

Международный союз электросвязи

СПРАВОЧНИК

ПО УПРАВЛЕНИЮ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА
НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Издание 2005 г.

Бюро радиосвязи



Международный
союз
электросвязи

СЕКТОР РАДИОСВЯЗИ МСЭ

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.

Обращайтесь по адресу:

ITU
Radiocommunication Bureau
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Телефон: +41 22 730 5800
Факс: +41 22 730 5785
Электронная почта: brmail@itu.int
веб-сайт: www.itu.int/itu-r

Обращаем внимание, что заказы не принимаются по телефону. Их следует направлять по факсу или электронной почте.

ITU
Sales and Marketing Division
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Факс: +41 22 730 5194
Электронная почта: sales@itu.int

Электронный магазин: www.itu.int/publications

© ITU 2005

Все права зарезервированы. Не допускается воспроизведение каким бы то ни было способом любой части этой публикации без предварительного письменного разрешения МСЭ.

СПРАВОЧНИК

ПО УПРАВЛЕНИЮ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА
НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Издание 2005 г.

Бюро радиосвязи

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая редакция Справочника по управлению использованием спектра на национальном уровне включает основные изменения и дополнения к изданию 1995 года. Редакция подготовлена Группой Докладчика, организованной специально для этой цели 1-й Исследовательской комиссией МСЭ-R. Бывший председатель 1-й Исследовательской комиссии Роберт Дж. Майер (Robert J. Mayher), выполнял обязанности докладчика группы при поддержке советника Дусана Шустера (Dusan Schuster). За внесение изменений к главам отвечали члены группы: Стивен Бонд (Steven Bond), Ховард Дель Монте (Howard Del Monte), Вильям Лютер (William Luther), Филипп Меж (Philippe Mège), Александр Павлюк, Томас Расин (Thomas Racine), Ян Вердуйн (Jan Verduijn) и Рой Вулси (Roy Woolsey).

Валерий Тимофеев
Директор Бюро радиосвязи

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	iii
ГЛАВА 1 – ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА....	1
ГЛАВА 2 – ПЛАНИРОВАНИЕ СПЕКТРА	35
ГЛАВА 3 – ПРИСВОЕНИЕ ЧАСТОТ И ВЫДАЧА ЛИЦЕНЗИЙ	61
ГЛАВА 4 – МОНИТОРИНГ СПЕКТРА, ИНСПЕКЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ И ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРА.....	101
ГЛАВА 5 – ИНЖЕНЕРНАЯ ПРАКТИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕКТРА	129
ГЛАВА 6 – ЭКОНОМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА	179
ГЛАВА 7 – АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УПРАВЛЕНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА	209
ГЛАВА 8 – МЕРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА	285
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – ОБУЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА.....	305
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – ПЕРЕДОВАЯ ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ	327

ГЛАВА 1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА

Содержание

	Стр.
1.1 Введение	3
1.2 Цели и задачи	4
1.3 Международные аспекты управления использованием спектра	5
1.4 Основные национальные директивы/законы управления использованием спектра.....	5
1.4.1 Закон о радиосвязи	5
1.4.2 Национальная таблица распределения частот	6
1.4.3 Регламенты и процедуры	6
1.5 Организационная структура и процессы	6
1.5.1 Структура и координация	6
1.5.2 Процесс принятия решений	7
1.6 Функциональные обязанности и требования к управлению использованием спектра	8
1.6.1 Планирование управления использованием спектра, регулирование и выработка политики.....	10
1.6.2 Разработка национальной таблицы распределения радиочастот	11
1.6.3 Присвоение частот и выдача лицензий	12
1.6.4 Связь между платой за спектр и процессом управления использованием спектра	13
1.6.5 Стандартизация параметров и разрешение на применение оборудования.....	14
1.6.5.1 Общие положения	14
1.6.5.2 Разрешение на применение оборудования	16
1.6.6 Мониторинг	17
1.6.7 Обеспечение исполнения обязательств в области использования спектра	17
1.6.8 Международное сотрудничество	18
1.6.8.1 Общие положения	18
1.6.8.2 Всемирная конференция развития электросвязи (ВКРЭ).....	19
1.6.9 Национальное сотрудничество (взаимодействие и консультации внутри страны)	20
1.6.10 Технические аспекты распределения спектра	21
1.6.11 Компьютерная поддержка	21

	Стр.
1.7 Формирование организационной структуры управления использованием спектра	21
1.7.1 Общие положения	21
1.7.2 Децентрализация против централизованного управления	22
1.7.3 Матричная структура управления	22
1.7.4 Обобщение принципов	22
1.7.5 Системы управления использованием спектра	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 К ГЛАВЕ 1 – Международное управление использованием спектра и Международный союз электросвязи.....	27
1 Историческая справка	27
2 Организационная структура	27
Сектор/Бюро радиосвязи.....	28
Радиорегламентарный комитет	28
Всемирная и Региональная конференция радиосвязи (ВКР и РКР)	29
Ассамблея радиосвязи.....	30
Консультативная группа по радиосвязи.....	30
Исследовательские комиссии МСЭ-R	30
Собрание по подготовке конференции.....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 К ГЛАВЕ 1 – Пример схемы национального документа в виде регламентов и процедур для управления использованием спектра	32
1 Общие положения.....	32
2 Пояснение.....	33

1.1 Введение

Расширение использования радиотехнологий и огромные возможности для социального развития, которые предоставляют эти технологии, подчеркивают значимость радиочастотного спектра и важность процессов управления радиочастотным спектром на национальном уровне. Технический прогресс непрерывно открывает новые разнообразные возможности использования спектра, которые вызывают большой интерес и повышенный спрос на ограниченные ресурсы радиочастотного спектра. Увеличение спроса требует рационального использования спектра и применения эффективных процессов управления его использованием. В этих условиях чрезвычайно важно применять современные средства обработки информации и инженерного анализа, с тем чтобы максимально удовлетворить потребности самых разнообразных пользователей спектра.

Радиосвязь широко используется все большим числом служб¹, например, в интересах обороны, общественной безопасности, радиовещания, коммерческой и производственной связи, воздушной и морской радиосвязи, навигации и персональной связи. Каналы радиосвязи, в отличие от проводных линий, необходимы в постоянно изменяющихся условиях или для связи с подвижными объектами, когда проводные линии связи могут быть недоступны, либо когда инфраструктура связи разрушена, например, в условиях чрезвычайных ситуаций или стихийных бедствий. Системы радиосвязи могут работать на базе спутниковых или наземных платформ.

Для эффективного использования спектра процесс его использования следует координировать и регулировать в соответствии с национальными регламентами и Регламентом радиосвязи Международного союза электросвязи (МСЭ). Способность каждой страны извлекать максимальную выгоду из использования частотного ресурса зависит, главным образом, от ее деятельности по управлению использованием спектра, которые способствуют скорейшему внедрению систем радиосвязи и обеспечивают минимизацию помех. В этой связи, администрациям следует использовать автоматизированные системы управления использованием спектра с применением ЭВМ.

Хотя эффективность системы управления использованием спектра оценить непросто, она, в общем случае, связана с тем, в какой степени система управления соответствует потребностям государства и в какой степени она защищает общественные интересы в том, что касается распределения частот между отдельными пользователями. Государственная система управления использованием спектра состоит из структур, процедур и правил, посредством которых администрация управляет использованием радиочастотного спектра в пределах географических границ государства. В соответствии с международным соглашением, каждое правительство имеет возможность гибко и автономно регулировать использование спектра радиочастот. Каждой администрации следует разработать свои правила и организовать исполнение обязательств по управлению использованием спектра. Эффективное управление использованием спектральных ресурсов относится к основным законам, которые устанавливают ответственность национального органа управления использованием спектра. Этот орган регулирует использование спектра и все процессы с ним связанные. Несмотря на то, что нет двух администраций, одинаковым образом управляющих использованием спектра, основные подходы в управлении являются общими для всех администраций.

¹ Слово "служба" в настоящем Справочнике относится к пересмотренному перечню радиослужб, а также иным областям применения радиосвязи.

1.2 Цели и задачи

Для успешного функционирования системы управления использованием спектра следует определить цели и задачи управления. Цели, обычно формулируемые в национальном законодательстве, должны включать в себя:

- обеспечение возможности использования радиочастотного спектра для правительственного и неправительственного применения таким образом, чтобы стимулировать социальный и экономический прогресс;
- обеспечение эффективного использования спектра.

Управление использованием спектра на национальном уровне тесно связано с государственным законодательством, основными политическими принципами, Регламентом радиосвязи и перспективным планом использования спектра. Управление использованием спектра на национальном уровне должно гарантировать, что в ближайшей и отдаленной перспективе обеспечивается частотный ресурс, достаточный для работы предприятий связи общего пользования, для общественной корреспонденции, для профессиональной и ведомственной связи и для радиовещания. Многие администрации придают высокий приоритет пользователям спектра для исследовательских целей и для радиолюбительской связи.

Среди национальных задач, связанных с использованием спектра, можно выделить следующие:

- обеспечение доступности и эффективности общенациональных и глобальных услуг связи для личного и делового использования;
- стимулирование внедрения новейших технологий для развития инфраструктуры и предоставления услуг радиосвязи;
- обеспечение национальных интересов, включая общественную безопасность и оборону страны;
- охрану жизни и здоровья граждан;
- обеспечение предотвращения преступлений и поддержание правопорядка;
- обеспечение функционирования национальных и международных транспортных систем;
- обеспечение сохранения природных ресурсов;
- обеспечение распространения информации, представляющей образовательный и общественный интерес, а также развлечений;
- обеспечение научных исследований, поиска и разработки природных ресурсов.

Для достижения поставленных целей система управления использованием спектра должна обеспечивать организованный подход к распределению и присвоению полос частот, выдаче лицензий и регистрации данных о них, формированию правил и стандартов. Политика или правила могут определять технические требования, фиксировать критерии лицензирования и устанавливать приоритеты, которые будут использоваться при определении того, кому выдается лицензия на использование определенной полосы радиочастот, и для каких целей предполагается ее использование. Поскольку политика служит каналом взаимодействия между правительством и организацией, занимающейся распределением ресурсов спектра, стабильность политики в области радиосвязи чрезвычайно важна для инвестиций. Правительство может делегировать организации, занимающейся распределением спектра, свои полномочия по управлению использованием спектра, определению политики и правил распределения частот. Правительство может также принять решение о том, что работой этой организации будут руководить назначенные политические деятели, делегируя ей только право разработки средств реализации и исполнения решений.

Кроме того, национальный план перспективного использования спектра должен содержать проект будущего использования спектра, основанный на анализе перспективных национальных требований, развития технологий и возможностей по управлению использованием спектра. Национальная таблица распределения радиочастот – ключевой элемент такого плана, предоставляющий пользователям некие концептуальные рамки для определения их собственных целей. Такой план должен также определить шаги, которые следует осуществить организации по управлению использованием спектра, чтобы гарантировать возможность удовлетворения будущих потребностей. План может также содержать рекомендации для внесения изменений в политику распределения спектра, с учетом общественных интересов.

1.3 Международные аспекты управления использованием спектра

Международная координация и нотификация радиостанций в МСЭ предназначены для того, чтобы совершенствовать регламент и соответствующие процедуры, а также способствовать многосторонней координации в целях эффективного использования спектральных ресурсов на беспомеховой основе. Каждая администрация является составной частью этой межправительственной организации и играет важную роль в этих процессах. Описание структуры и функций МСЭ даются в Приложении 1 к этой Главе.

1.4 Основные национальные директивы/законы управления использованием спектра

Для того чтобы действия по управлению использованием спектра способствовали эффективному использованию частот, основные директивы и законы должны быть четко сформулированы и доступны общественности. Цель этих директив и законов состоит в том, чтобы установить юридическую основу для управления использованием спектра и сформировать соответствующую национальную политику вместе с конкретными правилами.

1.4.1 Закон о радиосвязи

Из-за быстрого усовершенствования радиотехнологий и центральной роли телекоммуникаций в экономическом развитии страны, законы об использовании спектральных ресурсов имеют такое же значение, как и законы, которые определяют правила пользования землей и водными ресурсами государства. Несмотря на то, что оперативная обстановка и требования по управлению различны, правила использования радиосвязи должны быть ясно определены в базовом законе. Там, где радиосвязь используется еще не очень широко, правительства должны предвидеть увеличение использования радиочастот и обеспечить наличие соответствующей легитимной организации.

Рекомендуется, чтобы закон о радиосвязи был основным документом, закрепляющим признание радиочастотного спектра национальным ресурсом и определяющим необходимость управления этим ресурсом в интересах всех граждан. Он должен устанавливать право правительства регулировать использование спектра, включая осуществление правил управления использованием спектра. Он должен также устанавливать права граждан и правительственных организаций на использование оборудования радиосвязи. Качество и доступность услуг радиосвязи могут быть тесно связаны с видом деятельности и уровнем гибкости, предоставленным оператору. Конкуренция в области предоставления соответствующих услуг радиосвязи может приводить к уменьшению их стоимости для пользователей.

Другие элементы, которые могут быть включены в национальный закон о радиосвязи – требования общественного доступа к процессу управления использованием спектра и правила реагирования правительства на обращения граждан. Право граждан на использование радиосвязи и все ограничения этого использования должны быть установлены в законе. Поэтому закон о радиосвязи может требовать, чтобы организация, осуществляющая управление использованием спектра,

предоставляла общественности информацию о своих решениях. Этот закон может также предписывать процесс пересмотра решений в соответствии с установленными критериями и процедурами. Этот процесс должен быть максимально упрощен.

1.4.2 Национальная таблица распределения частот

Национальная таблица распределения частот является основой процесса эффективного управления использованием спектра. Международная таблица распределения частот (Регламент радиосвязи (PP), Статья 5) согласована МСЭ на всемирных конференциях по радиосвязи для всех трех Районов МСЭ. Эта таблица должна служить основой для национальной таблицы. Однако таблица МСЭ (охватывающая все три Района) обычно предусматривает работу в одной полосе множества различных радиослужб. Поэтому администрация может принять свою собственную национальную таблицу для того, чтобы облегчить использование спектра в пределах границ страны. Например, некоторые страны делят свою национальную таблицу на полосы, предназначенные для правительственного использования и для частных лиц. Какой бы подход ни был выбран, администрация должна учитывать, как используются полосы частот в других странах не только для обеспечения совместимости с соседними странами, но также и для гарантии того, что оборудование для конкретной радиослужбы было экономически доступно.

1.4.3 Регламенты и процедуры

Регламенты и процедуры, опубликованные и принятые национальным органом по управлению использованием спектра, должны включать методы законного пересмотра некоторых решений (с целью утверждения или корректировки регламентов и процедур) и должны охватывать различные области, такие как процедуры по получению и возобновлению лицензий, технические стандарты, получение разрешений на использование оборудования, планы распределения каналов и эксплуатационные требования. Хотя эти регламенты и процедуры могут быть написаны для каждой службы радиосвязи отдельно, более эффективным представляется разместить все применимые нормы в одной публикации. В Приложение 2 к этой главе показан пример национального руководства по формированию регламентов и процедур по управлению использованием спектра.

Каждой администрации следует оценить степень регулирования, которая представляется необходимой для достижения национальных целей при обеспечении защиты в соответствии с международными соглашениями. Организация по управлению использованием спектра должна руководствоваться национальной политикой, гарантируя, что правила ее работы соответствуют национальным задачам, закрепленным в законе и не противоречат международным регламентам.

1.5 Организационная структура и процессы

1.5.1 Структура и координация

Национальный закон о связи должен делегировать полномочия и ответственность за управление использованием спектра одному или нескольким правительственным органам. Хотя идеальным вариантом было бы наличие единственной организации, обстоятельства и объем имеющихся ресурсов могут диктовать другие подходы.

В большинстве случаев администрация может назначить единственную организацию для управления всеми аспектами радиосвязи. Этот подход выгоден с точки зрения упрощения процесса принятия решения и установления правил, применяемых для всех пользователей. Единственная организация может уменьшить часть своей нагрузки и увеличить эффективность, делегируя полномочия другим организациям, если это оправдано.

Некоторые администрации могут предоставить полномочия управления двум или более организациям. Однако, чем больше число организаций, тем труднее координация, и тем более распределенным может оказаться процесс распределения частот. В некоторых случаях различные органы (как министерства или департаменты) не могут достичь взаимного соглашения по вопросам использования спектра и для принятия решений может потребоваться более высокий уровень полномочий (например, премьер-министра или президента).

Если имеется несколько организаций, отношения между ними следует тщательно определить регламентами. Один из подходов – разделение полос частот между этими организациями. Для оказания помощи соответствующим агентствам могут быть сформированы отдельные группы по координации использования спектра, имеющие ограниченные области ответственности. Такая группа может использоваться для решения проблем использования спектра и подготовки предложений по распределению частот. Для сотрудничества с этими комитетами с целью расширения их перспективы может быть назначен представитель от структуры управления использованием спектра для неправительственных задач. Однако, группа координации не может действовать подобно органу, обладающему всеми полномочиями по управлению использованием спектра.

Независимо от того, как распределены полномочия и ответственность, назначение, уровень и степень ответственности каждой организации должны быть опубликованы и доступны фактическим и потенциальным пользователям систем радиосвязи.

Национальный закон о связи может также предписывать, кто представляет национальные интересы в структуре международных отношений (эту роль может выполнять, например, организация по управлению использованием спектра). Если использование спектра в пределах страны регулируется несколькими организациями, национальное представительство на международных переговорах может оказаться сложным. Поэтому рекомендуется, чтобы отдельному агентству или министерству были делегированы все полномочия по решению вопросов координации и управления использованием спектра на международном уровне.

1.5.2 Процесс принятия решений

Процессы распределения спектра, присвоения частот и контроля соответствия использования спектра условиям лицензий на национальном уровне являются важнейшим инструментом для достижения национальных целей и решения поставленных задач.

Административные органы, ответственные за разработку правил и регламентов, должны действовать в соответствии с определенными правилами принятия решений для того, чтобы процесс управления использованием спектра протекал согласно установленным правилам и в установленные сроки.

Если национальные интересы предусматривают участие частных неправительственных структур в предоставлении услуг радиосвязи, то процессы принятия решений должны обеспечить некоторую степень открытости. Это особенно необходимо, когда частные организации вкладывают капитал и предоставляют эти услуги.

Независимость организации, управляющей распределением спектра, является принципиально необходимой для того, чтобы принятие решений соответствовало национальным интересам. Когда организация по управлению использованием спектра дает пользователям спектра право совещательного голоса, остается меньше возможностей для предвзятых решений. К тому же участие пользователей в процессе принятия решений помогает создать атмосферу доверия, что чрезвычайно важно для эффективного выполнения национальных задач.

1.6 Функциональные обязанности и требования к управлению использованием спектра

Основными обязанностями и требованиями к организации, осуществляющей управление использованием спектра на национальном уровне, являются:

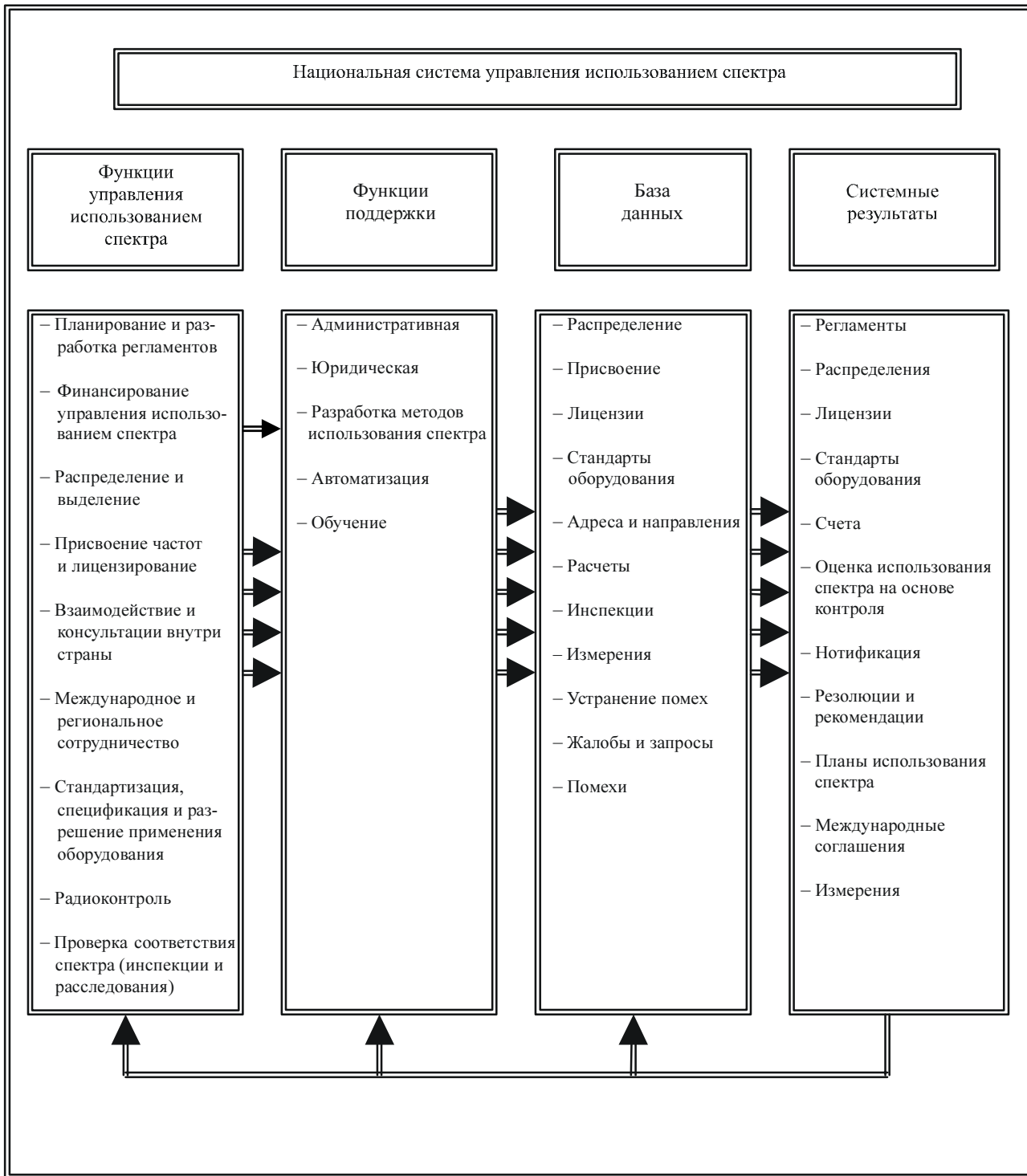
- a) планирование и регламентирование использования спектра;
- b) финансирование управления использованием спектра, включая плату за использование спектра;
- c) распределение и выделение полос частот;
- d) присвоение частот и выдача лицензий на их использование (включая распределение диапазонов, использование которых не требует специальных разрешений);
- e) взаимодействие и консультации внутри страны;
- f) международное и региональное сотрудничество, включая координацию и нотификацию частотных присвоений;
- g) стандартизация², определение технических требований и разрешение применения оборудования;
- h) мониторинг;
- i) обеспечение исполнения обязательств в области использования спектра:
 - проверки;
 - расследования;
- j) функции поддержки управления использованием спектра, включая:
 - административную и юридическую;
 - автоматизацию с применением средств вычислительной техники;
 - разработку методов использования спектра;
 - обучение.

