

Международный союз электросвязи

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R SM.1392-2
(01/2011)

**Необходимые требования к системе
контроля за использованием спектра
в развивающихся странах**

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 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.1392-2

**Необходимые требования к системе контроля за использованием спектра
в развивающихся странах**

(1999-2000-2010)

Сфера применения

В особой ситуации, характерной для развивающихся стран, в частности в условиях бюджетных ограничений, требуется тщательно планировать национальную систему контроля за использованием спектра. В настоящей Рекомендации приводятся некоторые руководящие указания в этом отношении.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в условиях возрастающего использования радиослужб в развивающихся странах требуется более эффективно использовать радиочастотный спектр;
- b) что контроль за использованием спектра является важным средством управления использованием частот в целом, а также проверки эффективности использования радиочастотного спектра в частности;
- c) что системы контроля за использованием спектра нередко составляют наиболее дорогостоящую часть национальной системы управления использованием спектра, оптимальная реализация которой, включая создание сети, имеет существенные экономические последствия;
- d) что оборудование контроля за использованием спектра становится все более сложным и обеспечивает все больше новых функций, и для его надлежащего функционирования требуется наличие высокопрофессионального и хорошо обученного персонала, а также наличие необходимой инфраструктуры для испытания, калибровки и технического обслуживания оборудования, в том числе антенн;
- e) что в Рекомендации МСЭ-R SM.1050 определены задачи службы радиомониторинга;
- f) что необходимо определить минимальные требования к системам радиомониторинга развивающихся стран, с тем чтобы эти системы могли выполнять свои задачи, связанные с управлением использованием спектра на национальном уровне, и могли составлять часть международной системы радиомониторинга,

отмечая

пересмотр Справочника МСЭ по контролю за использованием спектра, утвержденный в 2010 году,

рекомендует,

чтобы в целях выполнения установленных в Рекомендации МСЭ-R SM.1050 задач при разработке систем радиомониторинга в развивающихся странах соблюдались требования Приложения 1, приведенные в соответствии с национальными требованиями.

Приложение 1

1 Введение

Станции радиомониторинга в развивающихся и развитых странах, в основном, выполняют одни и те же задачи, и, следовательно, к ним предъявляются одинаковые требования. Однако отличия с точки зрения имеющегося бюджета и численности персонала могут быть существенными. В связи с этим, чтобы свести эти отличия к минимуму, необходимы основательное планирование и тщательная разработка систем.

Цель настоящей Рекомендации состоит в том, чтобы предоставить некоторые руководящие указания в отношении того, как создать систему контроля за использованием спектра в условиях имеющихся ограниченных ресурсов.

2 Задачи

2.1 Общие задачи

Существуют четыре главные задачи службы радиомониторинга, которые вытекают из Регламента радиосвязи (РР):

- контроль излучений на предмет соблюдения положений, касающихся частотного присвоения;
- наблюдения за полосами частот и измерения занятости каналов;
- расследование случаев вредных помех;
- выявление и устранение источников незаконных излучений.

Более подробно эти задачи определены в Рекомендации МСЭ-R SM.1050.

В главах 1 и 2 Справочника МСЭ по контролю за использованием спектра, утвержденного в 2010 году (в дальнейшем именуемого "Справочник"), перечислены дополнительные задачи, например инспектирование радиостанций на местах, которые могут быть поручены службе радиомониторинга.

2.2 Задачи измерения

При более внимательном рассмотрении этих общих задач выделяются конкретные задачи измерения, которые представлены в Рекомендации МСЭ-R SM.1050 и главе 2 Справочника, например:

- измерения частоты;
- измерения напряженности поля и плотности потока мощности;
- измерения ширины полосы;
- измерения модуляции;
- измерения занятости спектра;
- анализ сигналов и опознавание передатчиков;
- радиопеленгация и определение местонахождения.

В главе 4 Справочника приведена подробная информация об измерениях этих базовых параметров. В главе 5 Справочника приведено конкретизированное описание систем и процедур радиомониторинга.

3 Область применения систем радиомониторинга

Область применения систем радиомониторинга должна быть ограничена исходя из бюджетных ограничений и с учетом определенных требований. Для этого, в первую очередь, необходимо ответить на следующие вопросы:

- Что конкретно ожидается от службы радиомониторинга?

