

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R SM.2061-0
(08/2014)

Процедура испытаний для измерения устойчивости радиопеленгаторов к многолучевому распространению

Серия SM
Управление использованием спектра

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	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, 2015 г.

© ITU 2015

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.2061-0*

Процедура испытаний для измерения устойчивости радиопеленгаторов к многолучевому распространению

(2014)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлены процедуры испытаний для измерения устойчивости фиксированных и подвижных радиопеленгаторов (РП) к многолучевому распространению.

Ключевые слова

РП, радиопеленгатор, процедура испытаний, устойчивость, многолучевое распространение, отражение, открытое место проведения испытания, ОМПИ.

Соответствующие Рекомендации, Отчеты МСЭ

Рекомендация МСЭ-R SM.2060.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В каждом случае следует использовать последнее издание действующих Рекомендаций/Отчета.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что в Справочнике МСЭ по радиоконтролю (издание 2011 г.) МСЭ-R опубликовал данные по устойчивости радиопеленгаторов (РП) к искажениям фронта волны при различных методах радиопеленгации;
- b)* что устойчивость к искажениям фронта волны является важной спецификацией РП, поскольку искажение фронта волны от многолучевого распространения на практике является типичным явлением;
- c)* что спецификация устойчивости РП к искажениям фронта волны в существенной степени зависит от применяемых процедур испытаний;
- d)* что процедура испытаний для измерения устойчивости РП к искажениям фронта волны не должна зависеть от конструкции радиопеленгатора;
- e)* что четко определенные процедуры испытаний для измерения устойчивости РП к искажениям фронта волны в целях испытания воздействия многолучевого распространения в условиях, приближенных к реальным, если они будут приняты всеми производителями радиопеленгаторов, предназначенных для гражданского радиоконтроля, обеспечат преимущество для пользователей таких радиопеленгаторов, которое состоит в том, что станет возможной более простая и более объективная оценка продуктов различных производителей,

рекомендует

1 использовать приведенный в Приложении 1 метод измерений для определения устойчивости фиксированных и подвижных радиопеленгационных систем к искажениям фронта волны в связи с многолучевым распространением и для сообщения соответствующей информации.

* В апреле 2015 года 1-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла редакционные изменения в настоящую Рекомендацию в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1.

Приложение 1

Устойчивость к искажениям фронта волны в связи с многолучевым распространением: процедура испытаний для фиксированных и подвижных радиопеленгаторов

1 Общие положения

В обычных условиях распространению волн между излучателем и РП препятствуют здания, горы, холмы и др. Даже в случае зоны прямой видимости в результате отражения, дифракции и рефракции будут возникать вторичные волны, которые будут налагаться на прямую волну в месте приема в качестве мешающих полей. Если уровень мощности компонента волны, создающего помехи, ниже, чем у полезного компонента волны, то погрешность пеленга может быть сведена к минимуму с помощью выбора подходящих конструктивных параметров радиопеленгатора. Настоящая Рекомендация служит для измерения устойчивости РП к искажениям фронта волны в результате воздействия вторичной волны (отражения). Она предназначена для использования при приводимом в качестве примера измерении одного образца проверяемой системы РП серийного производства.

2 Принципы измерения

Измерение будет проходить при упрощенных условиях, что таким образом позволит проводить более простые испытания и легко воспроизводить результаты в любое время и в любом месте. Затем для воспроизведения многолучевой среды предлагается расположить две передающие антенны (двухлучевое поле, создаваемое одним передатчиком). Обе антенны подключены к испытываемому передатчику через делитель мощности. С использованием аттенюатора можно установить амплитуду сигнала, который представляет отражение (вторичную волну), и таким образом определить отношение амплитуд между прямым (первичным) лучом и отраженным (вторичным) лучом. Угол прихода и фазовый угол вторичной волны различны. Принимая во внимание задачу упрощения измерения, намеренно не учитываются воздействие типа модуляции (включая сигналы фазы и изменяющиеся во времени сигналы), коэффициент заполнения сигнала, ширина полосы, поляризация сигнала, а также продолжительность сигнала, шум и другой сигнал и параметры качества РП (например, чувствительность РП), для того чтобы сделать процедуру испытаний менее сложной и сократить время измерений. Измерение осуществляется в иной среде, свободной от отражения, такой как открытое место проведения испытания (ОМПИ) или безэховая камера¹.

В дополнение к описываемой здесь рекомендованной процедуре измерения, измерить устойчивость РП к искажениям фронта волны можно с помощью многоканальных эмуляторов, которые могут моделировать воздействие распространения в реальной среде, в ситуациях, когда ОМПИ или безэховая камера недоступны.

3 Комплект измерительного оборудования

Предлагаемый комплект измерительного оборудования показан на рисунке 1. Для обеспечения четко определенного сценария двухлучевого распространения среда РП и передающих антенн должна быть свободной от отражающих препятствий и помех, как это отмечено в Рекомендации МСЭ-R SM.2060-0. Расстояния между антенной РП и обеими передающими антеннами, а также высота всех рассматриваемых антенн должны соответствовать Рекомендации МСЭ-R SM.2060-0.

