

МСЭ-R
Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R SM.1840
(12/2007)

**Процедура испытаний для измерения
чувствительности приемников
радиоконтроля, использующих
сигналы с аналоговой модуляцией**

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 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, 2011 г.

© ITU 2011

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.1840-0*

Процедура испытаний для измерения чувствительности приемников радиоконтроля, использующих сигналы с аналоговой модуляцией

(2007)

Сфера применения

Настоящая Рекомендация относится к группе рекомендаций, в которых описываются методы испытаний для определения технических параметров приемников радиоконтроля, важных для пользователей этих приемников. Если производители следуют описанным методам, то сравнение различных приемников упрощается. В настоящей Рекомендации приводится описание процедуры испытаний для измерения чувствительности приемников. Это описание процедуры испытаний рекомендуется всем производителям, при этом преимущество для пользователей таких приемников заключается в возможности проведения более простой и более объективной оценки качества продукта.

Ключевые слова

Процедура испытаний, измерения чувствительности, приемник радиоконтроля, сигналы с аналоговой модуляцией.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в Справочнике МСЭ по радиоконтролю (издание 2011 г.) опубликованы типичные рекомендуемые характеристики аналоговых и цифровых приемников контроля, но ничего не говорится о процедурах испытаний, на основе которых были получены такие характеристики;
- b) что одной из характеристик, которая больше всего зависит от применяемых процедур испытаний, является чувствительность;
- c) что чувствительность приемника является критерием его способности принимать слабые сигналы и производить выходной сигнал, имеющий пригодный уровень и приемлемое качество;
- d) что уровень чувствительности, указанный в техническом паспорте приемника, в высшей степени зависит от частот, использованных при испытании, параметров модуляции, использованной ширины полосы фильтра ПЧ, отношения сигнал-помеха с учетом значения шумов и искажений (SINAD), а также температуры внешней среды, преобладающей во время испытаний;
- e) что вследствие прямой зависимости от шумового коэффициента, характеристика чувствительности прямо влияет на пригодность приемника для использования в качестве устройства контроля;
- f) что в условиях отсутствия заданной процедуры испытаний необходимо обеспечивать сопоставимость характеристик чувствительности, публикуемых производителями, путем проведения некоторых преобразований и что выполнение этих преобразований может оказаться сложным или даже невозможным;
- g) что заданная процедура испытаний чувствительности должна быть независимой от конструктивного исполнения приемника;
- h) что строго установленная процедура испытаний чувствительности, если она будет принята всеми производителями приемников радиоконтроля, обеспечит конкретное преимущество для

* В 2010 и 2019 годах 1-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла поправки редакционного характера в настоящую Рекомендацию в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1.

пользователей таких приемников, заключающееся в возможности проведения более простой и более объективной оценки качества продукта и предотвращения тем самым различных неточностей;

j) что дополнительная информация об этих измерениях чувствительности может быть получена в Отчете МСЭ-R SM.2125 – Параметры ВЧ/ОВЧ/УВЧ приемников и станций радиоконтроля и процедуры измерений при их использовании,

рекомендует,

1 что для случаев, в которых чувствительность приемников радиоконтроля, использующих сигналы с аналоговой модуляцией, установлена администрациями, следует использовать метод измерения, представленный в Приложении 1.

Приложение 1

Процедура испытаний для измерения чувствительности приемников радиоконтроля, использующих сигналы с аналоговой модуляцией

1 Общие аспекты

В настоящем Приложении содержится описание процедуры испытаний для определения чувствительности приемников радиоконтроля.

Чувствительность зависит от:

- коэффициента шума;
- типа модуляции;
- частот, использованных для испытания;
- ширины полосы ПЧ, использованной для испытания;
- значения SINAD;
- частоты модуляции;
- индекса модуляции (для АМ);
- частотного отклонения (для ЧМ);
- настройки предусилителя;
- температуры, преобладающей во время испытаний.

Кроме того, для правильной оценки чувствительности:

- измерения должны проводиться по всему диапазону частот приемника;
- производитель должен точно установить и опубликовать в техническом паспорте наихудшее значение чувствительности по всему рабочему диапазону приемника. Поскольку значения чувствительности зависят от частоты, то производитель может счесть необходимым дополнительно указать чувствительность для отдельных полос частот или диапазонов;
- *среднее значение* (среднее арифметическое значение нескольких контрольных измерений) также может быть указано;
- опубликованные значения чувствительности должны действовать для всего температурного диапазона, указанного в техническом паспорте. В техническом паспорте должны быть также упомянуты ограничения, если таковые имеются.

2 Основы измерений чувствительности

Чувствительность приемника определяется как минимальный уровень сигнала (мкВ, дБмкВ или дБм) на входе приемника для демодуляции и звукового прослушивания принятого сигнала. Минимальный звуковой сигнал приемлемого качества должен определяться путем измерения SINAD.

Модулированный тестовый сигнал, созданный генератором сигнала, подается на вход антенны приемника. Анализатор звука соединен со звуковым выводом.

Принцип такого измерения состоит в том, чтобы уменьшать уровень сигнала в генераторе сигнала до тех пор, пока не будет достигнуто соответствующее значение SINAD. Это значение SINAD измеряется на анализаторе звука.