Агентство по управлению использованием спектра (самостоятельное агентство или часть национального агентства) может быть структурировано различными способами согласно закону, национальным особенностям и ресурсам связи данной страны. Оно должно осуществлять все вышеупомянутые функции, причем некоторые из них могут быть объединены или разделены, в зависимости от размера организации. Организация по управлению использованием спектра должна объявить сведения о себе и принципы своей деятельности так, чтобы они были полностью понятны пользователям спектра. На рисунке 1.1 показана национальная система управления использованием спектра.

² Термином "стандарт" обозначается Рекомендация МСЭ-R или любой другой признанный стандарт.

РИСУНОК 1.1

**Национальная система управления использованием спектра,
основанная на функциональных обязанностях**



SpecMan-011

1.6.1 Планирование управления использованием спектра, регулирование и выработка политики

Организация управлением использованием спектра должна разрабатывать и совершенствовать планы, регламенты и политику, принимая во внимание развитие технологии, а так же социальные, экономические и политические факторы.

Результатом действий по планированию и выработке тактики является распределение полос частот для различных радиослужб и определенных применений. В случае, когда сталкиваются интересы в использовании спектра, организация по управлению использованием спектра должна определить наилучший вариант использования с точки зрения интересов общества и правительства, включая возможности совместного использования спектра. При распределении спектра необходимо учитывать следующие факторы:

Учет интересов связи общего пользования, правительственных организаций и получаемые преимущества:

- потребности данной радиослужбы в радиочастотах;
- вероятное число людей, которые выиграют от данной радиослужбы;
- относительная социально-экономическая важность службы, включая безопасность человеческой жизни, охрану собственности и помощь при стихийных бедствиях;
- вероятность создания службы и ожидаемую степень общественной поддержки;
- влияние появления новых приложений на инвестиции, вложенные в данный диапазон частот;
- правительственные требования к связи в интересах безопасности, воздушной и морской связи, а также связи в научных целях.

Перераспределение как инструмент управления использованием спектра

Технические соображения:

- потребность данной службы по использованию конкретных участков спектра с определенными характеристиками распространения радиоволн и совместимости с другими службами в пределах выбранной полосы частот и за ее пределами;
- требуемый объем спектра;
- мощность сигнала, необходимая для надежного обслуживания;
- вероятный объем радиопомех и других электрических помех;
- жизнеспособность технологии (т. е. имеются ли доказательства доступности технологии, находится ли она на последнем этапе разработки или она еще не разработана полностью).

Аппаратурные ограничения:

- верхний предел частоты доступного к использованию спектра и прогноз предела на будущее;
- ограничения на характеристики передатчиков, включая практические ограничения на выходную мощность, стабильность частоты и способность подавлять внеполосные и побочные излучения;

- типы антенн возможные для радиослужбы и их практические ограничения (то есть, размер, стоимость и технические характеристики), включая выбор лучших вариантов для наиболее эффективного использования частот;
- возможности существующих и разрабатываемых приемников, включая данные об избирательности и применимости для рассматриваемых радиослужб.

Перераспределение спектра среди различных национальных организаций, ответственных за различные радиослужбы, может увеличить требования к координации, что приведет к разработке детальных условий и критериев совместного использования. Если количество национальных частотных присвоений относительно невелико, например, несколько десятков тысяч, то распределение спектра среди национальных организаций (например, гражданских и правительственных) может иметь преимущество перед совместным использованием полосы частот.

1.6.2 Разработка национальной таблицы распределения радиочастот

Разработка национальной таблицы распределения частот начинается с изучения существующих национальных частотных присвоений и государственного плана перспективного использования спектра. В ходе такой разработки необходимо руководствоваться Таблицей распределения МСЭ для Района, к которому принадлежит страна. Хотя страна не должна в точности следовать таблице МСЭ, но ее важно учитывать по следующим причинам:

- оборудование, доступное в Районе, будет работать в полосах частот, которые согласуются с таблицей распределения;
- будут минимизированы проблемы помех с соседними странами;
- планирование полос частот включает технические соображения по оборудованию в соответствии с Районной таблицей;
- такие радиослужбы, как воздушная, морская, и ряд спутниковых, обеспечивающие связь в глобальном масштабе, требуют использования определенной полосы частот всеми странами.

Допускается, чтобы страна отклонялась от международных распределений с тем, чтобы удовлетворить национальные требования. Такое использование соответствует п. 0.4 РР³, если оно не создает вредных помех и не требует защиты.

Как говорилось ранее, национальная таблица распределения обеспечивает подробное описание того, как в настоящее время используется спектр, включая все данные относительно наземных и космических служб и их приложений. Пользователи определенной полосы частот обычно выступают против изменений в распределении спектра, потому что это влияет на их текущую работу и, в зависимости от типа службы, может привести к потере клиентов. Любое изменение в использовании полос приводит к значительным затратам из-за стоимости нового оборудования, обучения клиентов пользоваться новым оборудованием, организации обслуживания оборудования и обучения персонала. Однако пользователь может согласиться на использование другой полосы частот, если изменение прозрачно и расходы на новое (современное) оборудование для него возьмет на себя кто-то другой. Как только текущее использование определено, необходимо составлять перспективные планы по использованию данной службы в будущем. Службы национальной безопасности могут требовать больших объемов спектра, использование которых может не согласовываться с таблицей

³ "Все станции, независимо от их назначения, должны устанавливаться и эксплуатироваться таким образом, чтобы не причинять вредных помех радиосвязи или радиослужбам других Членов Союза или признанных эксплуатационных организаций, которые обеспечивают работу какой-либо радиослужбы и действуют в соответствии с положениями настоящего Регламента (п. 197 Устава)."

распределения МСЭ. Необходимо предпринимать усилия для получения четких обоснований для использования спектра и подтверждений того, что спектр действительно используется, а не просто резервируется для использования в будущем.

Существуют и другие принципы, которым необходимо следовать при разработке национальной таблицы распределения:

- учитывайте Таблицу распределения МСЭ в максимально возможной степени;
- разрабатывайте план, основанный на текущем использовании спектра, до тех пор, пока этот план не начнет препятствовать будущему развитию спектра;
- распределения в интересах правительства и безопасности должны согласовываться с интересами других стран.

1.6.3 Присвоение частот и выдача лицензий

Присвоение частот представляет основную часть ежедневных действий организации по управлению использованием спектра. Отдел по присвоению частот выполняет анализ, требуемый для подбора наиболее подходящих частот для систем радиосвязи, и координирует предложенное присвоение с существующими присвоениями.

Функция присвоения частот, объединенная с функцией выдачи лицензий, как правило, реализуется в соответствии с национальным законодательством, регламентами и связанными с этим процедурами. Она осуществляет управление эксплуатацией радиостанций путем:

- изучения заявлений на получения лицензий и приложенных к ним документов с целью определить право претендента на получение лицензий с юридической точки зрения и с точки зрения регулятора, а также техническое соответствие заявленного радиооборудования;
- присвоение радиопозывных конкретным станциям;
- выдачи лицензий и сбора платы, если необходимо;
- установления, при необходимости, методов административного управления на системы или лицензии на сети;
- возобновления, приостановки действия и аннулирования лицензий;
- проведения проверки компетентности оператора и выпуска, при необходимости, сертификатов оператора.

Процедуры должны определить, какую информацию необходимо представить совместно с заявлением на присвоение частоты. В зависимости от национальных целей эта информация может относиться к намерению использования спектра или просто содержать технические характеристики, которые дадут возможность регулятору использования спектра наилучшим образом скоординировать действия его подразделений. Ненужные или трудоемкие процедуры могут препятствовать развитию радиосвязи. Некоторые администрации успешно реализовали процедуры координации распределения частот, выполняемые консультационной группой.

В тех случаях, когда имеется потенциальная опасность создания вредных помех за пределами национальных границ, необходима международная координация и может потребоваться привлечение МСЭ-R, как часть процедуры присвоения частот.

База данных запросов на использование спектра и выданных лицензий должны быть сохранены для использования в будущем. Некоторые администрации для выявления неиспользуемых частот решили использовать мониторинг. Несмотря на то, что этот метод может сделать вывод о неиспользовании частот только потому, что в течение контрольного периода не обнаружится никаких излучений, в отсутствие баз данных он может оказаться единственным способом выбора частоты.

1.6.4 Связь между платой за спектр и процессом управления использованием спектра

Спектр радиочастот – это природный ресурс и очень ценное национальное достояние, использование которого, как правило, управляется правительством. Задачей правительства является достижение равновесия конкурирующих потребностей и формирование политики, которая позволяет удовлетворить эти потребности. Плата за спектр для разных радиослужб, может оказаться ключевым моментом процесса управления использованием спектра.

Главной целью политики взимания плат при управлении спектром должно быть:

- улучшение инфраструктуры связи в стране за счет эффективного использования радиочастотного спектра;
- административные налоги, которые поддерживают инфраструктуру управления использованием спектра;
- равный размер административных налогов для всех пользователей радиочастотного спектра, определяемый так, чтобы способствовать более эффективному использованию спектра за счет создания соответствующих стимулов;
- установление размера оплаты согласно объему спектра, используемого для большинства служб, что должно учитывать количество передатчиков в сети;
- экономические принципы, определенные в Рекомендациях и Отчетах МСЭ-R;
- стандарты в области радиосвязи, соответствующие, или – что предпочтительно – лучшие, чем те, что установлены РР и Рекомендациями МСЭ-R;
- изъятие спектра, который используется неэффективно или с нарушением принятых критериев.

Могут быть рассмотрены различные варианты платы за спектр:

- оплата за заявление вносится в момент подачи заявки на лицензию на использование частот;
- оплата за получение разрешения на строительство платится за получение разрешения на строительство или создание новой инфраструктуры или сети;
- плата за пользование спектром или регуляторные платы вносятся ежегодно или регулярно за использование определенной части спектра и для покрытия расходов на содержание системы по управлению использованием спектра;
- плата за сертификат оператора – оплата за проведение экспертизы по установлению компетентности и за возобновления сертификатов;
- административные выплаты – на покрытие административных затрат по выдаче лицензий, если они не покрываются оплатой за заявление.

Средства, собираемые в виде платы за спектр, расходуются на функционирование системы управления использованием спектра. Их не рассматривают как налог на размер спектра. Существуют разные приоритеты и задачи сбора платы за спектр, и они существенно различны в разных странах (см. Главу 6).

1.6.5 Стандартизация параметров и разрешение на применение оборудования

1.6.5.1 Общие положения

Статья 3 РР касается требований, связанных с техническими характеристиками радиостанций с целью исключения возникновения помех. Приложения 2 и 3 содержат максимальные значения допустимых отклонений частоты и вредных излучений, а также другие технические требования. Администрации должны нести ответственность за то, чтобы оборудование, разрешенное для использования на их территории, соответствовало этим требованиям Регламента. Это достигается с помощью определения "характеристик оборудования" (документов, которые определяют минимальные стандартные требования к радио передатчикам и приемникам или другому оборудованию) и специальных процедур, с целью гарантировать соответствие этим стандартам.

Стандарты на оборудование могут создаваться национальными, региональными или международными организациями (главным образом МСЭ-R). Перечень технических стандартов, связанных с качественными показателями систем радиосвязи и электромагнитной совместимостью, должен быть главной задачей для организаций управляющих использованием спектра. Применение стандартов помогает гарантировать электромагнитную совместимость системы в существующих условиях. Они, как правило, вводят ограничения для передаваемых сигналов по полосе частот или по уровню стабильности, чтобы предотвратить появление вредных помех. В некоторых случаях администрация может устанавливать требования к приемникам, определяя уровень устойчивости к мешающим сигналам.

В рамках МСЭ и Международного специального комитета по радиопомехам (CISPR) создано множество совместимых стандартов. При необходимости, они могут быть приняты как национальные стандарты, хотя некоторые страны уже создали свои собственные стандарты. Такие стандарты могут включать, например, разработки Европейского института стандартов связи (ETSI) или Федеральной комиссии связи (FCC) США. Использование опробованных и эффективных стандартов существенно облегчает национальный процесс стандартизации. Составление комплекта национальных стандартов – это длительный процесс, т. к. даже простой пересмотр существующих международных и других стандартов является сложной задачей.

Основная часть работ при стандартизации – это разработка требований к испытаниям на соответствие и других административных процедур, связанных с подтверждением соответствия. Объем испытаний и административных процедур, связанных с подтверждением соответствия, не должен превышать необходимого. Процедуры, связанные с самостоятельной сертификацией оборудования изготовителем, могут уменьшить количество необходимых документов и сократить затраты.

Результаты испытаний оборудования для допуска на национальный рынок, полученные от других администраций, могут быть частью административных процедур. Некоторые администрации считают, что сертификационные испытания, проводимые изготовителем, или испытания в негосударственных испытательных лабораториях вполне достаточны для гарантии того, что оборудование радиосвязи отвечает требованиям стандартов. В том случае, когда сертификационные испытания проводятся производителем, требуется, чтобы администрация имела возможность проведения выборочных проверок оборудования и проверки качества. Если администрация выбирает этот подход, то она может все же пожелать иметь свою собственную испытательную лабораторию, для проведения выборочных проверок. Группа испытаний и измерений обычно решает следующие задачи для организации по управлению использованием спектра:

- лабораторные испытания передающего и приемного оборудования согласно предписанным процедурам;
- обслуживание и калибровка лабораторного испытательного и другого оборудования, используемого при проверках и контроле работы отдельных подразделений организации;
- входной контроль оборудования, купленного для проверки и контроля;
- предоставление оборудования для передвижных лабораторий мониторинга и калибровка оборудования, которое будет функционировать на таких транспортных средствах.

Пример процедуры для самостоятельного лицензирования и оценки соответствия

Некоторые администрации считают, что централизованные проверки не являются необходимыми (для некоторых типов оборудования) и представляют собой потенциальный барьер для торговли, тем более, что большинство оборудования предназначено для поставки, реализации и использования в пределах определенного региона без каких-либо регуляторных ограничений (например, мобильные телефоны). Эти администрации стараются возложить ответственность за обеспечение соответствия оборудования основным техническим требованиям на изготовителя или поставщика. При этом задача поиска оборудования, не соответствующего стандартам, и наложения штрафов на небрежных изготовителей или поставщиков возлагается на потребительский надзор. Условия лицензии возлагают на ее хозяина ответственность за то, чтобы эксплуатировалось только то оборудование, которое соответствует установленным требованиям.

За оценку соответствия изделия требованиям тогда отвечает изготовитель. Он издает декларацию соответствия и не обязан получать свидетельство одобрения от государственного учреждения после испытаний в юридически признанной лаборатории. В тех случаях, когда стандартов не существует (например, для нового или инновационного изделия), или когда их разработка не оправдана (например, для целей ограниченного производства продукции специального назначения), изготовитель имеет право торговли, самостоятельно демонстрируя выполнение требований. Эта информация должна быть доступна в течение некоторого периода времени (обычно несколько лет). государства – члены Европейского союза обязаны издать свои национальные правила по доступу к радиочастотному спектру (Регламент взаимодействия), чтобы изготовители имели полную информацию о национальных различиях в распределении и использовании и могли производить изделия, ориентированные на большие рынки. Изготовители обязаны сообщить клиентам об особенностях использования и ограничениях оборудования, поместив данную информацию на упаковку и в инструкции. Изготовитель должен также сообщить государствам – членам ЕС о своих намерениях по выводу оборудования на рынок. После этого государства располагают временем, чтобы сообщить о том, согласно ли оно допустить данное оборудование на свой рынок.

В соответствии с требованиями Всемирной торговой организации, многие страны подписали Соглашения о взаимном признании с другими государствами – членами организации. Эти Соглашения, как правило, предполагают наличие сопоставимого уровня технического развития и совместимость подходов оценки соответствия. Эти Соглашения устанавливают условия для взаимного принятия сертификатов, знаков соответствия, отчетов об испытаниях, выпущенных органами оценки соответствия любой стороны, подписавшей двустороннее Соглашение.

1.6.5.2 Разрешение на применение оборудования

МСЭ принимает рекомендации, относящиеся к общемировым стандартам. Он сотрудничает с другими Организациями по разработке стандартов, многие из которых являются Членами Сектора радиосвязи МСЭ, например, ARIB, ETRI, CSA, TTA, ETSI и многие другие.

В рамках этого сотрудничества МСЭ работает в условиях, которые включают много других участников:

- Межправительственные организации по стандартизации (ИСО/МЭК и CISPR);
- Целевая группа развития интернета (IETF);
- Партнерства по реализации проектов (3GPP);
- Национальные и региональные органы стандартизации электросвязи (CITEL, TTA, ETSI, ARIB);
- Форумы по разработке стандартов;
- Ассоциации продавцов и операторов (ETNO, GSM-A, ECTA, EICTA);
- Центры по стандартизации в иных областях деятельности (не электросвязи) (CENELEC, CEN);
- Группы пользователей и потребителей.

ETSI начал свою деятельность в 1988 г., имея в своем составе 126 членов, как европейская региональная организация по стандартизации, которая устанавливала стандарты для электронных телекоммуникаций. С тех пор она превратилась в международную группу из более чем 850 членов, представляющих 54 страны. Ею создано множество стандартов в областях мобильной связи (например, GSM), радиодоступа (например, DECT), радиовещания (например, DAB), протоколов обмена в сетях фиксированной связи (например, ISDN), системной архитектуры и электромагнитной совместимости.

Эти отношения являются как прямыми (через формальные соглашения), так и косвенными (через совместное производство) связями между организациями стандартизации. Формальные отношения, существующие между различными организациями включают:

- МСЭ улучшил свои формальные методы работы за счет того, что рекомендации ссылаются на документы других организаций (см. Резолюцию МСЭ-R 9);
- ETSI имеет четкий набор соглашений сотрудничества со многими аналогичными организациями;
- партнерства по реализации проектов могут быть созданы, чтобы позволить экспертам из различных органов стандартизации работать вместе для поиска общих решений технических проблем, которые позже, во многих случаях, представляются для рассмотрения в МСЭ-R.

Стандартизация помогает избежать фрагментации рынка, что выгодно и потребителям и промышленности. Чтобы поддерживать успешную разработку глобальных стандартов, МСЭ продолжает придерживаться ключевых принципов: согласия, прозрачности, открытости, беспристрастности, преемственности, открытого общественного доступа к результатам работ, постоянства правил, эффективности, ответственности и последовательности.

МСЭ путем международного сотрудничества, преследует свою цель – разработку глобально приемлемых технологий, удовлетворение потребностей своих членов и человечества в целом.

1.6.6 Мониторинг

Мониторинг спектра – это глаза и уши процесса управления использованием спектра, он содействует его функционированию путем проверки результатов планирования. Прежде чем принять решение о назначении или распределении частот, необходимо знать фактическое состояние использования спектра.

Мониторинг содействует общим работам по управлению использованием спектра путем практических измерений характеристик канала и использования полосы, с тем чтобы могла быть получена статистика работы канала и оценена эффективность использования спектра. По этим данным может быть проведено сравнение между теоретическим планированием и фактическим использованием. Это сравнение может использоваться для корректировки планирования.

Мониторинг также используется для обеспечения выполнения обязательств в области использования спектра. Имея данные о фактическом использовании спектра, организация, ответственная за обеспечение исполнения обязательств может применять их для достижения идеального беспомехового и гармоничного использования спектра на основе правильно оформленных разрешений.

Мониторинг тесно связан с функциями инспекции и проверки соответствия, в которых он позволяет идентифицировать и измерять мешающие сигналы, технические и эксплуатационные характеристики излучаемых сигналов, а также обнаруживать и идентифицировать незаконно работающие передатчики.

Информация мониторинга необходима, потому что наличие разрешения не гарантирует, что спектр используется по предназначению. Причиной этого могут быть сложность оборудования, его взаимодействие с другим оборудованием, неправильное функционирование оборудования или умышленно неправильно его использование. Эти проблемы еще более усиливаются из-за быстрого увеличения количества наземных и спутниковых систем и применения в их составе устройств с непреднамеренным излучением, например, компьютеров, которые могут создавать местные помехи.

Некоторые администрации хотели бы использовать контроль вместо базы данных о выданных разрешениях. Этот подход часто требует большого количества людских ресурсов, необходимых для рассмотрения и интерпретации данных контроля, и не может, в зависимости от обстоятельств, полностью отражать использование спектра. Не рекомендуется полагаться только на результаты контроля для получения данных об использовании спектра.