- Какие области деятельности представляют большой общественный, политический или коммерческий интерес?
- Каков интересующий диапазон частот?
- За какими радиослужбами важно обеспечить контроль?
- Какие регионы страны важно охватить контролем на данном этапе экономического развития страны, и до какой степени в них должен быть обеспечен охват?
- Каковы последствия того, что тот или иной диапазон частот, радиослужба или задача, либо часть территории страны не будут охвачены контролем?
- Можно ли обеспечить наличие достаточной численности высокопрофессионального и хорошо обученного эксплуатационного персонала?
- Можно ли обеспечить наличие необходимой инфраструктуры для испытаний, калибровки и технического обслуживания оборудования, в том числе антенн?
- Существует ли необходимость в обмене данными между станциями радиомониторинга и центрами радиомониторинга, и если существует, то имеется ли необходимая инфраструктура?
- Имеются ли какие-либо другие учреждения, которые могли бы выполнять те же самые задачи?

Поскольку эти вопросы взаимосвязаны, и на них нельзя дать ответы по отдельности, их необходимо рассматривать в увязке с вопросами эксплуатации. В результате этого могут возникнуть следующие вопросы, например:

- Существует ли необходимость в контроле сетей подвижной телефонной связи и измерении их радиопокрытия, или же эту задачу можно поручить оператору сети?
- Оправдывает ли количество лицензий, выданных для линий фиксированной связи, закупку специального оборудования для измерений на частотах вплоть до 40 ГГц или даже выше?
- Какие службы радиосвязи в наибольшей степени подвержены помехам или незаконной эксплуатации, и в каких частях территории страны они расположены?

4 Планирование системы радиомониторинга

После того как получен ответ на поставленные выше вопросы, можно определить требуемые системы радиомониторинга, а также необходимую инфраструктуру, исходя из имеющихся финансовых ресурсов. В связи с этим особое внимание требуется уделить необходимому числу станций радиомониторинга, выбору места их размещения, а также дистанционному управлению станциями радиомониторинга.

В разделе 6.8 Справочника приведены указания по планированию и оптимизации сетей контроля за использованием спектра применительно к охвату радиомониторингом.

Требования в отношении размещения станций радиомониторинга и их защиты от окружающих условий представлены в п. 2.6 Справочника. Следует отдавать себе отчет, что выбор места размещения станции является чрезвычайно важным этапом, так как найти соответствующие незанятые площадки для размещения может оказаться нелегко.

В разделе 2.5 Справочника приведены подробные данные о дистанционном управлении станциями радиомониторинга. Следует тщательно рассмотреть вопрос о средствах связи между площадками, на которых расположены различные станции радиомониторинга, а также между этими площадками и главным центром управления.

В Приложении 1 к Справочнику содержатся руководящие указания по планированию системы радиомониторинга применительно к оборудованию и соответствующему процессу тендера.

5 Оборудование

Все станции радиомониторинга, как правило, состоят из антенн, приемников или анализаторов, радиопеленгаторов и оборудования анализа и/или записи сигналов. Современное оборудование обеспечивает высокую степень автоматизации, и в одном устройстве может совмещаться несколько функций. Например, приемник может быть оснащен функцией радиопеленгации. В некоторых случаях имеется возможность оснастить устройство такими функциями впоследствии.

Тем не менее для автоматизированного или дистанционного управления оборудованием и документального подтверждения результатов требуется внешний персональный или портативный компьютер.

5.1 Антенны

Для всех диапазонов частот, подлежащих радиомониторингу, необходимы соответствующие антенны, которые можно распределить по следующим категориям, например:

- пассивные/активные антенны;
- антенны с низким/высоким усилением;
- антенны, пригодные для стационарного/мобильного/транспортируемого использования;
- направленные/ненаправленные/радиопеленгационные антенны.

Различным типам антенн присущи разные преимущества и недостатки, зависящие от индивидуального применения. Для измерений напряженности поля обязательно должен быть известен частотно-зависимый коэффициент антенны (коэффициент k).

Подробная информация об антеннах представлена в главе 3 Справочника. В разделе 2.6 Справочника рассмотрены критерии выбора площадки и меры по защите антенн.

5.2 Приемники и анализаторы

Приемники и анализаторы спектра являются незаменимыми инструментами всех служб радиомониторинга. Основные различия состоят в том, что приемники, как правило, обеспечивают предварительную селекцию в тракте радиочастоты и предназначены для демодуляции, в то время как анализаторы спектра предназначены для отображения спектральных характеристик радиочастотного сигнала.