Измерения должны проводиться по всему частотному диапазону путем настройки генератора сигнала и приемника на тестовые сигналы с частотами f_1, f_2, \dots, f_n .

АМ модуляция для ВЧ и ОВЧ/УВЧ диапазона

В этом случае уровень чувствительности указывается как:

Чувствительность (АМ) $\leq X$ на
(предусилитель "включен") ширине полосы в 6 кГц
SINAD 12 дБ
 $f_{\text{mod}} = 1$ кГц
 $m = 0,5$

ЧМ модуляция для ВЧ диапазона

В этом случае уровень чувствительности указывается как:

Чувствительность (ЧМ) $\leq X$ на
(предусилитель "включен") ширине полосы в 8 кГц
SINAD 20 дБ
 $f_{\text{mod}} = 1$ кГц
 $\Delta f = 2,4$ кГц

ЧМ модуляция для ОВЧ/УВЧ диапазона

В этом случае уровень чувствительности указывается как:

Чувствительность (ЧМ) $\leq X$ на
(предусилитель "включен") ширине полосы в 15 кГц
SINAD 20 дБ
 $f_{\text{mod}} = 1$ кГц
 $\Delta f = 5$ кГц,

где:

X – измеренная чувствительность, указанная в мкВ (или дБмкВ или дБм)
указывается использованная ширина полосы
указывается соответствующее значение SINAD
частота модуляции составляет 1 кГц
индекс модуляции m для АМ
частотное отклонение Δf для ЧМ.

Измерения должны проводиться по всему частотному диапазону путем настройки приемника на тестовые сигналы с частотами f_1, f_2, \dots, f_n . На одну октаву следует выбирать не менее двух частот, равномерно распределяемых по всему частотному диапазону приемника.

Приемник должен быть настроен для работы в нормальных условиях эксплуатации. Если существует входной аттенюатор, то он должен быть переключен на затухание 0 дБ. Автоматическая регулировка усиления (АРУ) во время испытаний должна находиться в положении "включено". Если имеется переключаемый предусилитель, то измерения должны проводиться при включенном режиме

предусилителя. Режим "предусилитель включен" может также быть изображен, как "режим высокой чувствительности" или "режим с низким уровнем шума".

3 Описание процедуры испытаний для измерения чувствительности приемников радиоконтроля, использующих сигналы с аналоговой модуляцией

В дополнение к общим аспектам и основам, изложенным в пп. 1 и 2, выше, к измерениям применяются следующие описания:

Измерения должны проводиться для двух основных режимов модуляции АМ (А3Е) и ЧМ (F3Е) на тестовых частотах f_1, f_2, \dots, f_n .

Подбор тестовых частот осуществляется как это предусмотрено в п. 2.

Настройка генератора сигналов

для АМ в диапазоне 9 кГц – 3000 МГц:

Режим модуляции	АМ
Частота модуляции	1 кГц
Индекс модуляции	0,5

для ЧМ в диапазоне 9 кГц – 30 МГц:

Режим модуляции	ЧМ
Частота модуляции	1 кГц
Частотное отклонение	2,4 кГц

для ЧМ в диапазоне 20–3000 МГц:

Режим модуляции	ЧМ
Частота модуляции	1 кГц
Частотное отклонение	5 кГц

Настройка приемника

для АМ:

Режим модуляции	АМ
Ширина полосы ПЧ	6 кГц

для ЧМ в диапазоне 9 кГц – 30 МГц:

Режим модуляции	ЧМ
Ширина полосы ПЧ	8 кГц

для ЧМ в диапазоне 20–3000 МГц:

Режим модуляции	ЧМ
Ширина полосы ПЧ	15 кГц

Если рекомендованная ширина полосы фильтра ПЧ в приемнике отсутствует, то необходимо выбрать следующую более высокую ширину полосы фильтра.

Должен быть указан аудиофильтр, использованный для измерения.

Настройка анализатора звука:

Анализатор звука должен быть выставлен в режим измерения "SINAD".

Псофометрический аудиофильтр (Рекомендация МСЭ-Т P.53) в анализаторе звука должен быть включен.

Процедура измерения

Увеличивать уровень генератора сигнала до тех пор, пока анализатор звука не отобразит устойчивое значение SINAD, равное приблизительно 30 дБ.

Уменьшать уровень сигнала до тех пор, пока значение SINAD не достигнет 12 дБ (для АМ) или 20 дБ (для ЧМ). Соответствующее значение уровня, указанное на генераторе сигнала, и является чувствительностью приемника.

4 Перевод единиц измерения

Если значение чувствительности выражено в мкВ, то оно должно быть переведено в дБм, при этом:

$$\text{Значение (дБмкВ)} = 20 \log \text{Значение (мкВ)} \quad \text{например, для 1 мкВ:} \quad 20 \log 1(\text{мкВ}) = 0 \text{ дБмкВ};$$

$$\text{Значение (дБм)} = \text{Значение (дБмкВ)} - 107 \quad \text{например, для 0 дБмкВ:} \quad 0 \text{ дБмкВ} - 107 = -107 \text{ дБм},$$

предположив, что сопротивление на входе равно 50 Ом.