1.6.7 Обеспечение исполнения обязательств в области использования спектра

Эффективность управления использованием спектра зависит от способности регулятора управлять его использованием путем обеспечения исполнения соответствующих регламентов. Однако цель мониторинга и обеспечения исполнения состоит в том, чтобы упрочить позиции управления использованием спектра. Поэтому они всегда должны быть связаны с организацией по управлению использованием спектра и являются приоритетным направлением программы управления. Осуществление мониторинга и контроля подробно описаны в Главе 4.

Тем, кто занимается управлением использованием спектра, должны быть предоставлены полномочия по разработке правил использования спектра и соответствующих штрафных санкций. Например, при идентификации источника помехового воздействия, они должны обладать полномочиями потребовать его выключения или конфискации оборудования на базе соответствующих юридических

механизмов. Однако данные полномочия должны иметь четко очерченные границы и не должны касаться содержания передаваемой информации.

Полномочия по присвоению частоты должны включать определение соответствия и сроки действия присвоения. Отдел управления использованием спектра должен работать в тесной связи с отделами мониторинга, присвоения и выдачи лицензий в том, что касается сбора информации. Функция инспекции может зависеть от данных мониторинга и может включать следующее:

- расследование жалоб на помехи;
- расследование незаконных действий и действий, не соответствующих условиям разрешения на использование радиостанции;
- сбор информации для судебного преследования или помощь соответствующим агентствам, обеспечивающих исполнение обязательств;
- обеспечение такого положения дел, при котором операторы выполняют установленные законом национальные и международные требования;
- проведение технических измерений, например, мощности выходного шума, искажений и уровня мощности передатчика.

1.6.8 Международное сотрудничество

1.6.8.1 Общие положения

Влияние систем радиосвязи часто выходит за государственные границы. Международные действия включают действия в рамках МСЭ и других международных организаций, двусторонние и многосторонние дискуссии.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи МСЭ (ВКР и РКР), вместе с работой в трех Секторах МСЭ (Секторе радиосвязи, Секторе стандартизации электросвязи и Секторе развития электросвязи), требуют большого количества ресурсов и предварительной работы. Эта работа включает в себя подготовку и согласование национальных позиций для участия в международных встречах. Участие в региональных встречах может помочь отдельно взятым администрациям в их подготовке к более расширенным переговорам.

Другая важная деятельность – это координация частотных присвоений между Государствами – Членами МСЭ и нотификация этих присвоений в Бюро радиосвязи (БР). Зачастую, эти функции выполняет организация, которая занимается выдачей разрешений на использование частот. Она также осуществляет координацию и иные действия по защите системы радиосвязи страны от помех или когда появляется новая информация соответствующем Международном информационном циркуляре по частотам БР (ИФИК БР).

В переговорах по соглашениям и стандартам, связанным с использованием спектра участвуют и многие другие организации, которые непосредственно не отвечают за разработку правил и регламентов по использованию спектра, например Международная организация гражданской авиации (ИКАО), Международная морская организация (ИМО), Всемирная метеорологическая организация (ВМО), Специальный комитет по помехам Международной электротехнической комиссии (CISPR). Следовательно, администрации должны рассмотреть свое участие в работе этих организаций.

Двусторонние соглашения с соседними странами помогают улаживать различные эксплуатационные проблемы с целью координации развертывания систем радиосвязи и других объектов, представляющих взаимный интерес. Такие соглашения могут оказаться необходимыми для разрешения проблем с помехами, создаваемыми на территории сопредельного государства.

1.6.8.2 Всемирная конференция развития электросвязи (ВКРЭ)

Сектор развития электросвязи и Сектор радиосвязи МСЭ помогают развивающимся странам осуществлять функции управления использованием спектра. Эта деятельность была установлена Резолюцией 9 ВКРЭ-98 и пересмотрена ВКРЭ-02. Группа экспертов управления использованием спектра от развитых и развивающихся стран проводит регулярные встречи, чтобы координировать усилия и достичь прогресса в работе. Работа организована поэтапно с использованием анкетных опросов для получения подробной информации о национальных методах использования спектра и об использовании спектра в диапазонах частот, идентифицированных как представляющие интерес для развивающихся стран. Информация о первом этапе работы была опубликована в 2002 г., второй отчет – в 2004 году. База данных информации о методах, которые используют администрации для расчета размера платы за спектр, находятся на веб-сайте⁴ МСЭ как ответ на Вопрос МСЭ-D 21/2 (связанный с Резолюцией 9), поставленный ВКРЭ-02. Более подробные данные, включая ответы на анкетные опросы, могут быть получены на веб-сайте 2-й Исследовательской комиссии МСЭ-D, следуя ссылкам на Резолюцию 9.

Далее сформулированы потребности развивающихся стран в области управления использованием спектра, которые были определены из ответов на Резолюцию 9:

- *Содействие в осознании высшими национальными чиновниками важности эффективного управления использованием спектра для экономического и социального развития страны*

С реструктуризацией сектора электросвязи, появлением конкуренции и высокого спроса на частоты со стороны операторов, эффективное управление спектром стало обязательным для всех государств. МСЭ должен играть ключевую роль в росте понимания этого высшими чиновниками, организуя семинары, предназначенные специально для них.

- *Обучение и распространение доступной документации МСЭ*

Управление использованием спектра должно осуществляться в соответствии с положениями Регламента радиосвязи, региональными соглашениями, подписанными администрациями, и национальными регламентами. Регуляторы использования спектра должны быть способны обеспечить пользователей спектра всей необходимой информацией. С целью содействия в получении регуляторами спектра необходимых знаний об этих документах, развивающиеся страны хотели бы получить возможность обучения в форме семинаров МСЭ по конкретным проблемам. Через свои региональные офисы МСЭ может создать эффективную, действующую в реальном времени, систему по предоставлению регуляторам использования спектра информации относительно существующих и будущих публикаций.

- *Помощь в разработке методов для формирования национальных таблиц распределения частот*

Эти таблицы формируют основу управления использованием спектра. Они определяют доступные службы и как способствовать доступу правительственным администрациям к информации, доступной в других странах.

⁴ http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/SF-Database/index.asp.

- *Помощь в установке компьютеризированного управления распределением частот и систем контроля*

Эти системы облегчают решение повседневных задач управления использованием спектра. Они должны позволять учитывать местные особенности. Формирование рабочих структур также способствует выполнению административных задач, распределению частот, анализу загрузки спектра и контролю его использования. Согласно определенным требованиям каждой страны МСЭ может предоставить помощь экспертов по определению технических средств, эксплуатационных процедур и потребностях в людских ресурсах, необходимых для эффективного управления использованием спектра.

- *Экономические и финансовые аспекты управления использованием спектра*

МСЭ может установить механизм, дающий развивающимся странам возможность:

- определять финансовые ресурсы, которые будут распределены в эксплуатационный и инвестиционный бюджеты для управления использованием спектра;
- воспользоваться помощью в определении политики оплаты, которая принимает во внимание определенные особенности каждой страны и способствует национальному экономическому развитию.

- *Помощь в подготовке к всемирным конференциям радиосвязи (ВКР) и РКР и реализации соответствующих решений*

Подготовка совместных предложений на конференции – это способ гарантировать, что региональные требования будут приняты во внимание. Совместно с региональными организациями МСЭ может оказать содействие в организации и проведении региональных и субрегиональных подготовительных структур для Конференций. Для выполнения решений, принятых Конференциями, необходимы значительные ресурсы, и МСЭ может содействовать созданию механизма для реализации таких решений на национальных и региональных уровнях.

- *Участие в работе исследовательских комиссий МСЭ и их рабочих совещаний*

Исследовательские комиссии играют ключевую роль в составлении проектов рекомендаций, которые затрагивают все телекоммуникационное сообщество. Чрезвычайно важно, чтобы развивающиеся страны участвовали в их работе с целью гарантированного учета их специфических потребностей. Для обеспечения эффективного участия этих стран, МСЭ, через свои региональные офисы, может помочь в создании субрегиональной сети, организованной вокруг координаторов, ответственных за изучаемые вопросы, а также предоставить финансовую помощь, которая позволила бы координаторам участвовать в работе исследовательских комиссий.

1.6.9 Национальное сотрудничество (взаимодействие и консультации внутри страны)

Для эффективной работы национальная организация управления использованием спектра должна взаимодействовать и консультироваться с пользователями спектра, включая представителей коммерческой деятельности, промышленности электросвязи, правительственные организации и широкую общественность. Необходимо распространять информацию о политике, правилах и методах работы администрации и обеспечивать механизмы обратной связи, чтобы оценить последствия. Группа, работающая со СМИ, должна выпускать заявления для прессы, проводить встречи и действовать как посредник в решении проблем помех между пользователями, опираясь на поддержку со стороны органов инспекции, мониторинга и расследования жалоб на помехи.

Это взаимодействие может иметь форму неофициального прямого контакта между заинтересованными в использовании спектра лицами и организацией по управлению использованием спектра, формального контакта путем выполнения определенных административных процедур, представительского контакта путем создания консультативных комитетов, или комбинация этих и других методов. Прямой контакт с организацией по управлению использованием спектра, позволяет осуществить эффективный диалог и добиться быстрых результатов, но не позволяет учесть всех точек зрения на проблему. Прозрачные административные процедуры гарантируют справедливый и беспристрастный подход, но могут также оказаться обременительными и неэффективными. Общественные консультативные комитеты могут учесть различные точки зрения и быть эффективными в принятии главных решений. Национальным администрациям настоятельно рекомендуется устанавливать процедуры, дающие возможность организациям и гражданам обратиться к регулятору использования спектра с заявлением о внесении изменений в регламенты и решения по распределению спектра. Такие процедуры, введенные регламентом, будут в будущем обеспечивать возможность внесения изменений и гарантию того, что регуляторы использованием спектра должным образом учитывают потребности всех граждан государства.

1.6.10 Технические аспекты распределения спектра

Так как действия по управлению использованием спектра связаны с решениями, лежащими в сфере технологий, для адекватной оценки информации, возможностей и возможных вариантов требуются технические знания. Хотя социальные и экономические соображения присутствуют в большинстве решений, многие из них базируются на анализе технических факторов. Поэтому, должна существовать часть организации по управлению использованием спектра осведомленная о методах анализа электромагнитной совместимости, информированная о технологических достижениях и системных возможностях, которая обеспечивала бы объективную оценку для тех, кто занимается выработкой политики и планированием. Механизмы технических оценок рассматриваются в Главе 5.

1.6.11 Компьютерная поддержка

Степень доступности и используемости компьютерных средств поддержки в управлении использованием спектра зависит от ресурсов, приоритетов, и специфических требований заинтересованной страны. Использование компьютеров чрезвычайно важно для эффективного выполнения любых действий по управлению использованием спектра. Компьютерная поддержка не ограничивается учетом выданных лицензий или сложными инженерными вычислениями, а должна позволять разработку, реализацию и обслуживание вспомогательных механизмов, осуществляющих поддержку практически всех действий по управлению использованием спектра, включая хранение отчетности, прогноз и финансовое управление, связанных с лицензиями на использование частот. Компьютерная автоматизация для управления использованием спектра рассматривается в Главе 7.

1.7 Формирование организационной структуры управления использованием спектра

1.7.1 Общие положения

Организационные структуры, ориентированные на стратегию бизнеса, как правило, являются более однородными, чем они были раньше и достаточно гибкими, чтобы приспособиться к изменениям и максимизировать связь между различными организационными блоками. Два основных типа структур, которые могут быть уместны для организаций по управлению использованием спектра, таковы:

- небольшая организация по управлению использованием спектра;
- традиционная организация по управлению использованием спектра.

В первом случае, организация управления использованием спектра состоит из маленького постоянного штата, возможно 10–15 экспертов, с изменяющейся сетью пользователей спектра. Их рабочие взаимоотношения временные, ориентированы на проект и зависят от конкретной решаемой задачи управления использованием спектра. Во втором случае, организация – это так называемая "линейная организация", пример которой показан на рисунке 1.3.

1.7.2 Децентрализация против централизованного управления

Централизованная структура управления использованием спектра (которая реализована в большинстве стран) может обеспечить эффективный процесс управления за счет массового производства и стандартизации процессов и систем во всей организации, когда право принятия решения имеет только верхний эшелон управления организации. Преимущество децентрализованного управления – способность обеспечить управление на месте и наличие реальных стимулов, что улучшает качество работы, и делает работу более эффективной.

Общее управление улучшается за счет централизованного принятия стратегических решений, тогда как оперативные решения ежедневных проблем принимаются на местах. Децентрализованный процесс будет работать эффективно, если требуемая информация (например, о присвоении частот) доступна для всех участников централизованного информационного процесса. В некоторых странах, имеющих централизованную структуру управления, некоторые обязанности по управлению использованием спектра децентрализованы, например, все задачи, связанные с морскими проблемами, решаются другим правительственным органом (то же самое может быть сделано для воздушной связи и вещания).

1.7.3 Матричная структура управления

При ориентации на проект, командная организация может сводиться к матричному подходу в управлении использованием спектра, при котором функциональные возможности объединяются в группы. Возможен следующий матричный подход с пятью этапами:

- определить процесс и вовлеченные функции;
- определить, кто что делает и как выполняется работа;
- идентифицировать между какими функциональными компонентами организации, будут осуществляться самые важные процессы;
- спроектировать инфраструктуру группы;
- определить пути возможного улучшения эффективности команды.

1.7.4 Обобщение принципов

Сведем воедино основные принципы, которые должны быть учтены при проектировании структуры для национальной организации управления использованием спектра:

- *Основное* – минимизировать число уровней управления (плоская структура). Все подходы к управлению использованием спектра требуют компьютерных методов и сложного программного обеспечения. Организация управления использованием спектра должна строиться на основе соответствующей информации, чтобы быть эффективной. Сложные проблемы управления использованием спектра требуют создания рабочей группы.

- *Большие организации* – структура организации должна быть децентрализована, если главные проблемы находятся в регионах, которые отличаются от области управления централизованной структуры. Децентрализованные структуры позволяют принимать своевременные и эффективные решения. Матричное управление – эффективный подход для решения сложных проблем, когда штатный состав организации невелик.
- *Маленькие организации* – минимизируйте число уровней управления. Маленькие организации особенно нуждаются в компьютерных методах и сложном программном обеспечении, они должны строиться по модели доступности информации. Сложные проблемы не следует поручать маленьким организациям.

1.7.5 Системы управления использованием спектра

На рисунке 1.1 показана блок-схема отношений между функциональными требованиями и решениями по управлению использованием спектра. Она предполагает, что организация по управлению использованием спектра имеет достаточно большой штат, чтобы выполнить все действия, и что правительство гарантирует, что все указанные функциональные действия выполняются.

Первый вопрос – "Есть ли закон о связи и соответствующие регламенты, которые требуют выполнения всех этих функциональных требований?". Второй вопрос – "Имеет ли организация по управлению использованием спектра достаточно ресурсов, чтобы выполнить все эти функции?". Описаны три примера, причем первые два могут подойти для многих развивающихся стран.

Существует множество способов определить размер штата на основе функциональных требований. Размер штата должен базироваться на функциональных требованиях, а они могут базироваться на текущей структуре электросвязи в стране, числе требуемых новых лицензий, или количестве частот используемых в настоящее время и планируемых к использованию в будущем. Наиболее простым для использования и понимания является метод, связанный с числом требуемых частот. Таблица 1-1 описывает типичные значения количества частотных присвоений для каждой из трех систем управления использованием спектра. Хотя различные категории точно определить невозможно, эта таблица может помочь странам в планировании функциональной системы управления использованием спектра.

ТАБЛИЦА 1-1

Типичные параметры при присвоении частоты для структур различного размера

Система управления использованием спектра	Обычные действия, выдача лицензии или присвоение частоты	Примерная оценка размера штата	Комментарии
Маленькая	100–10 000	5–10	
Среднего размера	10 000–100 000	10–50	
Большая	более 100 000	более 50	Как правило, развитая страна с более чем 100 000 частотных присвоений

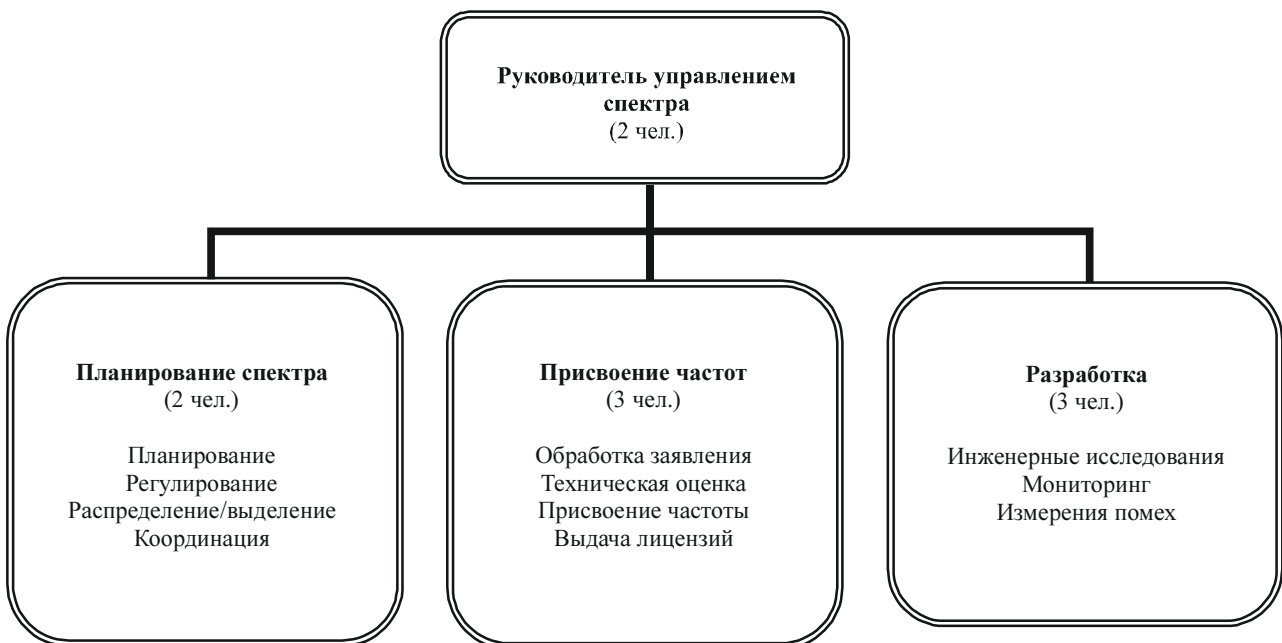
Типичный объем основных действий определяются числом обработанных за неделю лицензий/частотных присвоений или изменений, внесенных в условия выданных лицензий. Размер штата также зависит от опыта, образования, технической подготовки персонала.

Маленькая система управления использованием спектра

Маленькая организация по управлению использованием спектра, которая сопровождает небольшое число систем связи и обслуживает небольшое количество частотных присвоений, должна иметь основной штат в 5–10 человек. Так как количество фактически используемых частот, по всей вероятности больше, чем указывается в отчетах, то желательно предусмотреть и некоторые контрольные функции. Такого штата недостаточно для выполнения масштабного планирования и разработки руководящих документов. В этом случае, некоторые лицензионные выплаты могут использоваться для увеличения размера штата, тогда его функции могут быть расширены. Хотя автоматизированная система не требуется, желательно хранить все базы данных о выдаче разрешений и проводить внутренние технические расчеты.

РИСУНОК 1.2

Маленькая организация управления использованием спектра с профессиональным штатом



SpecMan-012

Система управления использованием спектра среднего размера

Система управления использованием спектра среднего размера с профессиональным штатом от 10 до 50 человек обладает достаточными ресурсами для решения всех ранее описанных задач. Функции могут быть структурированы различными способами. На рисунке 1.3 показан вариант, когда общее количество имеющихся частотных присвоений 75 000, и ежемесячно осуществляется еще около 1000 новых присвоений. Это не включает все административные функции, которые должен выполнять отдел управления использованием спектра. При использовании этого руководства потребовалось бы приблизительно 50 сотрудников (или 75 000/1500). На рисунке 1.3 показана структура для эффективной реализации функциональных элементов в организации управления использованием спектра среднего размера. В этой модели имеется четыре части, которые связаны друг с другом следующим образом:

- Подразделение частотных присвоений осуществляет, как показано, присвоение частот. Этот анализ выполняется техническим и инженерным составом с использованием SMS4DC. В случае обычного процесса присвоения частот детальное техническое исследование не проводится. Если же присвоение требует подробного анализа, то эту задачу выполняет Технический отдел.
- Технический отдел гарантирует, что используемые системы радиосвязи эффективны. Данное подразделение обычно использует автоматизированную систему управления использованием спектра, в которой употребляются данные измерений. Выходная информация поступает в Подразделение частотных присвоений и планирования спектра, а также используется регулятором использования спектра при решении специальных задач.
- Подразделение планирования спектра разрабатывает План использования спектра путем координации с соответствующими национальными организациями. Этот процесс часто требует информацию от подразделения частотных присвоений и Технического отдела.
- Административное и экономическое подразделение занимается взиманием платы за лицензии и выполняют различные административные и экономические функции планирования для регулятора использованием спектра.

РИСУНОК 1.3

Структура средней организации управления использованием спектра с профессиональным штатом



Большая организация по управлению использованием спектра

Большая организация по управлению использованием спектра должна решать функции, описанные выше. Обычное число служащих более 100 и общее количество частотных присвоений частоты превышает 100 000. Система требует сложной компьютерной системы управления использованием спектра, которая ведет учет частотных присвоений для всех служб и обеспечивает возможность технического анализа для всех частотных диапазонов и систем. Структура может быть организована, как описано выше, она может быть структурирована по радиослужбам или в виде матрицы по базовым функциям, которые применимы ко всем службам. Возможны также и другие организационные структуры.

