

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R S.1855 (01/2010)

**Альтернативная эталонная диаграмма
направленности для антенн земных
станций, используемых со спутниками
на геостационарной орбите в целях
применения при координации и/или
оценке помех в диапазоне
частот от 2 до 31 ГГц**

**Серия S
Фиксированная спутниковая служба**



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 1 МСЭ-R. 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 1 МСЭ-R.

Электронная публикация
Женева, 2010 г.

© ITU 2010

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 S.1855

Альтернативная* эталонная диаграмма направленности для антенн земных станций, используемых со спутниками на геостационарной орбите в целях применения при координации и/или оценке помех в диапазоне частот от 2 до 31 ГГц

(2010)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации приводятся эталонные диаграммы направленности, альтернативные относительно приведенных в Рекомендации МСЭ-R S.465, которые могут использоваться для антенн земных станций как с круговой, так и не с круговой поляризацией, используемых со спутниками на геостационарной орбите (ГСО) и которые могут применяться для координации и/или оценки помех между земными станциями в фиксированной спутниковой службе (ФСС) и станциями других служб, совместно использующими одну и ту же полосу частот, а также при координации и/или оценке помех между системами в ФСС, если нет конкретной информации о диаграмме направленности.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что для координации и оценки взаимных помех между спутниковыми системами радиосвязи и между земными станциями этих систем и станциями других служб, совместно использующими одну и ту же полосу частот, целесообразно использовать для антенн земной станции общую согласованную диаграмму направленности, которая встречается у большинства антенн;
- b) что для определения координационного расстояния и оценки помех между земными и наземными станциями может использоваться диаграмма направленности, в основу которой положен уровень, который соблюдается везде, за исключением небольшого процента пиков боковых лепестков;
- c) что для координации и оценки помех между земными станциями и космическими станциями может использоваться диаграмма направленности для области, близкой к главному лепестку, основанная на огибающей пиковой мощности боковых лепестков в этой области;
- d) что при тех углах от оси главного лепестка, на которых конкретная применяемая облучающая система не оказывает заметного влияния на коэффициент усиления боковых лепестков, диаграммы направленности антенн многих существующих земных станций только незначительно отклоняются от простой обобщенной диаграммы направленности, по крайней мере, в диапазоне частот от 2 до 31 ГГц;
- e) что для антенн Кассегрена в диапазоне углов от оси главного лепестка, где увеличение усиления боковых лепестков обусловлено, главным образом, переливом, диаграммы направленности множества существующих антенн, также согласуются в разумных пределах;
- f) что при больших внеосевых углах наведения необходимо учитывать вероятность отражения от земли;
- g) что использование антенн с наилучшими достижимыми диаграммами направленности будет способствовать наиболее эффективному использованию радиочастотного спектра и геостационарной спутниковой орбиты (ГСО);

* В настоящей Рекомендации приводится альтернативная эталонная диаграмма направленности, которая должна рассматриваться в тех случаях, когда использование этой эталонной диаграммы направленности приводит к улучшению условий совместного использования по сравнению с Рекомендацией МСЭ-R S.465, в которой также приводится эталонная диаграмма направленности земной станции для использования при координации и/или оценке помех. Смотрите также пункт c) раздела *отмечая*.

h) что в случае малых антенн (отношение диаметра к длине волны (D/λ) менее 46,8), может потребоваться некоторое ослабление требований к диаграмме направленности для дальних боковых лепестков и задних лепестков по сравнению с огибающей диаграммы направленности, приведенной в Рекомендации МСЭ-R S.465,

признавая,

a) что для огибающей диаграммы направленности любой неосесимметричной формы апертуры антенны минимальный внеосевой угол, к которому применима эталонная диаграмма направленности, может изменяться в зависимости от угла поворота антенны вокруг оси главного лепестка,

отмечая,

a) что на основе принципа взаимности, для одной и той же или соседней полосы частот, огибающая диаграммы направленности приемных антенн должна быть аналогичной той, которая применяется для передающих антенн;

b) что увеличение эффективности использования орбиты привело к росту числа малых антенн, имеющих большие физические размеры, что связано с тем, что из местоположения земной станции видна большая часть дуги ГСО (в настоящей Рекомендации определена как D_{GSO}), следовательно, к улучшению внеосевых характеристик в плоскости ГСО;

c) что в случае малых антенн, где дальние боковые лепестки и задние лепестки не соответствуют диаграмме направленности из Рекомендации МСЭ-R S.465, но соответствуют диаграмме направленности из этой Рекомендации, происходит небольшое воздействие на спектральную и орбитальную эффективность, однако использование таких антенн может привести к усложнению координации с другими службами, использующими ту же полосу частот и, следовательно, такое использование должно быть ограничено полосами частот, распределенными на первичной основе и не используемыми другими службами, или такими ситуациями, когда, либо не проводилась предварительная координация, либо еще не разработаны условия совместного использования частот с другими службами,

рекомендует,

1 что при отсутствии конкретной информации о диаграмме направленности антенн, используемых со спутниками на геостационарной орбите, эталонные диаграммы направленности, приведенные в п. 2 раздела *рекомендует* и в зависимости от Примечаний в п. 3 раздела *рекомендует* могут использоваться для:

1.1 координации и/или оценки помех между земными станциями фиксированной спутниковой службы (ФСС) и любыми станциями других служб, совместно использующих одну и ту же полосу частот;

1.2 координации и/или оценки помех между системами ФСС;

2 что для антенн, работающих со спутниками на ГСО при углах между рассматриваемым направлением и осью главного лепестка в направлении ГСО, могут применяться следующие эталонные диаграммы направленности:

2.1 для антенн земных станций с отношением диаметра к длине волны¹ (D/λ), превышающим или равным 46,8 (см. Примечание 1):

$$G(\varphi) = 29 + 3 \sin^2(\theta) - 25 \log(\varphi) \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad \varphi_{\min} \leq \varphi \leq 7^\circ$$

$$G(\varphi) = 7,9 + \left(3 \sin^2(\theta)\right) \left(\frac{9,2 - \varphi}{2,2}\right) \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 7^\circ < \varphi \leq 9,2^\circ$$

$$G(\varphi) = 32 - 25 \log(\varphi) \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 9,2^\circ < \varphi \leq 48^\circ$$

$$G(\varphi) = -10 \quad \text{дБи} \quad \text{для} \quad 48^\circ < \varphi \leq 180^\circ,$$

¹ В случае использования антенны с круговой апертурой D является диаметром антенны. Для простоты в пп. 2.1 и 2.2 раздела *рекомендует* отношение D/λ называется отношением диаметра к длине волны (см. Примечание 1).

$$\varphi_{min} = 15,85 \left(\frac{D}{\lambda} \right)^{-0,6} \text{ или } 118 \left(\frac{D}{\lambda} \right)^{-1,06} \text{ градусов, в зависимости от того, какое значение больше,}$$

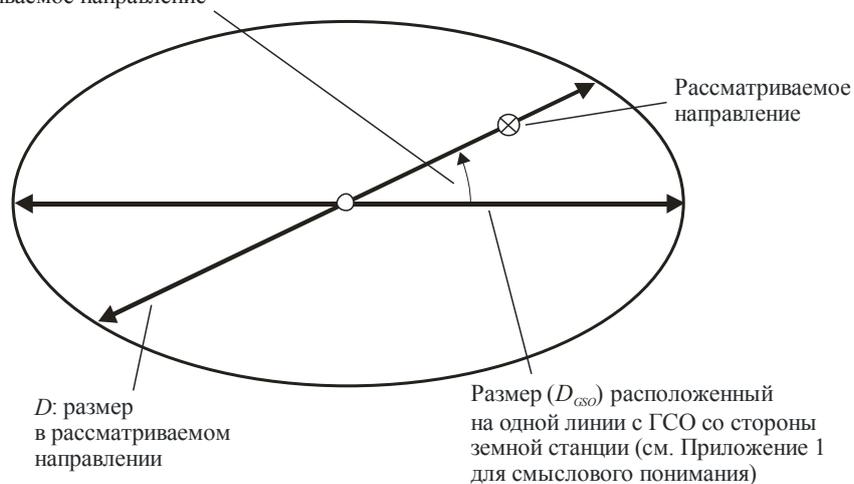
где:

- φ : внеосевой угол между рассматриваемым направлением и линией прицеливания (градусы);
- φ_{min} : минимальный внеосевой угол, к которому применяется огибающая усиления $29 + 3 \sin^2(\theta) - 25 \log(\varphi)$ (градусы);
- $G(\varphi)$: коэффициент усиления антенны по отношению к изотропной антенне (дБи);
- D : размер апертуры антенны (м) в рассматриваемой плоскости, как показано на рисунке 1;
- λ : длина волны (м);
- θ : угол (градусы) между плоскостью, содержащей ось главного лепестка и плоскость D_{GSO} , и рассматриваемой плоскостью, где *рассматриваемая плоскость* проходит через ось главного лепестка и рассматриваемое направление (см. рисунок 1)²;

РИСУНОК 1

Параметры, связанные с апертурой антенны

θ : угол (градусы) между плоскостью, содержащей ось главного лепестка и размер D_{GSO} и рассматриваемой плоскостью, где *рассматриваемая плоскость* проходит через ось главного лепестка и рассматриваемое направление



1855-01

ПРИМЕЧАНИЕ 1. — Эллипс и размеры D и D_{GSO} отображают физическую апертуру, тогда как угол θ и рассматриваемое направление используются для определения эталонной диаграммы направленности.

² В случае использования антенны с круговой апертурой, коэффициент $3 \sin^2(\theta)$ равен нулю для всех углов θ в случаях, где рабочие характеристики являются одинаковыми для всех углов (θ).