Измерения, касающиеся аналоговых радиослужб, в том числе, например, измерения отклонения частоты и суммарной мощности сигнала ЧМ-радиовещания должны выполняться в приемнике. Измерения напряженности поля также выполняются с использованием приемников. Измерения таких параметров, как частота и ширина полосы, могут осуществляться и с использованием анализатора спектра. Анализаторы могут использоваться также для измерения сигналов с цифровой модуляцией или для обнаружения неизвестных источников помех.

Современные приемники могут обладать некоторыми характеристиками, которые обычно требуются от анализаторов спектра. И наоборот, анализаторы спектра, работающие в режиме нулевого интервала времени, могут выполнять некоторые функции приемников.

В то же время выполнение анализа с использованием быстрого преобразования Фурье (БПФ) и в приемнике, и в анализаторе спектра стало приемлемым в ценовом отношении, и ему следует отдавать предпочтение. Совсем не обязательно, что этот метод окажется более дорогостоящим, чем традиционный анализ с использованием качающейся частоты. В отношении спецификаций приемников можно обратиться к главе 3 Справочника, а также к Рекомендациям МСЭ-R SM.1836, SM.1837, SM.1838, SM.1839 и SM.1840 и к Отчету МСЭ-R SM.2125.

В Рекомендациях МСЭ-R SM.377 и SM.443, а также в пп. 4.2 и 4.5 Справочника подробно описано измерение частоты и ширины полосы.

Подробная информация об измерениях напряженности поля и плотности потока мощности представлена в Рекомендации МСЭ-R SM.378 и в п. 4.4 Справочника. Измерения напряженности поля вдоль трассы с регистрацией географических координат, которые важны для определения зоны покрытия радиосвязью, представлены в Рекомендации МСЭ-R SM.1875. Другие соображения, касающиеся измерений покрытия, представлены в п. 4.11 Справочника. В Рекомендации МСЭ-R SM.1708 подробно описаны измерения покрытия, которые применяются в цифровом телевизионном радиовещании.

5.3 Радиопеленгации и определения местонахождения

Радиопеленгаторы являются, вероятно, наиболее эффективными средствами определения местонахождения источника вредных помех и обнаружения передатчиков, работающих без разрешения. В то же время они нередко относятся к числу самых дорогостоящих средств службы радиомониторинга.

Для экономии бюджета требуется тщательно планировать площадки для размещения стационарных радиопеленгаторов, для того чтобы свести к минимуму их количество и при этом обеспечить требуемый охват территории и точность определения местонахождения. В разделе 6.8 Справочника приведены полезные указания по данной теме. Для расширения охвата можно также рассмотреть возможность временного развертывания транспортируемых станций радиопеленгации.

При планировании оборудования стационарных, мобильных и транспортируемых радиопеленгаторов требуется предварительно учесть область их применения, которая оказывает существенное влияние на спецификации, например требуемый диапазон частот и минимальную длительность сигнала. Следует отметить также, что мобильные радиопеленгаторы, в частности, целесообразно использовать для наведения, в то время как определение возможных местоположений передатчика относится к области использования стационарных или транспортируемых станций радиопеленгации. Для того чтобы обнаружить точное местонахождение мешающего или незаконного передатчика необходима мобильная станция радиомониторинга. Кроме того, можно также рассмотреть вопрос о целесообразности использования для некоторых применений приемников системы наведения. Для повышения надежности определения местоположения на частотах выше 30 МГц, как правило, требуется несколько станций радиопеленгации, используемых для триангуляции. На частотах ниже 30 МГц может быть достаточно как минимум одной станции, использующей метод определения местонахождения с помощью одиночной станции (SSL).

Пример факторов, которые необходимо учитывать в плане ограничений радиопеленгаторов: распространение линий фиксированной связи в диапазоне 26 ГГц и появление применений для высокоскоростной передачи данных само по себе не оправдало бы приобретения радиопеленгаторов для данного диапазона частот, или указало бы на очень низкую минимальную длительность сигнала.

Следует внимательно изучить п. 4.7 Справочника, прежде чем принять какое-либо решение.