Библиография

- FCC, Federal Communications Commission, Title 47 Telecommunications. U.S. Code of Federal Regulations, Part O, Organizations.
- MALONE, T. W., SCOTT, M., HALPERIN, M. and RUSSMAN, R. [July/August 1996] Organizing for the 21st Century: Research on Effective Organizational Structure for the Future. Strategy & Leadership, Vol. 24, 4, p. 6-11.
- NTIA [February 1991] National Telecommunications and Information Administration. U.S. Department of Commerce, NTIA Special Publication 91-23, U.S. Spectrum Management Policy: Agenda for the Future.

Документы МСЭ-R

Регламент радиосвязи МСЭ (издание 2004 года).

Справочник МСЭ-R по радиоконтролю (Женева, 2002 год).

Справочник МСЭ-R по компьютерным методам управления использованием спектра (Женева, 2005 год).

- | | |
|--------------------|---|
| Рек. МСЭ-R SM.667 | Данные, необходимые для управления использованием спектра на национальном уровне |
| Рек. МСЭ-R SM.855 | Многофункциональные системы электросвязи |
| Рек. МСЭ-R SM.1047 | Управление использованием спектра на национальном уровне |
| Рек. МСЭ-R SM.1049 | Метод управления использованием спектра, предназначенный для облегчения частотных присвоений наземным службам в пограничных районах |
| Рек. МСЭ-R SM.1131 | Факторы, которые следует учитывать при распределении радиочастотного спектра на всемирной основе |
| Рек. МСЭ-R SM.1132 | Общие принципы и методы совместного использования частот радиослужбами |
| Рек. МСЭ-R SM.1133 | Использование частот службами, имеющими широкое определение |
| Рек. МСЭ-R SM.1138 | Определение величин ширины полосы, включая примеры их вычисления и соответствующие примеры обозначения излучений |
| Рек. МСЭ-R SM.1265 | Альтернативные методы распределения частот |
| Рек. МСЭ-R SM.1413 | Словарь данных по радиосвязи |
| Рек. МСЭ-R SM.1603 | Перераспределение спектра как метод управления использованием спектра на национальном уровне |

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

К ГЛАВЕ 1

Международное управление использованием спектра и Международный союз электросвязи

1 Историческая справка

Первая запись о международном сотрудничестве в области электросвязи была сделана при создании Международного телеграфного союза в Париже, Франция, в 1865 г. Международное сотрудничество в радиосвязи началось в 1903 г. с Предварительной конференции по радиотелеграфии, но полностью объединение состоялось только на первой Международной конференции по радиотелеграфии в Берлине в 1906 г. Таблица распределения частот МСЭ создавалась на первой конференции по радиотелеграфии, которая распределила частоты от 500 до 1000 кГц для передачи общественной корреспонденции по каналам морской связи, полосу частот (ниже 188 кГц) – для дальней связи между береговыми станциями, и полосу (188–500 кГц) – для станций, не доступных для связи общего пользования.

С целью содействия международному сотрудничеству были разработаны организационные структуры и процедуры. В 1927 г. Вашингтонская конференция учредила Международный консультативный комитет по радиосвязи (МККР) для изучения технических проблем радиосвязи. В Мадриде в 1932 г. полномочные представители решили создать отдельную организацию, известную как Международный союз электросвязи (МСЭ), управляемый в соответствии с единственной Международной конвенцией электросвязи и дополненной Регламентами телеграфной связи, телефонной связи и радиосвязи. Результатами Мадридской конференции для радиосвязи стали:

- разделение мира для целей распределения частот региона (Европа и другие регионы);
- создание двух технических таблиц (одна для допусков по частотам, другая для способностей приемлемых полос частот);
- формирование стандартных требований для регистрации новых передающих станций.

В 1947 г. МСЭ провел полномочную конференцию в Атлантик-Сити с целью развития и модернизации организации. Согласно соглашению с Организацией Объединенных Наций, 15 октября 1947 года он стал специализированным агентством ООН, и конференция решила, что штаб организации должен быть переведен из Берна в Женеву.

2 Организационная структура

Полномочные конференции МСЭ, как высший законодательный орган, проводятся каждые четыре года для рассмотрения общей политики по достижению целей МСЭ. Они пересматривают Устав и Конвенцию, формируют финансовый план с четкими предельными расходами и выбирают Генерального секретаря, заместителя Генерального секретаря, Государства – Членов Совета, отдельных членов Радиорегуляторного комитета и Директоров трех Секторов. Совет, в котором представлены четверть Государств – Членов МСЭ (46), собирается ежегодно, для принятия политических и бюджетных решений в период между двумя Полномочными конференциями. Совет контролирует административные функции МСЭ и одобряет двухлетний бюджет и рабочие планы Секторов.

МСЭ имеет три сектора: Сектор радиосвязи, Сектор стандартизации электросвязи и Сектор развития электросвязи.

Действия и решения МСЭ оказывают существенное влияние на управление использованием спектра на национальном уровне. Поэтому чрезвычайно важно, чтобы администрации понимали и были полностью осведомлены об этих действиях, с тем чтобы они могли участвовать в принятии решений и гарантировать защиту своих национальных интересов.

Уровень участия будет зависеть от вида деятельности, наряду с приоритетами, интересами и ресурсами администрации.

Координация частот, нотификация и регистрация – основные задачи, администраций и их служб радиосвязи для обеспечения международной защиты частотных присвоений. Эта деятельность может вестись по переписке с МСЭ и другими администрациями, или, в случае координации спутниковых назначений, в ходе двусторонних или многосторонних переговоров.

Сектор/Бюро радиосвязи

Бюро радиосвязи (БР) входит в состав Сектора радиосвязи и возглавляется Директором, которому помогает секретариат БР.

Бюро:

- обеспечивает административную и техническую поддержку всемирных и региональных конференций радиосвязи, работу Исследовательских комиссий, включая рабочие совещания задач и специальные группы;
- осуществляет применение Регламента радиосвязи и различных региональных соглашений;
- фиксирует и регистрирует данные о частотных присвоениях и распределении частот, а также орбитальные характеристики космических станций и ведет Международный справочный регистр частот;
- консультирует Государства – Члены Союза о справедливом и эффективном использовании радиочастотного спектра и орбитального ресурса, проводит расследования и оказывает помощь в разрешении проблем с помехами;
- координирует подготовку, редактирование и рассылку циркуляров, документов и публикаций, подготовленных в Секторе, необходимых для выполнения Сектором своих обязанностей;
- предоставляет техническую информацию и проводит семинары по национальному управлению использованием спектра и по радиосвязи, и работает в тесном контакте с Бюро развития электросвязи для помощи развивающимся странам.

Радиорегламентарный комитет

Двенадцать избранных членов Радиорегламентарного комитета (РРК) представляющих пять (5) административных регионов МСЭ, исполняют свои обязанности на основе неполной занятости, обычно встречаясь в Женеве до четырех раз в год.

Комитет:

- одобряет Правила процедуры, используемой Бюро радиосвязи в применении положений Регламента радиосвязи и регистрации частотных присвоений, сделанных Государствами – Членами Союза;
- решает вопросы, находящиеся в компетенции Бюро, если они не могут быть решены путем применения Регламента радиосвязи и соответствующих Правил процедуры;
- рассматривает сообщения о нерешенных проблемах с помехами, расследования по которым были выполнены Бюро по требованию одной или нескольких администраций и формулирует Рекомендации;
- Предоставляет консультативную помощь на конференциях по радиосвязи.

Директор Бюро является исполнительным секретарем Радиорегламентарного комитета.

Всемирная и Региональная конференция радиосвязи (ВКР и РКР)

Всемирная конференция радиосвязи

Всемирные конференции радиосвязи (ВКР) устанавливают и пересматривают тексты Регламента радиосвязи, международных соглашений, касающихся использования радиочастотного спектра и радиослужб. В повестке дня ВКР может быть:

- пересмотр Регламента радиосвязи и любых связанных с ним планов присвоения/распределения частот, в зависимости от ситуации;
- обсуждение любых вопросов радиосвязи на всемирном уровне или на уровне Района МСЭ;
- рассмотрение действий Радиорегламентарного комитета;
- определение областей исследований исследовательских комиссий по радиосвязи в ходе подготовке к будущим Конференциям радиосвязи.

ВКР обычно созываются каждые три/четыре года. Повестка дня определяется Советом на основе предварительной повестки дня, согласованной предыдущей ВКР.

Изменения в международных распределениях частот могут иметь серьезные последствия для работы существующих национальных радиослужб. Большинство администраций имеет возможность подготовиться к ВКР путем участия в работе подготовительных групп региональных организаций (CITEL, SEPT, APT, ASMG, группы арабских государств и ATU). Эти региональные группы готовят общие предложения по каждому пункту повестки дня вместе с соответствующей технической и правовой информацией. Региональные совещания могут облегчить задачи подготовки для стран с ограниченными возможностями, за счет предоставления им результатов любых необходимых технических и правовых исследований.

Многие страны включают в национальную координационную группу пользователей радиослужб как правительственного, так и неправительственного назначения, с целью обеспечить наличие процесса широких консультаций. Целью является разработка согласованных национальных позиций по каждому пункту вопросов повестки дня ВКР. Во многих случаях этого может быть достаточно, чтобы национальная позиция поддерживала соответствующую региональную позицию.

После каждой ВКР требуется дополнительная работа по претворению в жизнь решений ВКР. Как часть непрерывного процесса консультаций, первым шагом, как правило, бывает публикация отчета и результатов с необходимыми разъяснениями ожидаемых последствий для существующих пользователей и возможностей для новых пользователей. Второй шаг – это пересмотр национальной таблицы распределения частот, с тем чтобы она соответствовала согласованным глобальным изменениям, с учетом необходимого времени для вступления изменений в силу.

Региональные конференции радиосвязи

Региональные конференции радиосвязи (РКР) рассматривают специфические проблемы определенных регионов и потребности государств-членов этого региона.

Ассамблея радиосвязи

Ассамблея радиосвязи (АР) отвечает за структуру, программу и утверждение результатов исследований в области радиосвязи. Ассамблея может:

- одобрить Рекомендации МСЭ-R и Вопросы, разработанные в исследовательских комиссиях;
- установить программу работы исследовательских комиссий, сформировать или расформировать исследовательские комиссии исходя из поставленных задач.

Ассамблеи радиосвязи обычно созываются каждые три или четыре года и обычно проходят одновременно с ВКР.

Консультативная группа по радиосвязи

Консультативная группа по радиосвязи (КГР) – часть Сектора радиосвязи, что определено в Уставе МСЭ (У84А) и Конвенции (К160А–160Н), со следующими обязанностями:

- пересмотр приоритетов и стратегии, которые приняты в Секторе;
- контроль прогресса в работе исследовательских комиссий;
- обеспечение руководства работой исследовательских комиссий;
- предложение рекомендованных мер по расширению сотрудничества и координации с другими организациями и с другими Секторами МСЭ.

КГР консультирует Директора (БР) и Ассамблея радиосвязи может обратиться к КГР по определенным вопросам, входящими в ее компетенцию (К137А).

Исследовательские комиссии МСЭ-R

Тысячи специалистов из администраций связи и других организаций всего мира участвуют в работе исследовательских комиссий радиосвязи, где они:

- создают рабочие материалы для Рекомендаций и Отчетов МСЭ-R о технических характеристиках и эксплуатационных процедурах радиослужб и систем радиосвязи;
- создают Справочники по управлению использованием спектра и для появляющихся систем и служб радиосвязи.

В настоящее время существует семь исследовательских комиссий (ИК):

- ИК1 Управление использованием спектра
- ИК3 Распространение радиоволн
- ИК4 Фиксированная спутниковая связь
- ИК6 Радиовещательная служба (наземная и спутниковая)
- ИК7 Радиослужбы для научных исследований
- ИК8 Мобильная связь, радиоопределение, радиолюбительская и соответствующие спутниковые службы
- ИК9 Фиксированная радиослужба.

Кроме того, следующие специализированные группы готовят отчеты для Ассамблеи радиосвязи:

- SC Специальный комитет по регуляторным/процедурным вопросам
- CCV Координационный комитет по словарю;
- СРМ Комитет по проведению собраний по подготовке к конференциям.

Рекомендации, отчеты и другие материалы, подготовленные исследовательскими комиссиями МСЭ-R, в результате деятельности действительных и ассоциированных членов Союза, являются технической основой для управления использованием спектра. Они включают рекомендованные значения критериев совместной работы различных радиослужб, определенных в Регламенте радиосвязи. Каждая исследовательская комиссия имеет одну или несколько рабочих групп, решающих проблемы в рамках своих возможностей и, в некоторых случаях, создает специальные группы для решения конкретных и срочных проблем.

Исследовательские комиссии и их рабочие группы организуют встречи, не реже раза в год, как правило, в штаб-квартире МСЭ в Женеве. Из-за ограниченности ресурсов, администрации должны определять, так, чтобы участие в работе исследовательских комиссий было бы эффективным способом ориентировано на те проблемы, которые представляют непосредственный национальный интерес.

Собрание по подготовке конференции

Комитет по проведению собраний по подготовке к конференциям (СРМ) готовит обобщенный отчет о технических, функциональных, регуляторных и процедурных основах приближающейся ВКР.

Технические и функциональные вопросы прорабатывают соответствующие исследовательские комиссии. Регуляторными и процедурными вопросами занимается Специальный комитет, если так решено на ВКР, который работает точно так же, как и исследовательские комиссии.

СРМ модифицирует и дорабатывает материалы исследовательских комиссий и Специального комитета, совместно с любыми новыми материалами, которые ему представлены.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

К ГЛАВЕ 1

Пример схемы национального документа в виде регламентов и процедур для управления использованием спектра

1 Общие положения

Документы по вопросам управления использованием спектра, регламентам и процедурам должны быть доступны всем пользователям спектра. Данный Справочник должен быть руководящим документом для пользователей спектра и представляет собой обобщенную информацию по управлению использованием спектра. Справочник, состоящий из 11 глав, может быть организован следующим образом:

- Глава 1: Организация управления использованием спектра
- Глава 2: Орган по присвоению частот
- Глава 3: Цели национального управления использованием спектра
- Глава 4: Международные соглашения
- Глава 5: Определения, используемые в управлении использованием спектра
- Глава 6: Распределение частот и планы размещения каналов
- Глава 7: Приложения для использования частот
- Глава 8: Процедуры выдачи лицензий на использование частот
- Глава 9: Регламенты, применимые для различных радиослужб:
 - Любительская радиослужба
 - Экспериментальные станции
 - Промышленное, научное и медицинское (ISM) использование частот
 - Устройства малой мощности
- Глава 10: Спектральнозависимые стандарты оборудования
- Глава 11: Использование мониторинга в управлении использованием спектра.

2 Пояснение

Глава 1 должна описывать инфраструктуру управления использованием спектра. Управление использованием спектра обычно выполняется независимой организацией. Эта организация несет основную ответственность за присвоение частоты и выдачу лицензий. Эта глава должна содержать схему организации и соответствующие описания.

Глава 2 содержит законы и инструкции регламенты, дающие независимой организации полномочия по выдаче лицензий на использование частот. Эта глава должна содержать Закон о связи.

Глава 3 определяет национальные особенности по управлению использованием спектра, исходя из национальных интересов в использовании систем электросвязи. Для того, чтобы управление использованием спектра было бы эффективным и учитывало интересы будущих пользователей, необходимо понимание приоритета этих организаций в контексте национальных целей.

Глава 4 описывает Международный союз электросвязи (МСЭ) и его функции в международном управлении использованием спектра, включая действия Бюро радиосвязи. Международные соглашения по использованию частот формируют основу для создания национальных распределений и выделений частот.

Глава 5 содержит набор определений, которые используются в международном управлении использованием спектра. Эти определения (радиослужбы, классы радиостанций, технические параметры станций и т. д.) дают возможность регуляторам использования спектра иметь сведения о деталях конкретных частотных присвоений и предоставлять для общего понимания подробные сведения по присвоению частот, содержащихся в Международном справочном регистре частот МСЭ.

Глава 6 – самая важная часть документа. Эта глава состоит из международных и национальных таблиц распределения частот, а также канальных планов. Национальная таблица распределения частот должна быть таблицей, используемой независимой регулирующей организацией в планировании доступного спектра. Те полосы, которые не имеют определенного национального распределения, распределяются в соответствии с таблицей Регламента радиосвязи для данного региона. Ссылка на специальные национальные условия оформляется как "Примечания для страны". Если есть ссылки на международные правила, то они также указываются. Канальные планы включаются после таблицы распределения частот и для тех полос частот, для которых они рекомендованы. Эти планы используются как рекомендации для целей присвоения частоты.

Глава 7 описывает процедуру, которую должен пройти претендент, запрашивающий присвоение частоты или разрешение на использование специализированных полос частот (например, для морской подвижной связи). Здесь должен быть описан процесс присвоения частот, выполняемый независимой организацией и приведена диаграмма процесса.

Глава 8 описывает систему выдачи лицензий на использование радиооборудования. Путем выдачи лицензий независимая организация осуществляет регулирование импорта, экспорта, владения, и использования радиопередающего оборудования. Радиолюбители и операторы морской связи также обязаны получить лицензию на использование частот. Различные формы лицензий должны быть показаны в приложении к документу.

Глава 9 содержит регламенты для четырех специальных классов радиослужб. Это любительская, экспериментальная, ISM (промышленные, научные, медицинские устройства) и устройства малой мощности.

Экспериментальные радиостанции требуются для научных исследований во многих областях техники. Эти станции не выполняют функций связи, но необходимы для разработки новых систем радиосвязи и для научных исследований. В большинстве стран нет специальных правил, определяющих работу с этими устройствами, кроме того, что они не должны создавать вредных помех.

Промышленные, научные и медицинские устройства, использующие радиочастотный спектр, Это, например, радиочастотные устройства дуговой сварки, медицинское электрохирургическое оборудование, радиочастотные хирургические приборы и микроволновые печи.

Законы о радио обычно не делают различий между нормальным оборудованием радиосвязи и передатчиками малой мощности, используемыми в таких приложениях как дистанционное управление и беспроводные телефоны. В ожидании пересмотра законов, руководство должно определить характеристики, определяющие устройства малой мощности, и сформулировать политику освобождения их от лицензионных требований.

Глава 10 должна определить стандарты независимых регулирующих организаций для спектрозависимого оборудования. Эти стандарты могут использоваться как критерии для проверки радиооборудования в соответствующей лаборатории и для того, чтобы определить и контролировать правильность заявлений на получение разрешений на ввоз, а также обеспечить их соответствие стандартам.

Глава 11 должна определить основные положения радиоконтроля и политику по проведению радиоконтроля в интересах процесса управления использованием спектра.

ГЛАВА 2

ПЛАНИРОВАНИЕ СПЕКТРА

Содержание

	Стр.
2.1 Введение.....	37
2.2 Значение планирования	38
2.2.1 Планирование выгод по сравнению с затратами.....	39
2.2.2 Определения планирования спектра	40
2.3 Планирование процессов.....	41
2.3.1 Определение целей планирования спектра.....	41
2.3.2 Элементы для рассмотрения	43
2.3.3 Доступность спектра.....	46
2.3.4 Варианты планирования	46
2.3.5 Выполнение процесса	46
2.3.6 Итеративный процесс	47
2.4 Консультативный подход.....	47
2.4.1 Исследование будущих потребностей в спектре.....	47
2.4.2 Взаимодействие с группами представителей	48
2.5 Аналитический подход.....	49
2.6 Сценарный подход	50
2.7 Тенденции использования.....	51
2.8 Дополнительные подходы.....	51
2.9 Планирование системы управления использованием спектра и обзор.....	52

	Стр.
2.10 Реализация планирования	53
2.10.1 Краткосрочное планирование (в течение 3–5 лет).....	53
2.10.2 Долгосрочное планирование (в течение 5–10 лет)	54
2.10.3 Стратегическое планирование	58
2.11 Улучшение системы планирования управлением спектра.....	59
2.12 Орган управления или администрирования	59
Библиография	60

2.1 Введение

Задача любого планирования состоит в том, чтобы организовать и направить в одну цель идеи и действия для рационального и эффективного достижения поставленных или согласованных целей. Эти действия важны для любой страны (и особенно для развивающихся стран), которая хочет создать или улучшить процесс управления использованием спектра на национальном уровне.

План предусматривает действия, а не реакцию. Он может быть сформирован для определенного периода или события с конечными временными границами или он может быть постоянным документом, периодически обновляемым для отражения перемен политики или текущих событий. План может быть письменным или устным, общим или конкретным. Каждая форма имеет свои преимущества и недостатки. Рекомендуется иметь письменный план.

Планирование – это процесс, который должен предшествовать рациональному и эффективному выполнению любых действий, будь они правительственными или коммерческими. Экстренное или "кризисное" решение проблем означает, что наилучшие решения недоступны. Планирование спектра ничем не отличается от обычного планирования. Оптимальные решения требуют перспективных прогнозов, которые предполагают достаточный запас времени, чтобы рассмотреть все вовлеченные факторы. Планирование предполагает серьезный подход к процессу, потому что кризисные ситуации всегда отвлекают от решения перспективных задач. Краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное планирование являются абсолютно необходимыми для управления использованием спектра, которое меняется вместе с динамически изменяющимися потребностями в спектре.

Управление использованием и само использование радиочастотного спектра требуют направленного приложения усилий и единства подходов, обеспечиваемого планированием, если ресурсы электромагнитного спектра должны служить достижению национальных целей. Планирование спектра – это процесс определения целей управления использованием спектра для будущего и разработка этапов по достижению этих целей. Таким образом, планирование обеспечивает структуру, в пределах которой спектр является доступным для постоянно развивающихся потребностей в спектре радиочастот. Планирование облегчает принятие решений, создавая основу для рассмотрения и оценки различных действий. Планирование спектра должно учитывать интересы и потребности настоящих и будущих пользователей спектра.