¹ Определение ОМПИ содержится в ряде документов по стандартам, таких как ANSI C63.7, CISPR или EN55 022. ОМПИ рассматривается как линия прямой видимости без мешающего сигнала, без отражения и дальняя зона (область Фраунгофера).

4 Процедура измерения

Для моделирования базовой многолучевой среды (двухлучевое поле, образуемое одним передатчиком) рекомендуется экспериментальный испытательный стенд, показанный на рисунке 1:

- немоделированный непрерывно излучаемый входной сигнал S на различных измеряемых частотах в пределах рабочего диапазона частот РП генерируется с использованием генератора сигналов;
- входной сигнал S разделяется на сигналы $S1$ и $S2$ с помощью делителя мощности;
- сигнал $S1$ передается передающей антенной 1; и
- к сигналу $S2$ добавляются ослабление и фазовый сдвиг, прежде чем он будет передан передающей антенной 2 из другого угла, чем сигнал $S1$.

Сигналы $S1$ и $S2$ должны иметь достаточно высокий уровень мощности, чтобы обеспечивать минимальное значение S/N в размере 20 дБ (для того, чтобы системный шум не влиял на результаты измерений).

В связи с тем, что устойчивость РП к искажениям фронта волны, как правило, изменяется с частотой, требуется повторять измерение для различных частот измерения. Частоты измерения выбираются в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.2060-0.

Для каждой частоты измерения сигнал $S2$, поступающий с антенны $A2$ ("отраженный" сигнал), различается по азимуту, амплитуде и фазовому сдвигу следующим образом:

- значение разницы углов прихода $\Delta\theta$ между отраженной волной $S2$ и основной волной $S1$ установлено на 20° , 60° и 90° ;
- значение амплитудного коэффициента α отраженной волны $S2$ и основной волны $S1$ установлено таким образом, что уровень мощности $S2$ равен 0,25 (-6 дБ) по отношению к $S1$ на антенне РП. Следует отметить, что в величине α учтены все усиления и потери по кабелям, антеннам и в воздухе;
- положительное значение разницы в задержке по времени Δt отраженной волны $S2$ установлено таким образом, что на антенне РП появляется разница фаз $\Delta\varphi$ в размере $0^\circ \pm 5^\circ$, $90^\circ \pm 5^\circ$ и $200^\circ \pm 5^\circ$ между $S1$ и $S2$. Отмечается, что в величине Δt учтены все задержки распространения по кабелям, антеннам и в воздухе. Отмечается также, что фазовый сдвиг может применяться регулируемым фазовращателем или на линии задержки, кроме того включен запас $\pm 5^\circ$ для учета неопределенностей установки и конфигурации, например небольших отклонений местоположений антенны при размещении.

Для всех описанных выше различных настроек измеряется погрешность пеленга и рассчитывается среднеквадратичное значение погрешности пеленга по формуле, содержащейся в Рекомендации МСЭ-R SM.2060-0, что в результате дает одно среднеквадратичное значение погрешности пеленга для каждой частоты измерения. Окончательный результат представляется в виде таблицы или графика с указанием среднеквадратичного значения погрешности пеленга для каждой частоты измерения, как показано в таблице 1.

Следует отметить, что рекомендуемая процедура измерения основана на одном угле прихода первичной волны. Но в некоторых случаях было бы желательным, чтобы измерялись различные углы прихода первичной волны с помощью вращения антенны. Если применяются такие специальные тестовые условия, то это следует указывать в протоколах испытаний.

РИСУНОК 1

Комплект измерительного оборудования для определения устойчивости радиопеленгатора к искажениям фронта волны



SM.2061-01

ТАБЛИЦА 1

Примерная таблица данных измерения

[Модуляция сигнала: _____ Поляризация сигнала: _____ Относительный уровень мощности S2 на антенне РП: __ (дБ)]

Номер	Истинный азимут	$\Delta\theta$	$\Delta\varphi$	Частота 1		Частота 2		Частота 3		Частота M	
				РП	Δ	РП	Δ	РП	Δ	РП	Δ
1	0°	20°	0°								
2				90°							
3				200°							
		60°	0°								
				90°							
				200°							
		90°	0°								
				90°							
				200°							
...

Отмечается, что Δ – это разность между истинным азимутом (углом испытательной антенны передатчика) и пеленгом, демонстрируемым оборудованием РП.

Пример спецификации в технических данных по устойчивости РП к условиям многолучевого распространения:

Частота	f_1	f_2	f_3	...	f_N
Среднеквадратичное значение погрешности РП	Среднеквадратичное значение погрешности РП на f_1	Среднеквадратичное значение погрешности РП на f_2	Среднеквадратичное значение погрешности РП на f_3	...	Среднеквадратичное значение погрешности РП на f_N