2.2 для антенн земных станций с отношением диаметра к длине волны (D/λ) меньшим, чем 46,8 и большим или равным 15 (см. Примечания 1, 2 и 3):

$G(\varphi) = 29 + 3 \sin^2(\theta) - 25 \log(\varphi)$	дБи	для	$\varphi_{min} \leq \varphi \leq 7^\circ$
$G(\varphi) = 7,9 + \left(3 \sin^2(\theta)\right) \left(\frac{9,2 - \varphi}{2,2}\right)$	дБи	для	$7^\circ < \varphi \leq 9,2^\circ$
$G(\varphi) = 32 - 25 \log(\varphi)$	дБи	для	$9,2^\circ < \varphi \leq 30,2^\circ$
$G(\varphi) = -5$	дБи	для	$30,2^\circ < \varphi \leq 70^\circ$
$G(\varphi) = 0$	дБи	для	$70^\circ < \varphi \leq 180^\circ$,

φ , φ_{min} , θ и $G(\varphi)$ определены в п. 2.1 раздела *рекомендует*;

3 что следующие Примечания следует рассматривать как часть настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для определения D/λ у антенны с не круговой апертурой, для того чтобы применить пп. 2.1 или 2.2 раздела *рекомендует*, должен применяться эквивалентный диаметр.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В диаграмме направленности из п. 2.2 раздела *рекомендует* представлена максимальная огибающая, особенно в отношении задних лепестков. Измерения показали, что некоторые антенны с $D/\lambda < 46,8$ могут соответствовать более строгой диаграмме направленности, приведенной в п. 2.1 раздела *рекомендует*.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В настоящей Рекомендации предполагается, что в любом рассматриваемом направлении минимальное отношение (D/λ) не меньше 15.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Настоящая Рекомендация применяется только в тех случаях, когда внеосевой угол φ между рассматриваемым направлением и осью антенны больше или равен φ_{min} .

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Для того чтобы показать соответствие с эталонной диаграммой направленности, приведенной в п. 2 раздела *рекомендует*, измерения диаграмм направленности антенны необходимо проводить только в двух плоскостях: в первой, содержащей ось главного лепестка и D_{GSO} , и второй, содержащей ось главного лепестка и являющейся ортогональной к первой для внеосевых углов больше или равных φ_{min} . В целях применения настоящей Рекомендации эталонные диаграммы направленности, приведенные в п. 2 раздела *рекомендует*, позволяют определить коэффициент усиления во всех других направлениях для внеосевых углов больше или равных φ_{min} .

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Расчет минимального угла φ_{min} , используемого п. 2 раздела *рекомендует*, требует определения размера D поперечного сечения апертуры антенны. В случае использования круговой или эллиптической антенны более подробную информацию для расчета D при углах поворота θ в направлении против часовой стрелки вокруг главной оси, следует взять из Приложения 1.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Для координации приемных антенн земных станций, где формула для φ_{min} , приведенная в п. 2 раздела *рекомендует* дает в рассматриваемом направлении значение более $2,5^\circ$, следует использовать значение $\varphi_{min} = 2,5^\circ$.

Приложение 1

Для применения с целью координации при использовании данных, представленных в соответствии с форматом Приложения 4 к Регламенту радиосвязи (РР), размеры эквивалентной площади апертуры антенны могут определяться для любой круговой или эллиптической апертуры. Для того чтобы упростить применение данной эталонной диаграммы направленности антенны земной станции, в *Библиотеке диаграмм направленности* Бюро радиосвязи используются два параметра, D_{GSO} и D_{eq} , необходимые для правильного определения эталонной диаграммы направленности с применением

уравнений из п. 2 раздела *рекомендует*. Параметр D_{GSO} является элементом общих данных из Приложения 4 РР, который необходимо предоставлять во всех случаях, когда имеет место ослабление огибающей диаграммы направленности в соответствии с п. 2 раздела *рекомендует* в тех направлениях, которые не соответствуют направлению на дугу ГСО. Если антенна имеет круговую апертуру и ее рабочие характеристики для всех углов (θ) одинаковы, как в рассматриваемом направлении, где $\theta = 0^\circ$ и $\theta = \pm 180^\circ$ и где нет ослабления огибающей диаграммы для направлений, которые не соответствуют направлению на дугу ГСО, то значение для D_{GSO} не определено.

Эквивалентный диаметр (D_{eq}) можно рассчитать по следующей формуле:

$$D_{eq} = \sqrt{\frac{G_{max}}{\eta}} \cdot \frac{\lambda}{\pi}, \quad (1)$$

где:

G_{max} : коэффициент усиления антенны в основной оси антенны, выраженный в виде отношения;

λ : длина волны (м);

η : эффективность апертуры антенны, выраженная в виде дроби.

Зная D_{eq} и D_{GSO} , размер поперечного сечения антенны D (см. рисунок 1) описывается с помощью эквивалентной площади эллипса, который может определяться углом поворота θ в направлении против часовой стрелки от плоскости ГСО. Выражение для D :

$$D = \frac{\frac{D_{GSO}}{K}}{\sqrt{\sin^2 \theta + \left(\frac{1}{K}\right)^2 \cdot \cos^2 \theta}}, \quad (2)$$

где параметр $K = \left(\frac{D_{GSO}}{D_{eq}}\right)^2$.

В рассматриваемом направлении с углом поворота θ величина D может использоваться напрямую для расчета минимального угла ϕ_{min} из п. 2 раздела *рекомендует*.