Цель планирования управления использованием спектра состоит в том, чтобы оптимизировать распределение его между пользователями путем:

- разработки и создания эффективной организации по управлению использованием спектра;
- разработки и реализации политики по управлению использованием спектра, правил и регламентов;
- создания возможностей для эффективного и рационального использования спектра;
- распределения спектра между радиослужбами и приложениями радиосвязи;
- организации, структурирования, и разрешения использования определенных систем радиосвязи или радиослужб.

Например, если потребности в спектре для мобильной связи будут расти в течение пяти или десяти лет, то процесс управления использованием спектра должен предпринять шаги по их удовлетворению и гарантировать, что достаточное количество спектра будет распределено подвижной службе для удовлетворения этих потребностей. Для того чтобы достичь этих целей, необходимо наличие средств анализа, процедур координации и вспомогательных баз данных, которые способствовали бы распределению подвижным службам дополнительного спектра. Создание таких возможностей требует времени. В то же самое время, трудность определения того, какой дополнительный спектр может быть доступен в будущем, заставляет разработчиков оборудования производить более эффективное оборудование, которое будет способно удовлетворить потребности в услугах связи, используя меньшее количество спектра, чем существующие технологии.

Наиболее простой, признанной и основной формой планирования спектра является таблица распределения частот. Национальная таблица создается на основе международной таблицы, и они обе предназначены для структурирования спектра, с тем, чтобы можно было удовлетворить будущие потребности. В то время как *Международная* таблица распределений частот представляет собой результат процесса определения будущих потребностей, пунктов повесток дня конференции, исследований, переговоров и соглашений, *национальные планы* Государств – Членов МСЭ обеспечивают реализацию этого процесса, формулируя будущие пункты повестки дня, исследуя проблемы совместного использования спектра и предлагая новые распределения с соответствующими регламентами.

Эта Глава рассматривает значение планирования спектра, связанные с этим процессом определения, формирование целей планирования, сам процесс планирования, включая методы, которые должны применять и источники информации, являющейся основой планирования.

2.2 Значение планирования

Использование спектра оказывает стимулирующее влияние на экономический рост, благосостояние граждан и участие государства в деятельности международного сообщества. Более того, уровень и разнообразие использования радиосвязи быстро расширяются и, благодаря свойствам распространения радиоволн на более высоких частотах, многие новые потребности могут быть удовлетворены за счет перевода радиослужб в более высокие полосы частот. Во многих случаях, регуляторы использования спектра используют все более и более сложные технические решения, которые допускают использование частотного ресурса в соседних или перекрывающихся участках спектра в одной географической области. В некоторых случаях допуск новых пользователей означает перемещение или перераспределение спектра для существующих приложений, причем часто за большую плату. Возможные компромиссные решения описываются в этой главе.

Спектр – очень гибкий ресурс и при наличии достаточного времени для принятия решения, могут удовлетворяться новые потребности в спектре. Прогнозирование возможных конфликтов в спектре поможет гарантировать отыскание рентабельных и эффективных решений и при этом стимулировать рост на рынке телекоммуникаций. Для нахождения таких решений чрезвычайно важна своевременная разработка сложных инструментальных средств для управления использованием спектра. Разработка или закупка оборудования электросвязи, как правило, требуют наличия долговременных обязательств из-за сложности и дороговизны оборудования. Поэтому планы управления использованием спектра и связанные с этим решения могут действовать в течение длительного времени пока отыскиваются технические или административные решения, допуская к спектру некоторых пользователей, при этом, возможно, задерживая развитие других или увеличивая вероятность помех существующим пользователям. Определение стратегических национальных целей может сформировать для пользователей спектра и производителей оборудования определенные условия для успешного применения в будущем спектральных технологий и новых услуг.

Хорошее планирование чрезвычайно важно, если требуется достичь максимального экономического и социального эффекта от реализации систем радиосвязи. Планирование спектра может облегчить развитие радиосвязи и важность планирования будет увеличиваться с ростом спроса на спектр и усилия по управлению использованием спектра будут направлены на предотвращение помех и отыскание спектра для растущих потребностей.

Во всех областях деятельности менеджеры стараются больше внимания уделять наиболее экстренным задачам. О внимании к планированию часто забывают, имея дело с текущими проблемами. Кажется, что планирование можно всегда отложить. Но все же качественная система управления использованием спектра нуждается в планировании. И очень мало отраслей государства или бизнеса могут рисковать, двигаясь вперед без предварительного планирования.

2.2.1 Планирование выгод по сравнению с затратами

Любое планирование имеет целью максимизировать выгоду, путем подготовки к будущему. Работа в хаотических обстоятельствах, которые случаются из-за недостатков в управлении или, при необходимости быстро или часто менять направление развития, требует колоссальных затрат времени и денег и приводит к тому, что удобный случай оказывается упущенным. Перемещение оборудования, разработанного для одной полосы частот, в другую (перераспределение полос радиочастот), с одной стороны может быть чрезвычайно дорогостоящим, но с другой стороны, если планирование проведено хорошо, может быть выгодным за счет применения технологии, использующей спектр более эффективно. Неэффективные, испытывающие воздействия помех, плохо спланированные службы могут замедлить экономический рост и срывать развитие. Задержки в реализации систем из-за недостатка доступного спектра, или отсутствия приемлемого регуляторного плана могут принести существенные потери разработчикам систем и снижение доходов от эксплуатации системы.

При решении любой задачи всегда будут затраты, связанные с обеспечением адекватных ресурсов. Эти затраты подразумевают сбор, рассмотрение и хранение информации, консультации для пользователей и международных представителей, координирование позиций, подготовку планов, и ведение переговоров о соглашениях. При игнорировании этих положений планирование будет неизбежно испорчено и те же деньги будут истрачены на реализацию неправильных планов. Можно утверждать также, что ранее управление использованием спектра достаточно хорошо велось без долговременного проектирования, и что неточное проектирование может привести к распределению спектра для служб, которые не развиваются, как предполагалось (из-за технологических или экономических трудностей). Хотя такие распределения теоретически обратимы, на практике этот процесс может оказаться сложным, поскольку до некоторой степени эти службы уже развернуты, а провайдеры услуг и пользователи заплатили за оборудование.

При переходе от краткосрочного планирования к долгосрочному перспективы планирования становятся более проблематичными, однако, отказ от такого планирования – не самое лучшее решение. Наиболее дорогостоящим результатом ошибок планирования может оказаться срочный перевод в другие полосы частот ранее существующих служб. Когда новые приложения и услуги невозможно приспособить для работы на более высоких частотах (где спектр еще доступен и будет доступен в течение некоторого времени), у регуляторов использования спектра может не оставаться другого выбора, кроме как освобождение для них спектра за счет перемещения ранее существующих приложений и услуг, которые не ограничены по частоте. Давление на существующих пользователей с целью заставить их переместиться по спектру может быть особенно большим, когда новые приложения и услуги кажутся очень выгодными и обещают быстрое развитие услуг и экономический рост. Такие критерии для принятия решений повышают риски для множества пользователей и инвесторов, если регуляторы использования спектра не имеют достаточно времени для перевода старых служб в новые полосы частот. Если планирование не предусматривает запаса времени, то внедрение новых систем и технологий будет замедлено.

Одним из аргументов против долгосрочного планирования является предположение неспособности части регуляторов использования спектра вносить изменения в план, когда появляется новая информация. Однако, любой процесс планирования, и особенно долгосрочное планирование, должен предусматривать регулярный пересмотр и изменение планов.

Планы не приносят пользы, если они становятся жесткими и догматичными. В такой динамической области как управление использованием спектра, такие планы должны избегать необратимых решений, чтобы не было блокировки конкретных результатов, а должны устанавливать длительный период времени путь к достижению целей управления использованием спектра. Любое обязательство по долгосрочному планированию должно включать обязанность принудить регуляторов использования спектра по пересмотру планов в свете происходящих событий.

Регуляторы использования спектра должны нести ответственность за планирование новых использований общественного спектрального ресурса, и планирование должно способствовать улучшению управления, а не расширению полномочий регулирования. В планах использования спектра должны быть рассмотрены некоторые вопросы использования спектра и его управления, чтобы оставалась возможность для инноваций и смены направлений, но даже методы достижения такой гибкости должны планироваться. Таким образом, например, разработка и более широкое использование рыночных принципов и пользовательской гибкости в процессе управления использованием спектра являются основными компонентами планирования спектра, особенно в развивающихся странах.

2.2.2 Определения планирования спектра

Понимание планирования спектра требует некоторого соглашения по терминологии. Планирование спектра может быть разделено по времени (краткосрочное, долгосрочное и стратегическое) и по областям (использование спектра и системы управления использованием спектра). Все определения, перечисленные в таблице 2-1, используются для целей данного описания. Подобные термины могут иметь иное значение в других областях.

Рассмотрение вопросов планирования сети или службы лучше оставить на рассмотрение провайдеру услуг или оператору сети и, следовательно, в данном Справочнике они далее не рассматриваются.

ТАБЛИЦА 2-1
Определения

Краткосрочное планирование	Планирование, которое рассматривает проблемы, требующие решения, или системы, которые должны быть развернуты в течение от 3 до 5 лет.
Среднесрочное планирование	Планирование, которое рассматривает проблемы, требующие решения, или системы, которые должны быть развернуты в течение от 5 до 10 лет.
Долгосрочное стратегическое планирование	Планирование, включающее определение ограниченного числа ключевых проблем, которые требуют пристального внимания регулятора использования спектра по поиску решений, на который потребуется более 10 лет.
Планирование использования спектра	Планирование, охватывающее вопросы использования спектра, т. е. распределение, выделение, назначение, стандартизация и т. д.
Планирование системы управления использованием спектра	Планирование, включающее использование методов управления использованием спектра, методов анализа, организации, ресурсов, компьютерного выполнения и т. д.
Сервисное или сетевое планирование	Планирование характеристик определенных систем и операций.

2.3 Планирование процессов

Процессы по планированию спектра охватывают любое действие по управлению спектром или решение, которое непосредственно указывает, как будет использоваться спектр. Они включают такие аспекты как распределение, спектральная политика, выделение, правила назначения и стандарты. Действия в каждой из этих областей определяют, как будут использоваться полосы, как будут развертываться радиослужбы, и в некоторых случаях, какие технологии будут приняты или же какая предпочтительная технология будет определена рынком. Национальная таблица распределения служит первичным планом использования спектра. Другие действия по планированию формируют отдельные направления этой работы.

Распределение, выделение и присвоение частот и определение стандартов использования спектра – важнейшие аспекты управления использованием спектра. Планы, учитывающие и предусматривающие изменения использования спектра, могут существенно облегчить выполнение задач управления использованием спектра и способствовать экономическому развитию. Планы использования спектра должны учитывать такие факторы как основные тенденции в использовании спектра, появляющиеся технологии, новые службы, которые не учитывает существующая таблица распределения, планы пользователей относительно изменений в использовании, прогнозируемую загрузку в определенных полосах или географических областях и, наконец, потенциальные изменения в планах распределения или выделения частот, которые могут быть приняты на ВКР.

Действие плана использования спектра может быть лимитировано периодом, в течение которого он применяется, ограничением в диапазонах частот или услугах, которые рассматриваются, или некоторыми другими параметрами. Долгосрочные планы охватывают большие промежутки времени и учитывают результаты ВКР. Информация, которую рассматривают при планировании использования спектра, должна включать данные о текущем использовании, распределении, назначениях и технологии, о будущих потребностях и доступном спектре. Анализ требований к использованию спектра, для того, чтобы представлять ценность, должен принимать во внимание не только технические, но и экономические, и политические факторы. Там, где технические решения учитывают все экономические и политические критерии, которые должны выполняться, процесс планирования идет более легко. Чаще всего требуется рассмотреть все компромиссы, а именно, политические, юридические, экономические, социальные, экологические и технические. Обычно такие планы разрабатываются в контексте изменений в национальном распределении, выработки политики, разработки правил и регламентов. Во многих случаях представляются планы, ориентированные на конкретные сроки. Такие планы, не будучи осуществленными сразу, допускают пересмотр в будущем. Перечень факторов, которые могут влиять на планирование спектра, показан в таблице 2-2.

2.3.1 Определение целей планирования спектра

Определение целей планирования спектра – необходимая часть процесса планирования. Для этого необходимо рассмотреть, как оптимизировать использование спектра. Это рассмотрение включает учет потенциального роста числа существующих радиослужб, а также внедрение и развитие новых услуг и приложений. Более того, необходимо рассмотреть изменения в использовании спектра различными отраслями промышленности, бизнеса, правительством и широкой публикой. Важно определить и установить цели, которые учитывали бы информацию, поступающую от местных и национальных правительственных агентств, соответствующих отраслей промышленности (и больших, и маленьких) и от всех соответствующих географически рассеянных заинтересованных источников. Должна быть сделана оценка существующих процессов планирования использования национального спектра и его элементов, для того чтобы определить сильные и слабые стороны с точки зрения промышленности и правительства. Результат этой оценки послужит основой для разработки целей планирования спектра.

ТАБЛИЦА 2-2

Факторы, которые могут влиять на планирование спектра

<p>Политические и юридические факторы</p> <p>Национальный закон о радиосвязи</p> <p>Регуляторные требования</p> <p>Международное распределение частот (МСЭ)</p> <p>Региональные органы управления использованием спектра</p> <p>Национальные процедуры распределения частот</p> <p>процедуры распределения частот соседних администраций</p> <p>Политика стандартизации</p> <p>Инфраструктура электросвязи</p> <p>Промышленные пользователи</p> <p>Потребности пользователей</p> <p>Защита и общественная безопасность</p> <p>Экономические факторы</p> <p>Глобализация</p> <p>Общее экономическое развитие</p> <p>Структура цен и тарифов для оборудования и услуг</p> <p>Потребности рынка и вопросы маркетинга</p> <p>Процедуры и методы, используемые провайдерами услуг</p> <p>Оплата спектра или спектральные аукционы</p> <p>Экономическое влияние новых услуг и технологий</p>	<p>Социальные и экологические факторы</p> <p>Изменения спроса, как результат перемен в социальной структуре</p> <p>Изменения спроса, как результат перемен в повседневной жизни и рабочем времени</p> <p>Общественное признание беспроводной связи</p> <p>Возможное загрязнение от излучения и радиочастот</p> <p>Неприятие широкой публикой больших антенн и быстрый рост числа станций</p> <p>Космический мусор</p> <p>Технические факторы</p> <p>Мобильность потребителя</p> <p>Базовые технологии</p> <p>Микроэлектроника</p> <p>Обработка сигналов</p> <p>Обработка данных в телекоммуникациях</p> <p>Компоненты оборудования</p> <p>Источники питания</p> <p>Батареи</p> <p>Средства связи</p> <p>Кодирование (источника и канала) и методы модуляции</p> <p>Методы канального доступа и режимы передачи</p> <p>Методы расширения спектра</p> <p>Методы разнесения, например, временное, пространственное и частотное</p> <p>Разработка или оптимизация антенн</p> <p>Характеристики антенн, например, направленность и адаптивность антенн</p> <p>Уменьшение излучения по боковым лепесткам</p>
--	--

2.3.2 Элементы для рассмотрения

Планирование спектра, согласно любому из определений планирования, может определить будущие всеобъемлющие национальные потребности в спектре для услуг радиосвязи, на основании рассмотрения технологических, юридических, социальных, экологических и экономических факторов, каждый из которых может влиять на использование спектра. Чтобы удовлетворять потребностям использования спектра, регуляторы использования спектра должны сначала определить текущие и будущие потребности⁵ и доступный спектр, прежде, чем они определяют, как наилучшим образом удовлетворить эти потребности. Регуляторы использования спектра должны иметь точную информацию, чтобы провести анализ, на основании которого будут базироваться оценки и решения по планированию. Будущие требования должны быть своевременно определены, для того чтобы впоследствии не заниматься перераспределением спектра. До того, как использованием спектра можно эффективно управлять, необходимо иметь перечень пользователей спектра и определить какие спектральные ресурсы имеются в наличии. Доступность ресурсов спектра зависит от:

- числа пользователей спектра (то есть, количества выданных частотных присвоений, наряду с числом радиостанций);
- соответствующих характеристик радиостанций;
- географического распределения радиостанций до определенной единой степени точности;
- потенциального влияния радиостанций друг на друга.

Национальный регистр радиочастот

Такая информация обычно имеется в национальном регистре радиочастот, но может быть объединена с информацией, доступной из других источников, например, МСЭ международного регистра частот, данных национального мониторинга, отчетов инспекторских проверок и т. д. База данных расчетных значений индикаторов использования спектра может быть важным дополнительным источником. Степень полезности базы данных использования спектра будет определяться в зависимости от реализуемого типа планирования.

Национальные регистры частот должны служить основным ресурсом для того, чтобы оценить текущее использование спектра. Для того, чтобы принимать решения, касающиеся пользователей спектра, регистр должен содержать информацию с адекватным техническим и регуляторным уровнем. Регистр, содержащий только значения частот, имя пользователя и его местоположение, используемый отдельно от других источников, не поможет решить все проблемы информационного характера. Также необходима информация, связанная с функционированием оборудования, затратами на развертывание и подробные технические характеристики. В случаях, когда необходимо международное согласование, национальный регистр может быть дополнен Международным информационным циркуляром по частотам БР (ИФИК БР).

Мониторинг

Информация о фактическом использовании частот, полученная с помощью мониторинга спектра, может использоваться для дополнения национальных регистров. Мониторинг спектра, включающий реальные измерения занятости частот, дает возможность регуляторам использования спектра сопоставлять фактический уровень использования с заявленным или получать информацию, если записей в регистре нет.

⁵ Термин "потребности" предполагает, что рассматриваются текущие и будущие потребности в спектре, включая понятия требуемых возможностей, систем и их характеристик и соответствующие требуемые частоты.

При оценке уровня использования необходимо учитывать тип службы. Некоторые пользователи связи общего пользования ставят специальные задачи при измерениях. Например, поскольку некоторые государственные агентства, связанные с выполнением задач в критических ситуациях или решают задачи обороны, то в обычное время измерения использования спектра не помогут понять их потребности в спектре. Поэтому, необходимо проявлять осторожность при попытке оценить использование спектра путем проведения измерений, и их результаты должны быть тщательно изучены в свете различной информации о возможных потребностях (см. Главу 4.)

Обмен информацией с другими администрациями

Результаты планирования могут часто воздействовать на пользователей спектра за пределами национальных границ. В этих случаях планирование должно включать координацию информации и рассматриваемых планов с соседями или международным сообществом в целом. Объем информации, предоставляемой администрациями, будет различным. В некоторых случаях существует проблема секретности данных, что затрудняет сбор и анализ информации.

Общие консультативные запросы

Национальный регулятор использования спектра может также собрать информацию с помощью опросов, что является частью общего консультативного подхода. Общественные опросы позволяют регулятору использования спектра собирать широкий диапазон информации по определенным вопросам, например, о диапазонах частот и условиях предоставления услуг. Опрос может быть выполнен в открытой форме, когда информация собирается при помощи письменных вопросников или через открытый форум, либо же ведется диалог в рамках конкретных групп и организаций. Эти группы могут быть постоянными комиссиями или группами, созданными для ответа на определенные вопросы. В любом случае в ходе опроса должны быть заданы вопросы, касающиеся важнейших вопросов по конкретным решениям задач планирования.

Будущее использование спектра

Любой план использования спектра должен учитывать будущие национальное и международное использование спектра. Очевидно, регистры частотных присвоений и мониторинг не могут использоваться как полные источники такой информации, хотя степень изменения информации, полученной из любого из этих источников, или из данных радиоконтроля в ходе экспериментальных включений, может служить существенным дополнением для получения некоторых оценок.

Международные тенденции

Поскольку производство многих систем радиосвязи ориентировано на международный рынок, то международные тенденции могут быть важными для планов, включающих в себя будущее использование. В тех случаях, когда используется широко распространенное оборудование, для отдельно взятой страны не имеет смысла устанавливать правила, например, формировать план распределения каналов, который пригоден только для одного оборудования из имеющегося на рынке. Данные тенденции могут быть определены путем анализа профессиональной литературы, через консультации с коммерческими фирмами или правительственными представителями других стран, а также через участие во всемирных конференциях радиосвязи и международных технических совещаниях.

Прогноз использования спектра

Еще одной попыткой понять будущее состояние использования спектра является прогнозирование. Прогноз можно определить как процессы и методы оценки потребностей в спектре, основанные на предположениях. Прогноз может предсказывать применение новых приложений или технологий, или тенденций изменения спроса на спектр и оценки их воздействия. Регуляторы использования спектра могут основывать такой прогноз как на эмпирических методах, так и на полностью информированных суждениях.

Так как большинство методов планирования основано на некоторых оценках будущего, выбор регулятора использования спектра должен учитывать, является ли прогноз ясным и хорошо структурированным, либо неявным, основанным на несформулированных и недоказанных предположениях. Среди достоинств структурированных методов то, что они более открыты и их результаты повторяемы. Более того, с такими методами предположения и информация, на которую они опираются, четко сформулированы, а применяемые методы анализа открыты для просмотра. В результате, понимание ограничений и показателей таких прогнозов намного проще. Быстрые и непредсказуемые технологические изменения часто представляются как причина для того, чтобы не использовать прогнозирование использования спектра. Однако крупные технологические достижения редко происходят без предварительных шагов и большие изменения, как правило, происходят поэтапно.