5.4 Оборудование для измерения занятости и записывающее оборудование

Занятость канала и использование спектра, как правило, обеспечивают полезную информацию для управления использованием спектра. Специализированные устройства записи спектра облегчают проведение одновременных измерений в нескольких диапазонах, однако им необходима огромная емкость запоминающего устройства. Иногда требования к оборудованию могут быть снижены, например, путем уменьшения времени записи, ограничения интервала наблюдения или повышения необходимого времени обзора частоты во время измерения. В этих условиях следует рассмотреть возможность использования современного приемника, осуществляющего БПФ, который облегчает получение спектрограмм и проведение измерений занятости без задействования дополнительного оборудования. Во многих случаях стандартные приемники и анализаторы спектра, используемые для радиомониторинга, могут применяться также в сочетании с компьютером под управлением программного обеспечения, которое управляет оборудованием и обеспечивает хранение данных. В разделе 4.10 Справочника заложена основа для соответствующих измерений.

5.5 Оборудование для измерений модуляции

Стандартные приемники для радиомониторинга уже обеспечивают некоторые возможности демодуляции аналогового и/или цифрового сигнала, а также выходной сигнал промежуточной частоты для дальнейшего анализа. Необходимость конкретных анализаторов модуляции в значительной степени определяется выполняемым анализом, который описан в п. 2, выше. Подробная информация об измерениях модуляции представлена в п. 4.6 Справочника.

5.6 Оборудование для опознавания и декодирования

Опознавание радиосигнала является одной из наиболее трудных задач службы радиомониторинга. В Рекомендации МСЭ-R SM.1052 перечислен ряд требований, касающихся автоматического опознавания радиостанций в диапазоне ВЧ. Более подробно вопросы анализа сигналов и опознавания передатчиков рассмотрены в п. 4.8 Справочника.

6 Сравнение стационарных станций радиомониторинга с мобильными и транспортируемыми станциями

Мобильные станции радиомониторинга незаменимы при выполнении задач радиомониторинга на местах, в частности для определения источников вредных помех и передатчиков, работающих без разрешения. Количество транспортных средств может быть ограничено различными факторами, наиболее важным среди которых, как правило, является бюджет. Это в свою очередь требует, по возможности, разработки и закупки многоцелевых, а не узкоспециализированных транспортных средств для радиомониторинга. Вместе с тем необходимо добиться компромисса между ограниченным размером транспортного средства и полезной нагрузкой.

При использовании антенн высотой более 10 метров трудно обеспечить радиомониторинг с помощью мобильных станций, и поэтому в данном случае, как правило, используются стационарные или транспортируемые станции. Для службы радиомониторинга необходимо здание, имеющее кабинеты, хранилище и ремонтную мастерскую. Иногда несколько антенн можно установить на крыше, однако в большинстве случаев более целесообразно использовать отдельные антенные вышки.

В главе 2 Справочника рассмотрены различные типы станций радиомониторинга, в том числе мобильные станции.

7 Программное обеспечение и интерфейсы

Помимо стандартного офисного программного обеспечения, включающего программы для подготовки текстов и работы с электронными таблицами, службе радиомониторинга требуется дополнительное программное обеспечение, предназначенное для работы с измерительным оборудованием. С помощью этого программного обеспечения можно автоматизировать рутинную работу и процессы многократных измерений, информировать или оповещать оператора в случае выполнения конкретного условия, а также предоставлять другие функции, помогающие оператору разобраться в видах контролируемых сигналов и помех (примеры приведены в п. 3.6.2 Справочника). Кроме того, крайне важно, чтобы служба радиомониторинга имела доступ к полной базе данных о лицензиях, позволяющей проводить сравнение с результатами мониторинга, а также определять возможные нарушения условий лицензий и передатчики, не имеющие лицензий.

Такой доступ позволяет обеспечить автоматизацию системы контроля за использованием спектра и ее интеграцию с автоматизированной системой управления использованием спектра (см. Рекомендацию МСЭ-R SM.1537).

8 Организация

Как правило, бюджетные ограничения сопровождаются нехваткой персонала. В связи с этим требуется готовить персонал широкого профиля и применять горизонтальную иерархию. В некоторых администрациях персонал, осуществляющий контроль за использованием спектра, вынужден также выполнять задачи по управлению использованием спектра и задачи, связанные с инспектированием. Структура и организация службы радиомониторинга, а также вопросы подготовки персонала рассмотрены в нескольких разделах главы 2 Справочника и в Приложении 1 к Справочнику, поскольку это весьма важные составляющие системы, затрагивающие ее эффективность в целом. Аналогичные соображения касаются необходимой инфраструктуры для ремонта, настройки, калибровки, испытания и технического обслуживания оборудования, в том числе антенн.