом текущих исследований МСЭ с проектной целью обеспечить спад на 40 дБ на декаду, начиная с ширины полосы по уровню 40 дБ.