При планировании спектра для прогнозирования могут использоваться три главных источника информации. Это – экспертные оценки, анализ тенденций, прослеживание технологии и опыт других стран. Эти источники доступны большинству администраций. Экспертные оценки состоят из предсказаний экспертов в области радиосвязи. Чем больше группы, тем более управляем данный подход и тем лучше полученный результат. Ответы, скорее всего, будут интуитивными, но предвидение этих экспертов может дать лучшее понимание будущих действий. Анализ тенденций состоит из эмпирической экстраполяции прошлой деятельности в будущее. Этот подход особенно полезен при рассмотрении роста числа частотных присвоений в определенной области спектра и предсказании, потребуются выполнение некоторых действий во избежание перегрузки спектра. Эмпирические тенденции могут быть разработаны, исходя из других данных, таких как технические характеристики оборудования, например, пропускной способности. В некоторых случаях, например для аналогового оборудования мобильной связи, рабочая полоса оборудования постепенно уменьшалась, поэтому необходимо, например, рассмотреть, необходим ли дополнительный спектр для того, чтобы удовлетворить новые потребности. Если способность уменьшать требуемую полосу частот сохранится, или наоборот, будут применяться более эффективные методы модуляции, то потребности в обеспечении дополнительного спектра для той же самой цели можно избежать. Отслеживание технологического прогресса может также дать понимание будущего. Технологии, разрабатываемые сегодня, вероятно выйдут на рынок через несколько лет. Участие в торговых выставках и симпозиумах, анализ литературы, общение с местными администрациями, на территории которых ведутся разработки, может помочь регуляторам использования спектра в анализе воздействия этих событий на использование спектра в национальном масштабе.

Адаптация методов прогнозирования к процессу планирования спектра требует осторожного определения возможностей регулятора использования спектра. Поскольку регуляторы использования спектра, в общем случае, не занимаются разработкой технологий электросвязи, их главной задачей является удовлетворение настоящих и будущих потребностей в спектре, и управление использованием спектра таким образом, чтобы осуществлять долгосрочную оптимизацию использования спектра с учетом национальных интересов. Соответственно, прогнозы должны базироваться, в значительной степени, на анализе предсказаний потребностей пользователей в спектре. Несмотря на очевидность, есть определенные риски в таких предсказаниях на основании потребностей пользователя, так как потребности могут быть часто завышены с целью получения

большой части ресурса. Пользовательские прогнозы должны быть проанализированы регуляторами, чтобы понять, нет ли там ошибки.

С целью формирования более точного прогноза, регуляторы использования могут добавить свое собственное понимание к пользовательским прогнозам. Хотя, это может показаться неразумным, чтобы регулятор предсказывал рост потребностей пользователя, но суммарные оценки пользователей, скорректированные на основе оценок регуляторов использования спектра, могут позволить более широко взглянуть на будущие потребности и содействовать распределению спектра. Кроме того, регуляторы использования спектра могут разработать тенденции на основе данных об использовании спектра от различного типа пользователей.

Все прогнозы опасны до некоторой степени, но решения о будущих потребностях в спектре могут быть улучшены, если они принимают во внимание хорошо структурированные и тщательно проанализированные предсказания. Прогнозы использования, технологий, загрузки спектра и т. д. могут быть очень полезными для процесса управления, особенно для решений распределения спектра.

2.3.3 Доступность спектра

Должно быть дано определение доступности спектра для всех национальных радиослужб с целью удовлетворения потребностей в спектре. Данные берутся главным образом, от администраций, а также из Международного регистра частот, планов МСЭ и любого из доступных исследований вопросов формирования региональных спектральных планов.

2.3.4 Варианты планирования

Необходимо разработать варианты планирования с целью удовлетворения потребностей в спектре на базе данных, полученной при определении доступности спектра. Любой анализ для разработки вариантов должен принимать во внимание технические, юридические, социальные, экологические, политические и экономические факторы. Такой анализ также должен оценить различные возможности для служб, с учетом существующих и проектируемых сред радиосвязи и/или распределений частот. Рекомендации относительно требований тех служб, которые не могут быть развернуты в пределах данных национальных распределений частот, должны основываться на данных этого анализа и информации о доступном спектре. Разрабатываются варианты распределения частот и оцениваются соответствующие затраты на любое перемещение существующих пользователей спектра.

2.3.5 Выполнение процесса

Реализация различных стратегий планирования спектра должна быть непрерывным процессом. Введение новых услуг может потребовать внесения изменений в таблицы распределения спектра и пересмотра национальных регламентов и Регламента радиосвязи МСЭ. Пересмотр международных регламентов выполняется на регулярных всемирных конференциях радиосвязи МСЭ.

2.3.6 Итеративный процесс

Предыдущие решения могут пересматриваться – периодически или в свете определенных событий, а также, в случае необходимости, на основе определенной информации. Процесс планирования, поэтому, представляет собой непрерывный процесс исследования и обработки данных. Документирование всех изменений служит для обеспечения хронологической последовательности в долгосрочных целях.

2.4 Консультативный подход

Консультативный подход базируется на предпосылке, что планировщики спектра могут путем совместных обсуждений с пользователями спектра, провайдерами услуг и производителями оборудования достичь разумных и экономически выгодных подходов к долгосрочному планированию удовлетворения потребностей в спектре. Таким образом, консультации учитывают аналитические и интуитивные оценки регуляторов использования спектра и перемещают большую часть ответственности за анализ и прогноз на заинтересованных лиц. Степень детализации учитываемых факторов – остается на совести сообщества пользователей. Учитывая быстрые изменения в отрасли радиосвязи, такой подход представляет собой экономически эффективный вариант для планировщиков спектра.

2.4.1 Исследование будущих потребностей в спектре

Консультативный подход начинается с уведомления всех заинтересованных сторон или объявления о том, что должны быть разработаны планы по распределению спектра или, в некоторых случаях, определенные стратегические компоненты плана, и запроса о предоставлении определенной информации. Уведомление должно быть широко распространено, желательно в официальной прессе, имеющей большую аудиторию. Общественный характер уведомления является необходимым аспектом для привлечения максимального интереса и обратной связи от потенциальных системных операторов. Однако в странах, где такие официальные методы публикации не распространены или в случаях, когда время ограничено, эффективным подходом к сбору информации может оказаться привлечение существующих консультативных организаций. В некоторых странах, такие консультации могут быть проведены субконтракторами или кабинетами советников, созданных специально для этой цели.

Должна быть определена область действия и временные рамки исследований. Ответы можно ожидать от групп пользователей спектра, провайдеров услуг радиосвязи, изготовителей оборудования, правительственных организаций, включая военных, и широкой общественности. Планировщики спектра могут требовать, чтобы ответы были в письменной форме или представляли собой прямой диалог. С целью обеспечения полноты и открытости общественных мероприятий, прямой диалог обычно требует заполнения специального отчета в официальном документе об исследовании. В любом случае, ответы, полученные от этих групп, формируют основание для определения потребностей в спектре и помогают в принятии решений о планировании спектра.

Как отмечено выше, множество групп предоставляет информацию для консультативного процесса. Группы пользователей – это конечные пользователи услуг электросвязи, которые имеют общий интерес в получении лучших услуг за меньшую цену. Эти группы пользователей могут требовать расширения количества и качества радио услуг. Провайдеры услуг радиосвязи – это те коммерческие организации, которые предоставляют услуги конечным пользователям. Провайдеры услуг ориентированы на расширение услуг, которое основано на их собственных силах и деловой сообразительности. Этот рост услуг может быть отражен в запросе на дополнительный спектр. Изготовители радио оборудования заинтересованы в росте числа радио систем и могут предоставить

технические обоснования пригодности различных полос частот для этих целей, наряду с прогнозами о технических новшествах, которые могут повысить эффективность использования спектра.

Правительственные пользователи на национальном и местном уровнях, так же как и военные, будут требовать спектр для удовлетворения потребностей будущих систем радиосвязи. Хотя коммерческие службы способны удовлетворить часть правительственных потребностей, многие из них будут уникальны и будут требовать отдельного спектра и специальных систем радиосвязи для этих целей. Вполне вероятно, что некоторые из систем обеспечивают национальную безопасность и засекречены. Такая информация должна быть защищена соответствующими органами.

Основной принцип консультативного процесса заключается в том, что пользователи, провайдеры услуг и изготовители наиболее способны оценить свои требования. Поскольку они эксплуатируют коммерческую систему или выполняют правительственную функцию, они должны быть способны оценить свои потребности, затраты, и спрос пользователей, иначе им не добиться успеха в своем бизнесе или профессии. Поэтому участниками процесса должны быть рассмотрены социальные и экономические факторы и определены собственные потребности.

Поскольку те, кто хочет использовать спектр, в ответах на запрос могут преувеличить свои потребности, задача национальных регуляторов использования спектра использовать диалог и свой анализ тенденций использования, чтобы гарантировать точность оценки потребностей.

2.4.2 Взаимодействие с группами представителей

Формальные консультативные процессы могут проходить в несколько этапов, это называется итеративный подход. Поскольку взаимодействие заинтересованных сторон обычно проходит путем анализа формальных ответов и контр-ответов на публичный запрос, это увеличивает общее время, необходимое для завершения процесса исследований. Во многих случаях это время может быть очень важно в предоставлении национальному регулятору использования спектра возможности проанализировать проблему. Более того, это гарантирует, что все предложения зарегистрированы и рассмотрены.

В интересах максимизации взаимодействия и, в некоторых случаях, для ускорения процесса, может оказаться целесообразным встретиться с представителями основных групп (если таковые имеются) до проведения исследования. Это взаимодействие предоставляет возможность установления диалога между пользователями, провайдерами услуг и операторами с целью прояснить их намерения и уменьшить или исключить возможное преувеличение потребностей в спектре. Такой подход помещает каждое требование в контекст других потребностей (как новых, так и старых), и таким образом вносит ноту реальности в переговоры по спектру и, безусловно, в результат планирования. Во многих случаях такой диалог приводит к пересмотру мнений сторон.

Некоторые администрации теперь используют различные средства интернета, чтобы облегчить обмен мнениями и/или расширить консультации, включив в них ранее не представленных акционеров, например, организовать форумы разработки политики/планирования, вести веб-вещание слушаний и публиковать рассмотренные комментарии.

2.5 Аналитический подход

Аналитический подход включает детальный анализ факторов, затрагивающих тенденцию развития, которая требует прогнозирования. Предположения и результаты анализа преобразуются в понятные цифры, которые математически рассчитываются при помощи доступного программного обеспечения. Программное обеспечение, которое использует для анализа, например, метод Монте-Карло, может стать существенным вспомогательным инструментом для такого подхода.

Этот метод, объединяющий анализ и математику, имеет следующие преимущества:

- это всесторонний, восходящий метод, основанный на подробных данных, и используется для получения и записи результатов;
- данные по факторам влияния получены из статистики предыдущих лет. Данные для будущего периода могут экстраполироваться из этих статистических данных;
- весовые коэффициенты для каждого фактора могут быть определены, с использованием различного исследовательского материала (например, оценки из результатов чужих исследований, технических отчетов и рекламного материала);
- любые изменения, влияющие на факторы и сказывающиеся на результатах прогноза, могут быть немедленно определены;
- аналитический метод не обязательно требует большого количества входной информации для организации управления использованием спектра и может быть применен, используя существующую статистику;
- детальный и всесторонний аналитический метод, используя надежную статистику, показывает относительно объективный результат.

Выполнение аналитического подхода требует следующих пяти шагов:

Шаг 1: всесторонний анализ текущей ситуации;

Шаг 2: создание разумных предположений относительно влияния на факторы (см. таблицу 2-2);

Шаг 3: разработка сценариев (см. п. 2.6):

- один надежный сценарий или анализ чувствительности, если она может быть предсказана, с указанием любых элементов неопределенности и их основных причин;
- дальнейшие сценарии, которые сосредотачиваются на самых существенных факторах неопределенности;

Шаг 4: оценка сценариев:

- на предмет законченности, объективности факторов и их индивидуальных рисков, выгод и приоритетов;

Шаг 5: представление набора заключительных выводов.

2.6 Сценарный подход

Сценарий – гипотетическая последовательность возможных событий, основанных на прошлых решениях и известных событиях, связанных с определенной областью (например, тенденции изменения состава населения страны), или с определенными периодами времени, которые связаны друг с другом. Сценарий – это не самостоятельное предсказание, а дополнение к традиционному прогнозу, обеспечивающее запись возможной последовательности отдельных событий, связанных с одним особенно интересным системным аспектом.

Однако в рамках планирования, сценарии могут использоваться для того, чтобы предсказать возможные события. Сценарии служат:

- для повышения надежности прогнозов и оценки рисков (надежности);
- определения потенциальных стратегических вариантов.

Сценарии базируются на главных факторах влияния, таких как политические, юридические, экономические, социальные, экологические и технические (см. таблицу 2-2). Они могут быть разработаны систематически с различными конфигурациями факторов, и оцененной степенью вероятности.

Многие факторы могут быть общими, как минимум, в долгосрочной перспективе для всех или большинства сценариев. Эти факторы, являются основой для применения сценариев в процессе планирования спектра. Оставшиеся различия смогут быть представлены более ясно и они представляют собой возможные риски плана. Они могут быть представлены экспертам таким образом и с такой ясностью что не останется ни малейшей возможности реализовать сценарий. Они также представляют те области, где оценка изменений и тенденций должна производиться наиболее тщательно.

"Сценарный подход" является концепцией, которая может быть более полезной в длительном периоде планирования управления использованием спектра, где тенденции и потребности определены намного хуже. Например, конвергенция электросвязи и радиодоступа, использующая новые технологии, дает возможность существенного увеличения пропускной способности беспроводной связи "последней мили", и ожидается, что по своим параметрам она приблизится к мобильной связи. Такие изменения трудно предсказать и еще труднее их запланировать. Они происходят вопреки тенденциям. Радикальные перемены могут требовать довольно серьезных перемен в основе планирования спектра и последующей перестройки планов.

Сценарные подходы могут включать процедуры, в которых организации, не занимающиеся радиосвязью, видят множество изменений в обществе и поведении бизнеса, которые могут произойти в определенный период времени. Эти изменения могут привести к появлению множества сценариев, весьма различных и, возможно, имеющих равную вероятность реализации, но взаимно исключающие. В этих различных сценариях могут быть проанализированы потребности в услугах радиосвязи и спектра.

В зависимости от национальной перспективы, доступных ресурсов и структуры, регулирующей спектр, национальный регулятор использования спектра может выбирать из множества методов оценки сценариев, проанализировав их потенциальное воздействие на использование спектра. Оценка сценариев, которые воздействуют на использование спектра, может производиться с помощью консультативных или аналитических методов или их комбинации. Оценка может быть очень детализированной, учитывающей все потенциальные факторы, или более поверхностной, в виде краткого обзора. Кроме того, ответственность за рассмотрение факторов может лежать, главным образом, на национальном регуляторе использования спектра или быть распределена среди заинтересованных лиц. Эта оценка сценариев, в конечном счете, помогает формировать основу для

национальных решений по управлению спектром по распределению спектра или создания регламентов.

2.7 Тенденции использования

Результаты любого исследования должны быть сравнены с требованиями, основанными на анализе тенденций использования текущих услуг радиосвязи. Увеличение потребностей в спектре для частных пользователей, которое является устойчивым, как правило, прогнозируемо, если только недостаток ресурсов не сдерживает рост числа пользователей. Экстраполяция данных об использовании спектра и вычисление требуемого спектра, в предположении об использовании технологий, эффективно использующих спектр, предоставит регулятору данные о примерной степени будущего использования и позволит сравнить их с результатами исследований. Прогнозирование, основанное на тенденциях использования может несколько вводить в заблуждение в случае нелинейных тенденций (крупные достижения). Это случаи, когда использование спектра может возрастать по экспоненте из-за крупного достижения в технологии или, что более вероятно, из-за существенного снижения цен на услуги. Однако, при консультативном подходе, акцент делается на экономически-эффективные процессы. Поэтому степень анализа тенденций использования должна быть оценена в терминах улучшенной точности.

2.8 Дополнительные подходы

В процессе планирования необходимо рассмотреть дополнительные подходы и использовать их, где возможно. Опора на силы рынка для разделения ресурсов спектра и увеличения гибкости в подходах управления, может позволить упростить решение некоторых задач планирования. Повышение эффективности, вызванное рыночными стимулами, могло бы уменьшить роль регулятора использования спектра в процессе распределения или выполнения детальных технических действий в процессе исследования и анализа. Большая гибкость в распределении, присвоении и использовании частот может помочь регуляторам использования спектра, делая процесс управления более приспособляемым к развивающимся потребностям в спектре.

Никакая система планирования и прогноза не предскажет всех требований для систем или служб загодя, чтобы имелось достаточно времени для упрощения их выхода на рынок и в спектральное пространство. Если непредвиденное требование должно быть удовлетворено без серьезной коррекции существующей структуры распределения, то эта структура должна быть достаточно гибка, чтобы учесть ограничения планирования.

Использование существующих регистров и, в некоторых случаях, мониторинг, чтобы определить слабо используемый (уже назначенный) или неиспользуемый спектр, может помочь выделить частоты для будущих использований. Совокупность таких частот составляет готовый ресурс.

Другой метод увеличения гибкости состоит в том, чтобы отложить "про запас" или зарезервировать часть спектра для непредвиденных требований. Доступность неиспользованных полос размера, достаточного чтобы разместить непредвиденные использования, помогла бы осуществить быстрые и простые действия, в случае возникновения конфликтов. Спектр может быть выделен для новых систем, и может быть взят обратно, если услуга так и не была реализована. Один из подходов к созданию и управлению запасом спектра состоит в том, чтобы идентифицировать полосы частот или части полос, еще до того, как они будут доступны для новых пользователей, возможно выделяя каждый год или два определенное количество частот в различных диапазонах спектра. Такой запас разумно сделать на десять лет. Фактический цикл может регулироваться естественным устареванием оборудования, используемого в этой полосе. Такой подход дал бы дополнительную гибкость для

новых пользователей, а старых заблаговременно бы извещали и у них было бы достаточно времени для освобождения полосы.

Нежелательным эффектом наличия долгосрочного запаса будет неэффективность, связанная с поддержанием таких запасов перед лицом растущего спроса. Однако "запасной" подход может быть предпочтителен, если он устраняет дорогостоящее, незапланированное перемещение других систем. Решения о перемещении действующих пользователей ради новых могут быть чрезвычайно дорогостоящими и разрушительными, поскольку регуляторы использования спектра могут иметь возможность предупредить о перемещении только за очень короткое время. Эти затраты и разрушения заставляют действующих пользователей сопротивляться действиям по перераспределению спектра, которые могут остановить или существенно задержать внедрение новых услуг. Запасы могут быть полезны в создании технологической и политической гибкости для регуляторов использования спектра в решении проблем при появлении непредвиденных, но социально желательных новых вариантов использования ресурсов спектра.

2.9 Планирование системы управления использованием спектра и обзор

Планирование национального процесса управления использованием спектра должно включать такие элементы как регламенты, методы анализа и способы обработки данных. Изменения, которые требуются, должны быть определены. Затем может быть разработан план по улучшению этих параметров национальной системы. Создание плана может привести в движение постепенное усовершенствование системы управления. Например, конкретные планы по улучшению программных моделей, методов сбора данных и математических методов обработки данных, а также возможностей поиска данных, имеют большое значение. Конкретные планы необходимы, чтобы учесть рыночные методы и концепции для гибкости в действиях. Определенные усовершенствования в системе управления использованием спектра и анализе и задач оценки должны быть расположены по приоритетам и намечены в соответствии с доступным финансированием.

Следующие вопросы, связанные с планированием спектра должны периодически рассматриваться:

- процесс принятия решения и поиск вариантов;
- регуляторные процедуры;
- компьютерные аппаратные средства, программное обеспечение, и организация сети;
- требования базы данных;
- процесс координации;
- участие в работе международных и региональных организаций;
- методы анализа;
- способность контроля/мониторинга;
- процессы стандартизации и сертификации.

2.10 Реализация планирования

Планирование использования спектра или развитие инфраструктуры системы управления использованием спектра может быть выполнено на краткосрочную, долгосрочную или стратегическую перспективу. Каждый из этих трех подходов выполнения требует выполнения обязательств перед постоянным клиентом. Планирование перестает быть планированием, когда этот процесс вызван кризисной ситуацией или ее последствиями. Следовательно, первый шаг в осуществлении успешного планирования должен заключаться в рассмотрении старого плана и его модификаций. Этот процесс должен включить определенные действия, чтобы провести краткосрочное, долгосрочное и стратегическое планирование. Краткосрочное и стратегическое планирование, в тех пунктах, где они касаются специальных или сложнейших вопросов, чаще всего, не будет соответствовать предписанным основам или формулам. Однако они должны всегда очерчивать потребности, доступность ресурса, политические решения и их выполнение. Долгосрочный план будет соответствовать стандартизованному образцу и охватывать как минимум некоторые области.

Оценка методов для выполнения процесса планирования будет зависеть, как обозначено в таблице 2-2, от соответствующих политических, юридических, экономических, социальных, экологических и технических факторов. Каждая администрация должна рассмотреть, как отразится планирование на соседях, изготовителях оборудования, провайдерах услуг и пользователях спектра. Решения должны быть основаны на национальных приоритетах. Следовательно, мы не можем применить простые правила, определяющие как следует рассматривать отдельные факторы.

2.10.1 Краткосрочное планирование (в течение 3–5 лет)

Краткосрочное планирование, как правило, считается таковым из-за отсутствия достаточного времени на подготовку. Например, определение схемы присвоения частот для новой общенациональной системы, разработка которой уже осуществляется, можно рассматривать, как краткосрочную проблему. Так как система будет готова к развертыванию через несколько лет, планы должны быстро быть реализованы в действия, а возможные варианты выбора ограничены, особенно в том, что касается выбора полос частот. Вариант перевода существующих пользователей, реальный для долгосрочных планов, например, в этих временных рамках, также не возможен. Тем не менее, определенные шаги по планированию должны предприниматься. Имея в виду это новое требование, использование интересующих полос должно быть пересмотрено, включая определение неиспользуемых или мало используемых частот. Проблемы совместимости с действующими пользователями должны быть проанализированы, и у заинтересованных сторон должны быть запрошены предложения относительно наилучшего подхода к решению проблемы отыскания спектра для новых пользователей. Для разрешения этих конфликтов может потребоваться создание координационных комитетов или проведение переговоров. Необходимо учесть факторы, приведенные в таблице 2-2, а также международные соглашения, которые могут ограничить возможности национального выбора. Для выработки плана присвоения частот могут использоваться аналитические средства, типа моделей присвоения частот.

Большинство краткосрочных планов завершаются документами о принятии решения, определяющими выбранный план действий и временные рамки для достижения цели.

При краткосрочном планировании главной проблемой становится негибкость обстановки. Поэтому краткосрочный план должен определить процесс приспособления к существующим условиям. Однако, последствия краткосрочного планирования, в большинстве случаев, оказываются долгосрочными, потому что новое использование спектра, или новые возможности управления использованием спектра будут существовать в течение долгого времени.

Краткосрочный план должен быть достаточно комплексным, и учитывать национальные потребности в спектре как для известных систем радиосвязи, так и для тех, чье появление ожидается в пределах данных временных рамок. Это также ведет к:

- пересмотру национальной таблицы распределения частот;
- разработке национальных позиций по пунктам повестки дня на международных конференциях радиосвязи;
- пересмотру регламентов радиосвязи, политики и стандартов использования спектра.

2.10.2 Долгосрочное планирование (в течение 5–10 лет)

В настоящее время, в основном, используется краткосрочное планирование. Однако, если спектральные ресурсы должны использоваться так, чтобы достигались национальные цели, то основным типом планирования должно стать долгосрочное планирование. Оно может обеспечить основу для эффективного управления использованием спектра, гарантировать, что частоты распределены и присвоены эффективно, и это распределение позволяет найти спектр для постоянно растущих потребностей новых систем и их приложений. Оно также облегчает принятие решения, обеспечивая основание для практического рассмотрения и оценки альтернативных вариантов действия. Долгосрочное планирование должно стремиться к тому, чтобы:

- сегодняшние решения по назначению и выделению спектра принимались с учетом их последствий в будущем;
- определить, как повлияют прошлые решения на будущее;
- принятые решения периодически корректировались, исходя из смены обстоятельств.

Краткий обзор, приведенный в таблице 2-3, показывает множество областей, которые обязательно должны быть рассмотрены при долгосрочном планировании. Однако, план не должен быть ограничен этими областями.

Долгосрочное планирование должно быть достаточно комплексным, и учитывать национальные потребности в спектре как для известных систем радиосвязи так и для тех, чье появление ожидается в пределах данных временных рамок.

С другой стороны, долгосрочное планирование имеет большую гибкость. Системы, использующие спектр сегодня, естественно устаревают и могут быть перемещены в другие полосы частот или другие географические районы. Характеристики их могут быть изменены путем пересмотра стандартов или планов размещения каналов. Методы управления использованием спектра могут быть существенно изменены при реструктуризации баз данных, определении новых или переопределении старых служб, либо при разработке новых подходов к процессу управления использованием спектра.

Долгосрочное планирование и внесение изменений в принятые планы, должно иметь широкую сферу действия и рассматривать все возможные направления развития. План необходимо пересматривать регулярно, в свете факторов, включенных в таблицу 2-2, даже тогда, когда не все части плана нуждаются в изменениях. Как правило, при долгосрочном планировании изменения отдельных блоков плана вносятся, когда это определено в рамках пересмотра, а не когда требуется решить определенную проблему, возникшую в радиосвязи. В том, что касается долгосрочного плана использования спектра, должны приниматься в расчет существующие, будущие и прогнозируемые варианты использования частот, поскольку может потребоваться перевод каких-либо пользователей в иные диапазоны частот. Долгосрочные затраты и национальные приоритеты должны быть обязательно рассмотрены. Кроме того, должны быть осознаны действия соседей и деловых партнеров. Новые подходы к управлению использованием спектра часто рассматриваются именно в пределах этого типа планирования.

ТАБЛИЦА 2-3
Долгосрочное планирование

План использования спектра	План системы управления использованием спектра
<p><i>Цели использования спектра</i> – цели по удовлетворению потребностей пользователей спектра в соответствии с национальной политикой использования спектра, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Оборона и поддержание правопорядка – Торговля и транспорт – Национальная безопасность – Радиовещание – Образование – Пользователи <p><i>Спектральные ресурсы</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Национальная таблица распределения частот – Неиспользуемые или мало используемые полосы частот, дефицит <p><i>Потребности в спектре</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Список используемых частот – Будущие потребности – Появляющиеся технологии – Прогнозы – Международные и региональные тенденции <p><i>Доступность спектра</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Данные правительства – Данные измерений <p><i>Долгосрочный план</i></p> <p><i>График деятельности и сроки</i></p>	<p><i>Власть</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Закон о радиосвязи – Организация, которой делегированы полномочия – Регламенты и процедуры <p><i>Функции управления использованием спектра</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Разработка политики использования спектра – Осуществление политики и регулирование – Выдача лицензий и взимание платы <p><i>Технические вопросы использования спектра и компьютерная поддержка</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Стандарты оборудования – Планы размещения каналов – Модели ЭМС – Инженерные методы анализа – Компьютерные аппаратные и программные средства <p><i>Международные и Региональные действия</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Стратегии для участия в собраниях МСЭ или других международных и региональных форумах – Международные и региональные соглашения – Пограничная координация <p><i>Требуемые ресурсы</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Источник финансирования – Персонал – Будущие потребности <p><i>График работ и сроки</i></p>

С точки зрения самого спектра национальная таблица распределения частот является основным долгосрочным планом использования спектра. Каждая администрация должна иметь таблицу, которую сама администрация и все ее составные части признают как руководство для внедрения служб радиосвязи.

Развивающиеся страны, в частности, могут сосредоточиться на шагах по модернизации национальной инфраструктуры радиосвязи, что зачастую будет способствовать улучшению структуры управления использованием спектра. Эта деятельность может также включать планы по внедрению технологий радиосвязи и разработке национальной политики относительно роли частного предпринимательства в развитии национальных систем связи.

План использования спектра, в соответствии с некоторыми обстоятельствами и при соответствующих долгосрочных обстоятельствах может привести к передислокации радиослужб. Это может означать перевод существующих пользователей некоторой полосы частот на новые технологии или в новые полосы частоты. Требование по передислокации может возникнуть по нескольким причинам:

- распределение спектра, которое действует в течение длительного времени, возможно, более не отвечает требованиям пользователей или возможностям современных систем;
- для новых радиослужб требуется распределение спектра в пределах определенного диапазона частот, и эти службы не могут использовать спектр совместно с существующими;
- решение Всемирной конференции радиосвязи о распределении или назначении занятой в настоящее время полосы частот другой службе в глобальном, региональном или национальном масштабе.

Будучи национальным инструментом планирования спектра, перераспределение спектра теоретически, может относиться к любой полосе частот и любой системе. Однако на практике перераспределение спектра более ограничено, поскольку оно применяется только в тех случаях, когда администрация может оправдать эти действия в соответствии с их стоимостью и последствиями. Перераспределение спектра может быть добровольным (когда не требуется иного планирования, кроме указания необходимости в положениях регламента) или обязательным.

Добровольное перераспределение спектра

Этот метод представляет собой случай, когда существующий пользователь добровольно решает использовать новые технологии в пределах полосы, где он работает или возвращает частоты регулятору использования спектра для переназначения. Когда новые технологии востребованы, и нет никаких запретов на их применение в регламенте, пользователь, по собственному желанию, может принять решение об использовании новых технологий, например, переход от второго поколения систем радиосвязи к третьему. Если пользователь понимает, что занимаемый спектр ему более не нужен, или, что выгоды, полученные от использования спектра будут меньше, чем затраты на его дальнейшее использование, то он может отказаться от имеющегося у него разрешения на использование частот. Эта ситуация может возникнуть, когда цена на использование разрешения возрастает, старое оборудование требует ремонта или замены, или невозможно добиться продолжения финансирования.

Добровольная передислокация может произойти естественно, но это обычно происходит в небольшом масштабе. Администрация может желать принять во внимание этот потенциальный добровольный процесс при определении своей спектральной политики.

Обязательное перераспределение спектра

Обязательное перераспределение спектра связано с утвержденной административной политикой планирования. В этом случае, долгосрочное планирование должно предусмотреть организованный переход, амортизацию или замену оборудования и услуги. Подход, который администрация выбирает при перераспределении спектра, зависит от временных рамок, в течение которого спектр должен оказаться доступным. Часто это решение принимается по политическим причинам или из соображений национальной безопасности. Как правило, подробные исследования рынка, потребностей пользователя и прогнозы роста сопровождают процесс планирования перераспределения с целью оправдания таких действий, поскольку они, несомненно, влекут за собой существенные расходы. Доказано, что перераспределение спектра можно ускорить при помощи таких механизмов, как поощрительные премии и компенсации, включая предоставление новыми

участниками рынка тем, кто вынужден переместиться по спектру, нового, современного оборудования.

Методы перераспределения

Кроме потенциальной передислокации служб радиосвязи существуют и другие методы, которые можно было бы рассмотреть в процессе планирования. Это, например, введение процедур "вежливого доступа" (например, прослушать канал до начала передачи, автоматическое обнаружение сигналов, наличие которых временно препятствуют передаче или требуют сменить частоту передачи), сокращение пропускной способности канала (или разделение канала), улучшение способов кодирования или методов модуляции и применение новых критериев совместного использования частотного диапазона. Если передислокация осуществляется в пределах существующей полосы, то должны быть тщательно рассмотрены вопросы "совместимости назад" и взаимодействия. В таблице 2-4 обобщены технические методы, которые могут использоваться, чтобы облегчить совместное использование спектра и могут быть приняты во внимание как часть долгосрочного планирования и процесса передислокации.

ТАБЛИЦА 2-4

Технические методы для облегчения передислокации

Разделение по частоте	Пространственное разнесение	Временное разделение	Ортогональное разделение
Канальное планирование Динамическое присвоение частот в реальном масштабе времени Динамическое разделение Многостанционный доступ с частотным разделением Кодирование: – исправление ошибок; – сжатие. Контроль характеристик излучения Ограничение допустимых отклонений частоты	Выбор местоположения Избирательность диаграммы направленности антенны Физические барьеры Экранирование Мощность помех: – динамический контроль уровня мощности передатчика; – пределы PFD; – ограничение спектральной плотности мощности; – рассеивание энергии.	Управление циклом режима работы Многостанционный доступ с временным разделением Кодирование: – исправление ошибок; – сжатие.	Многостанционный доступ с кодовым разделением Поляризация антенны

Само собой разумеется, что проводные сети могут служить хорошей альтернативой системам радиосвязи, с целью снизить потребности в спектре, особенно в перегруженных областях и для широкополосных приложений. Политика планирования и регламенты должны быть такими, чтобы поощрять использование новейших интеллектуальных сетей с целью создания простого интерфейсного взаимодействия между проводными распределительными сетями и системами радиосвязи малого радиуса действия, что минимизирует потребность в перераспределении спектра.

2.10.3 Стратегическое планирование

Разработка стратегии использования спектра на национальном уровне потребует выполнения стратегического процесса планирования использования спектра.

Стратегическое планирование можно считать методом долгосрочного планирования, который упрощает планирование или сокращает усилия по планированию, обозначая небольшое количество ключевых вопросов, которые требуют пристального внимания планировщика, предполагая при этом, что большинство действий может быть выполнено в рассматриваемый период. В этом случае, основная особенность, которая отличает стратегическое планирование от долгосрочного, состоит в том, что должен быть сформулирован механизм определения ключевых вопросов. Если администрация имеет несколько агентств, вовлеченных в управление использованием спектра, то процесс определения проблемы должен быть осознан всеми группами, и выбор проблем должен быть согласован.

Выгоды стратегического планирования – уменьшение потребности в непрерывном широкомасштабном планировании и сосредоточение на меньшем количестве проблем. Это уменьшает объем трудовых ресурсов, необходимых для разработки плана, и позволяет избежать затрат времени на изучение проблем, рассматривать которые возможно и не потребуется. Обычно, на данном отрезке времени только несколько стратегических проблем требуют разрешения и планирования. Поэтому частая модификация досрочных планов не нужна. Вместо этого, при стратегическом планировании может быть более внимательно рассмотрено несколько действительно важных проблем.

Учитывая растущую ценность коммерческих приложений использования спектра и связанных с этим рыночных отношений, все заинтересованные игроки, включая регулирующие органы, операторов, производителей и потребителей, должны быть вовлечены в стратегический процесс планирования, поскольку процессы координации и решения задач управления становятся более сложными. Быстрые изменения в технологии, либерализация рынков, глобализация и общественное благосостояние – это все динамические силы, которые входят в стратегическое планирование.

Критическими стратегическими и фундаментальными положениями, которые ведут к более эффективному использованию спектра, являются:

- необходимость распределения спектра на основе потребностей рынка;
- развитие конкуренции;
- нахождение возможности внедрения предсказанных и непредвиденных технологических достижений;
- необходимость в международной гармонизации и сотрудничестве.

За исключением фокуса на нескольких проблемах, эти те же самые шаги относятся и к стратегическим действиям, которые являются частью других действий по планированию. Сначала должны быть определены существующие и будущие потребности. Должны быть разработаны и проанализированы подходы к разрешению проблем. Должны быть рассмотрены рекомендации от заинтересованных сторон, включая рекомендации и опасения от других администраций, которые может затронуть этот процесс.

2.11 Улучшение системы планирования управлением спектра

Планы улучшения системы управления часто так же важны, как и государственные планы использования спектра. Разработка таких планов улучшения начинается сразу после планирования использования спектра с того, что определяются области действия любого плана, описывается существующая ситуация, устанавливаются будущие требования по управлению использованием спектра, рассматриваются различные возможности и доступные технологии, а затем определяются шаги перехода от текущего состояния к позиции, которая представляется необходимой для выполнения будущих требований к управлению использованием спектра. Область интересов конкретного пересмотра может охватить полный процесс. С другой стороны она может ограничиваться определенным видом деятельности или конкретными функциями, например, обработкой данных и поддержанием баз данных.

2.12 Орган управления или администрирования

Создание организации управления или административного органа, занимающего лидирующее положение и руководящего программой планирования использования спектра, является необходимым шагом для гарантии того, что проблемы, касающиеся долгосрочной стратегии использования спектра, будут решены. Это будет включать введение системы раннего распознавания проблемы в процедурах планирования. Поддержку этому процессу могут оказать специальные органы планирования, например проектные группы, фокус-группы, специальные группы.

Планирование всех типов – это всегда главная задача на уровне управления, и эта задача не может быть делегирована, из-за вероятных последствий и важности принимаемых решений. Такие органы планирования ответственны за:

- разработку детальной стратегической политики и решения проблем, касающихся преобразования стратегической политики в оперативные планы;
- распределение финансовых и человеческих ресурсов;
- стратегический обзор процедур, результатов, и требований вместе с выполнением стратегий;
- любые необходимые рекомендации относительно корректировок организации и систем управления;
- обновление данных планирования, используемых в качестве основы для управления частотой.

Библиография

- CEPT/ECC [September 2002] Report 16 – Refarming and Secondary Trading in a Changing Radio-communications World. European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT)/Electronic Communications Committee (ECC).
- NALBANDIAN, A. [February 1998] ITU-R Studies on spectrum management, ITU Radiocommunication Bureau, International Telecommunication Union, Geneva.
- NTIA [February 1991] NTIA Special Publication 88-21, NTIA TELECOM 2000 – Charting the Course for a New Century, Chapter 9. National Telecommunications and Information Administration, U.S. Department of Commerce.
- NTIA [February 1991] NTIA Special Publication 91-23, U.S. Spectrum Management Policy: Agenda for the Future. National Telecommunications and Information Administration, U.S. Department of Commerce.
- NTIA [December 1991] NTIA TM-91-152, Assessment of Technological Forecasting for Use in Spectrum Management. National Telecommunications and Information Administration, U.S. Department of Commerce.

Документы МСЭ-R

- Справочник МСЭ-R по радиоконтролю (Женева, 2002 г.).
- Справочник МСЭ-R по автоматизированным методам управления использованием спектра (Женева, 2005 г.).
- Рек. МСЭ-R SM.667 Данные, необходимые для управления использованием спектра на национальном уровне
- Рек. МСЭ-R SM.856 Новые методы и системы, позволяющие эффективно использовать радиочастотный спектр
- Рек. МСЭ-R SM.1047 Управление использованием спектра на национальном уровне
- Рек. МСЭ-R SM.1131 Факторы, которые должны учитываться при распределении спектра на всемирной основе
- Рек. МСЭ-R SM.1132 Использование спектра обобщенными службами
- Рек. МСЭ-R SM.1599 Определение географического и частотного распределения спектра как начальные факторы для целей планирования
- Рек. МСЭ-R SM.1603 Перераспределение спектра как метод управления использованием спектра на национальном уровне
- Отчет МСЭ-R SM.2015 Методы определения долгосрочной стратегии использования спектра на национальном уровне

ГЛАВА 3

ПРИСВОЕНИЕ ЧАСТОТ И ВЫДАЧА ЛИЦЕНЗИЙ

Содержание

	Стр.
Введение.....	63
ЧАСТЬ А – Присвоение частот радиостанциям.....	67
3.1 Регуляторные аспекты процесса присвоения частот	67
3.2 Технические аспекты процесса присвоения частоты	69
3.2.1 Процедуры присвоения частот для радиостанций	69
3.2.2 Информация, требуемая для заявления на использование частоты	70
3.2.3 Методы анализа воздействия помех для частотно-территориального планирования	70
3.3 Частотные планы.....	73
3.3.1 Линейное частотно-территориальное планирование.....	74
3.3.2 Последовательное планирование частоты и процесс присвоения.....	76
3.3.3 Сетки частотных присвоений без помех	78
3.3.4 Метод планирования частот для сотовой связи	79
3.3.5 Гибкий процесс частотно-территориального планирования	80
3.4 Программное обеспечение и автоматизация	80
ЧАСТЬ В – Лицензирование	84
3.5 Введение.....	84
3.6 Требования лицензирования	84
3.7 Лицензирование радиостанций.....	85
3.8 Освобождение от необходимости получения лицензий.....	87
3.9 Методы лицензирования	87
3.9.1 Выдача лицензии некоммерческим пользователям	88
3.9.2 Лицензирование коммерческих пользователей радиосвязи.....	89
3.9.3 Выдача лицензий на использование частот операторам фиксированной службы	90

	Стр.
3.9.4 Выдача лицензий на использование частот для подвижных служб.....	91
3.9.5 Выдача лицензий для радиовещательных служб.....	93
3.10 Онлайн-выдача лицензий.....	94
3.10.1 Простая система онлайн-лицензирования.....	94
3.10.2 Более сложная система онлайн-лицензирования.....	95
3.10.3 Международная система онлайн-лицензирования.....	95
3.10.4 Другие проблемы онлайн-лицензирования.....	95
3.11 Проблемы безопасности информации.....	95
Справочные документы.....	96
Библиография.....	97

Введение

Эта Глава рассматривает регуляторные и технические аспекты присвоения частот и процесса выдачи лицензий для национальных систем радиосвязи. С одной стороны, частотные присвоения должны обеспечить нормальное функционирование существующих систем радиосвязи, а также новых систем с определенным качеством. С другой стороны, ввиду большого и постоянно растущего спроса на спектр, процедуры присвоения частот должны быть таковыми, чтобы гарантировать допустимый уровень помех между различными радиослужбами, между станциями одной службы, а также эффективное использование спектра радиочастот и спутниковых орбит. Для некоторых приложений (например, вещание и мобильная связь) совокупность приемлемых частот для различных географических мест может быть определена заранее, и эти частоты могут присваиваться позже по мере необходимости в ходе создания и расширения соответствующих сетей. Такая деятельность может определяться как процесс "частотно-территориального" планирования. Такой процесс может быть процессом выделения частот для некоторых администраций.

Процесс присвоения частот на национальном уровне должен быть таким, чтобы гарантировать отсутствие помех от новых частотных присвоений работе существующих пользователей на национальном или международном уровне.

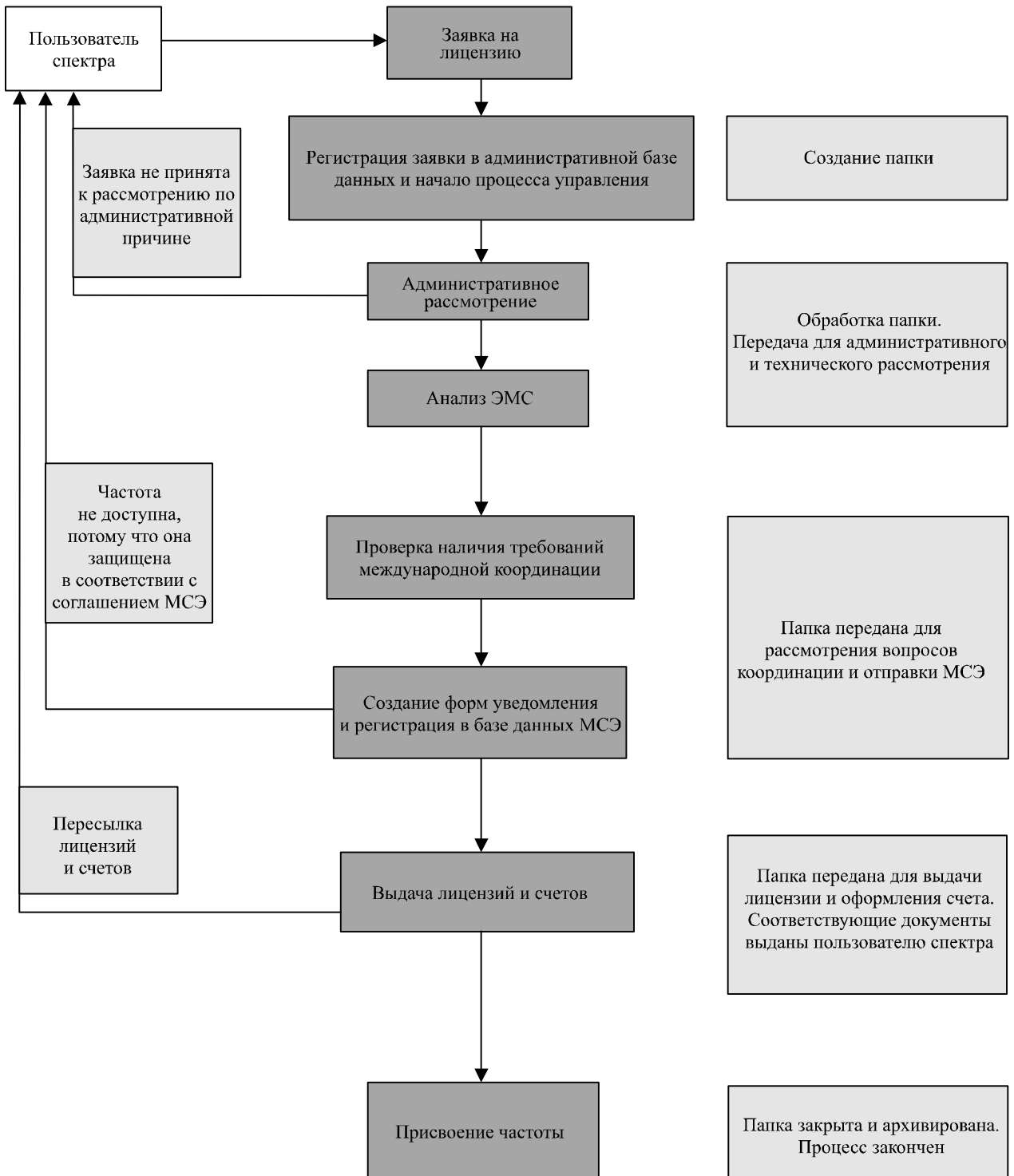
Процесс присвоения частот включает в себя анализ требований для предлагаемых радиослужб вместе с изучением данного вопроса и присвоение частот в соответствии с национальным планом распределения частот. Этот план может также включать в себя описания действий, необходимых для защиты систем радиосвязи страны от потенциальных помех, создаваемых частотными присвоениями другой страны, опубликованными в Международном справочном регистре частот (МСРЧ), копия которого доступна на компакт-дисках от МСЭ, и который обновляется каждые две недели в Международном информационном циркуляре по частотам БР (ИФИК БР).

Успешное выполнение процесса присвоения частот приводит к выдаче лицензий при условии оплаты соответствующих сборов и других возможных тарифов. На рисунке 3.1 показана общая процедура, используемая при обработке соответствующего заявления на присвоение частот. Эта процедура является основой технического и административного планирования. Административная процедура составляет большую часть работы и требует участия значительного числа персонала во многих организациях, занимающихся управлением использованием частот. Поэтому, рабочую версию этой процедуры, подготовленной для организации, занимающейся управлением использованием частот, нужно тщательно рассмотреть при планировании (см. Главу 1). Она должна также регулярно пересматриваться, и учитывать изменения, сделанные на основании практического опыта.

Для запроса о присвоении частоты, пользователь, как правило, должен подготовить и представить заявку (которая может быть различна для каждой радиослужбы или групп служб). Заявка о присвоении частоты обычно является частью более общей заявки на выдачу лицензии. В тех случаях, когда требуется только санкция или разрешение (например, когда присвоение частоты запрашивает правительственное агентство), информация, требуемая для присвоения частоты, будет подобной той, что представляется для лицензирования, но без большей части административной информации и информации, связанной с бизнесом.

РИСУНОК 3.1

Общая процедура процесса присвоения частот и выдачи лицензий



SpecMan-031

Формы должны содержать все административные, технические и эксплуатационные данные о передающих и/или приемных станциях, необходимые для проведения соответствующего анализа на электромагнитную совместимость (ЭМС). Эти формы должны также содержать данные для координации на национальном и/или международном уровне. Присвоение соответствующей частоты или частот должно завершать процесс выдачи лицензий. Для систем радиосвязи, содержащих несколько передающих и приемных станций, может требоваться подача только одной общей формы для всей системы, дополненная несколькими подробными заявками для различных станций. Структуры форм должны соответствовать последовательности ввода данных в базу данных соответствующей системы управления использованием спектра (СУИС), чтобы упростить процесс ввода данных. Некоторые системы СУИС предусматривают автоматический ввод данных из заявок в некоторой машинно-читаемой среде.

На рисунке 3.1 показан типовой пример блок-схемы присвоения частот и подсистемы выдачи лицензий СУИС.

Функциональная схема базы данных (см. рис. 3.2), показывает примеры различных возможных объектов баз данных и связи между каждым объектом.

Все используемые объекты описаны на рис. 3.2. Главные объекты обозначены синим цветом, второстепенные – белым. Таблицы, не представляющие особой важности, или относящиеся к техническим аспектам, не перечислены, но включены в блоки объекта. Объекты связаны между собой. Каждая связь состоит из некоторого числа элементов. Например, отношение:

размещение $0, n$ ----- $1, 1$ станция

показывает, что в одной географической точке может быть размещено любое число станций (от 0 до n), а одна станция может быть размещена только в одном месте. (В одной точке может быть размещено от 0 до n станций, а одна станция может быть размещена только в одном месте.) Объекты собраны в домен, с целью показать функциональное использование каждого объекта.

Техническая и административная база данных составлена из различных доменов: n

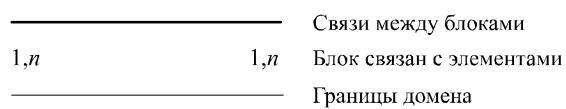
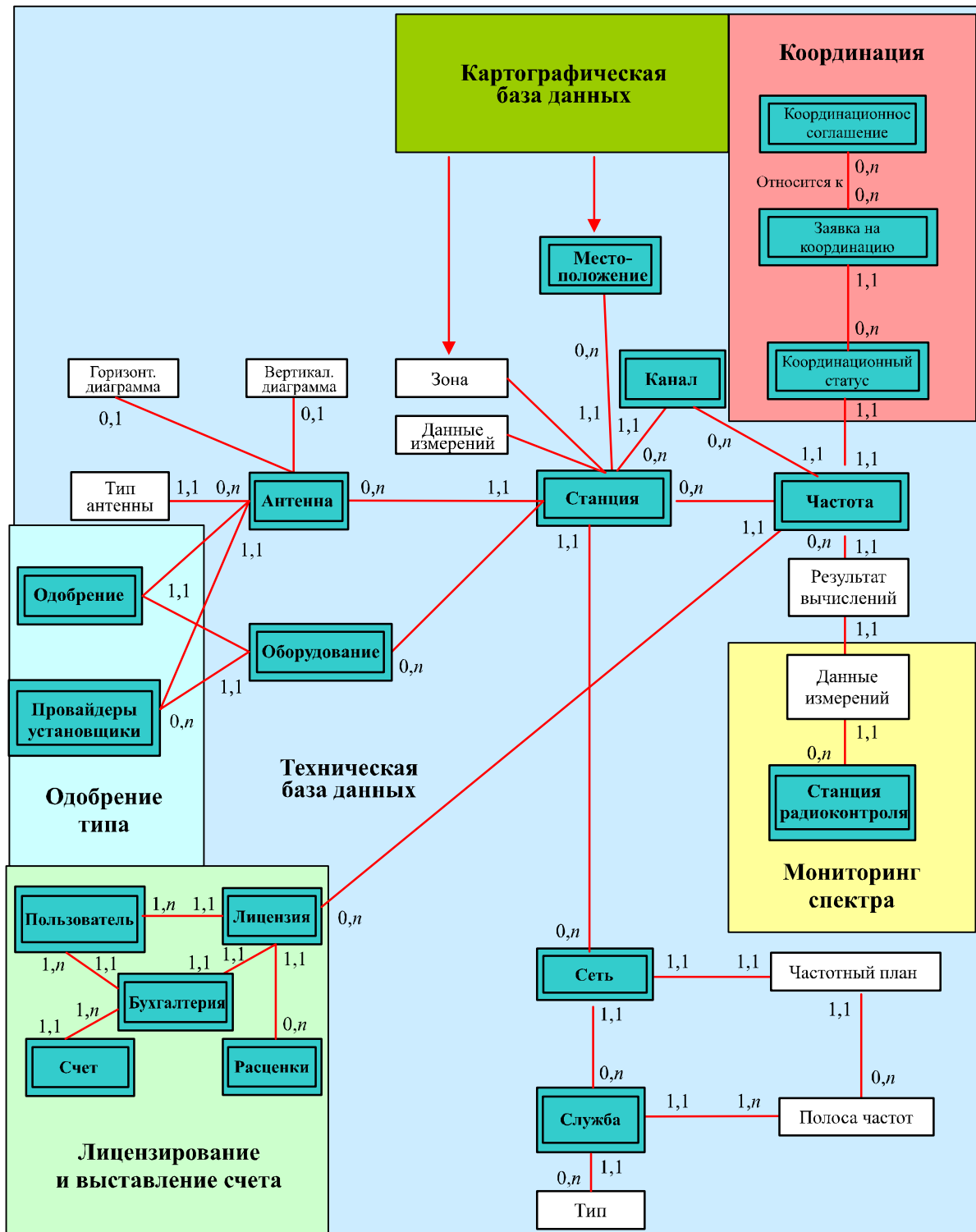
- ядро: техническая база данных; и
- административные расширения: координация, выдача лицензий и расчет стоимости и выписка счетов на оплату (биллинг), одобрение типа оборудования и статистика деятельности.

После того, как частота передающей и приемной станции присвоена, все административные, технические и эксплуатационные данные из заявки (с возможными модификациями во время процесса присвоения частоты) должны быть введены в национальный регистр частот. Это может быть такая же база данных, как показанная на рисунке 3.2, с различным набором данных (см. Рекомендации МСЭ-R SM.1048, МСЭ-R SM.1370 и МСЭ-R SM.1604). Этот регистр не только служит справочником для последующего выбора других используемых частот, но также обеспечивает основной материал для выработки эффективных мер, направленных на то, чтобы планирование спектра на национальном уровне отвечало реальным потребностям различных пользователей. При создании и обновлении национального регистра необходимо предусмотреть наличие объема памяти, достаточного, чтобы сделать запись требуемого числа назначений и всей информации, необходимой для ясного и законченного описания каждого частотного присвоения. Учитывая существующую низкую цену программного обеспечения и аппаратных средств, для записи и обработки частотных присвоений желательно использовать компьютерную базу данных (Справочник МСЭ-R по компьютерным методам управления использованием спектра (издание 2005 года)).

В дополнение к процессам присвоения частот и выдачи лицензий, описанным в этой Главе, регуляторы использования спектра могут, в некоторых случаях, принять решение об освобождении от необходимости получения лицензий на использование частот для некоторых технологий, например, Wi-Fi, Wi-MAX, RFID, сверхширокополосных (UWB) и других систем малого радиуса действия.

РИСУНОК 3.2

Организация базы данных системы управления спектром для целей присвоения частот и выдачи лицензий



SpecMan-032

ЧАСТЬ А

Присвоение частот радиостанциям

Присвоение частот – центральная часть управления использованием спектра требуется для всех служб радиосвязи. В настоящем разделе рассмотрены регуляторные и технические аспекты процесса присвоения частот. Административные вопросы рассматривают здесь как часть регуляторного процесса.

3.1 Регуляторные аспекты процесса присвоения частот

Национальные агентства управления использованием спектра должны предусмотреть наличие специального отдела, который был бы ответственен за присвоение частот для систем радиосвязи. Этот отдел должен рассматривать и регуляторные, и технические вопросы. В зависимости от размера организации управления использованием спектра, ответственность за присвоение частот нужно возложить на определенных сотрудников или группы сотрудников этого отдела.

Регулирование на национальном уровне: Присвоением частот системам конкретных радиослужб могут заниматься отдельные группы внутри национальной организации, ответственной за управление использованием спектра. Либо за различные категории служб может отвечать отдельная структура управления, имеющая полномочия управления использованием соответствующих полос радиочастот. Такие группы могут присваивать частоты для нескольких служб, включая полосы частот, совместно используемые различными службами. Следует учитывать возможность присвоения частот конкретным системам радиосвязи, использующим полосы частот для предоставления различных услуг или обслуживания различных пользователей. Именно поэтому, решения национальной администрации относительно процедур присвоения частот и применяемых для этого методов должны гарантировать эффективное использование радиочастотного спектра.

Например, согласно Регламенту радиосвязи МСЭ, сухопутные подвижные службы и радиовещательные службы совместно используют множество полос частот, причем радиовещательная служба использует эти полосы на первичной основе. Пользователям, которые представляют интересы правительственных организаций, можно было бы дать право использования радиочастотного спектра на первичной основе по отношению к коммерческим пользователям.

Все административные и технические проблемы, такие как проведение аукционов, размер платы за выдачу лицензий, и других возможных тарифов, штрафов и т. д., должны быть определены в соответствующих национальных регламентах. Они могут иметь вид национальных регламентов радиосвязи и/или отдельных постановлений, распоряжений или правил, одобренных соответствующими правительственными организациями.

Процедуры координации частот: Координация частотных присвоений – это процесс достижения соглашения между существующими пользователями спектра и предполагаемыми пользователями спектра, если существует возможность возникновения конфликта в области использования спектра. Процесс координации может предусматривать техническое, административное, юридическое или другое рассмотрение проблемы совместного использования частот.

Координация использования спектра на национальном уровне – важная область деятельности в отделе, ответственном за процесс присвоения частот, как это показано на рисунке 3.2. Координация частоты на национальном уровне является необходимой, потому что, как правило, одну и ту же полосу частот совместно используют радиосистемы различных пользователей. Например, некоторые радиорелейные линии могут использоваться различными правительственными агентствами, другие – национальными или местными операторами, а некоторые – одной или несколькими частными компаниями – при этом все работают в одних и тех же полосах частот. Процесс координации должен регулироваться соответствующими национальными правилами. Все пользователи, которых потенциально затрагивает новая система радиосвязи, должны в обязательном порядке рассмотреть возможность возникновения помех при вводе в действие присвоения ей частот.

Частоты присваиваются при условии выполнения ограничений на их использование, предусмотренных национальными регламентами. Некоторые страны могут установить местные ограничения на использование определенных полос частот для отдельных радиослужб. Это могут быть ограничения на использование некоторых частот отдельными пользователями, на мощность излучения в определенных службах, работающих в указанной полосе частот, или в некоторых географических областях.

В некоторых случаях, и особенно в процессе присвоения частоты в приграничных областях, требуется международная координация частот. Спектр должен совместно использоваться различными администрациями, радиослужбами и станциями. С другой стороны, каждая администрация – самостоятельна. Таким образом становится очевидно, что лучшим способом соблюсти интересы каждой администрации – достичь международного соглашения по общим правилам и процедурам управления использованием спектра. Главная цель состоит в том, чтобы избежать неприемлемых помех между станциями различных администраций. Поэтому процедуры координации должны быть согласованы, чтобы сопредельным администрациям, имеющим общие границы, было предельно ясно, как обменяться информацией и как предпринять все необходимые шаги, чтобы гарантировать отсутствие помех.

Главный подход к координации наземных частотных присвоений в приграничных областях состоит в том, чтобы справедливо разделить имеющийся частотный ресурс между сторонами или, в случае заметного различия в количестве частотных присвоений или населения в пограничной области, разделить ресурс между сторонами пропорционально к этому количеству. Одна сторона может использовать один согласованный набор частот, а другая сторона – другой. Условия приемлемости помех должны быть согласованы, а рассматриваемые частотные присвоения должны быть проверены на соответствие согласованным критериям, с применением согласованных процедур вычисления. Типовой процесс координации может быть разделен на три основных части: административные условия; обмен информацией и технические вычисления. Типичные международные процедуры координации частоты приведены в Рекомендации МСЭ-R SM.1049, которая представляет собой подробное руководство по процедурам координации частотных присвоений для наземных служб. Дополнительная информация по техническим аспектам координации имеется в Главе 5. Вычисления координационного расстояния и координационных зон иногда настолько просты, что их можно выполнить вручную. В других случаях вычисления могут оказаться сложными и трудоемкими, тогда становится необходимым использование компьютерного анализа.

Хорошим примером многостороннего соглашения по распределению предпочтительных частот для фиксированной и сухопутной подвижной служб на региональном уровне является Венское соглашение⁶, 2000 г., которое содержит не только все необходимые регуляторные процедуры, но также и все необходимые технические критерии и процедуры вычисления. К нему прилагается соответствующее программное обеспечение. Все эти материалы могут также успешно использоваться на национальном уровне. Основные условия Венского соглашения приведены в Рекомендации МСЭ-R

⁶ С 2001 года Венское соглашение 2000 года называется также Берлинским соглашением.

SM.1049. Международная координация частот может также рассматриваться на примере координации частотных присвоений радиостанциям в приграничных областях.

Международная регистрация национальных частотных присвоений в МСЭ обеспечивает международное признание и, для определенных служб и частотных планов, защиту функционирования станции. В интересах администраций регистрировать все свои частотные присвоения, которые, по их мнению, нуждаются в защите от помех, создаваемых другими международными пользователями спектра⁷.

Процедуры заявления и регистрации частотных присвоений в МСРЧ можно разделить на действия координации, заявление, рассмотрение и регистрации. Все необходимые процедуры описаны в РР. Когда частотное присвоение производится в соответствии с Региональным планом распределения или присвоения частот, соответствующий план может также описывать необходимые процедуры координации.

Национальные агентства ответственны также и за рассмотрение любых новых заявок на присвоение частоты или на модификацию существующих частотных присвоений, опубликованных в ИФИК БР. Экспертиза должна гарантировать, что в отношении всех опубликованных заявлений на присвоение частоты, способных создать вредные помехи существующим или планируемым частотным присвоениям национальным радиослужбам, администрация направила свои комментарии до даты, указанной БР.

3.2 Технические аспекты процесса присвоения частоты

В большинстве случаев частотное присвоение подбирается так, чтобы на данной частоте претендент мог обеспечить требуемый уровень обслуживания при условии защиты от помех как претендента, так и существующих пользователей. Необходимость использовать спектр эффективно требует такого выбора этого назначения, чтобы обеспечивалась возможность размещения максимально большого количества будущих претендентов на присвоение частоты.

3.2.1 Процедуры присвоения частот для радиостанций

Процедуры присвоения частот для радиостанций могут использовать:

- a) компьютерную базу данных, которая включает национальный регистр частоты, т. е. набор блоков данных обо всех действующих радиостанциях, содержащих административную информацию, данные о географическом местоположении, и технические характеристики;
- b) специальный признак для тех частотных присвоений, которые скоординированы с другими администрациями;
- c) топографическую базу данных, которая может использоваться, чтобы выполнить вычисления уровней полезного сигнала и сигнала помехи с поправкой на профили трассы распространения;
- d) электронную библиотеку сертифицированных типов передающего и приемного оборудования и антенн, а так же библиотеки критериев частотного планирования (минимальные/номинальные значения используемой напряженности поля, защитные отношения, допустимые уровни помех и т. д.);
- e) анализ ЭМС, включая различные методы вычисления (см. Главу 5);
- f) электронную библиотеку размеров платы за выдачу лицензий и других тарифов платы за управление использованием спектра, или блоки вычисления для их определения.

⁷ Необходимо отметить, что во многих ситуациях эта координация не требуется, особенно в странах с большой территорией или в странах, географически изолированных от ближайших соседей.

3.2.2 Информация, требуемая для заявления на использование частоты

Чрезвычайно желательно, чтобы национальные форматы заявлений на использование частоты были бы максимально совместимыми с Рекомендациями МСЭ-R и содержали все данные, используемые Бюро радиосвязи, как это представлено в ИФИК БР и в соответствующих региональных частотных планах.

3.2.3 Методы анализа воздействия помех для частотно-территориального планирования

Необходимость анализа воздействия помех возникает при частотно-территориальном планировании сетей радиосвязи и радиовещательных сетей на международном и национальном уровнях и при выполнении частотной координации между администрациями различных стран.

Анализ воздействия помех начинается с определения напряженности поля полезных и мешающих сигналов в точке приема или на границе области обслуживания, например, для радиовещания и систем связи точка-многоточие, и сравнения полученных данных с требованиями по минимальной/номинальной используемой напряженности поля и защитного отношения для определенной радиослужбы. В этом отношении необходимо учитывать определения различных уровней помех, установленные РР. Регламент содержит следующие определения помех и защитного отношения:

№ 1.166 помехи: Воздействие нежелательной энергии, вызванное одним или несколькими излучениями, радиациями или индукциями, на прием в системе радиосвязи, проявляющееся в любом ухудшении качества, ошибках или потерях информации, которых можно было бы избежать при отсутствии такой нежелательной энергии.

№ 1.167 допустимые помехи: Наблюдаемая или прогнозируемая помеха, удовлетворяющая количественным критериям помехи и критериям совместного использования частот, содержащимся в этом Регламенте или в Рекомендациях МСЭ-R или в специальных соглашениях, которые предусмотрены настоящим Регламентом.

№ 1.168 приемлемая помеха: Помехи с более высоким уровнем, чем та, которая определяется как допустимая помеха и которая согласована между двумя или несколькими администрациями без ущерба для других администраций.

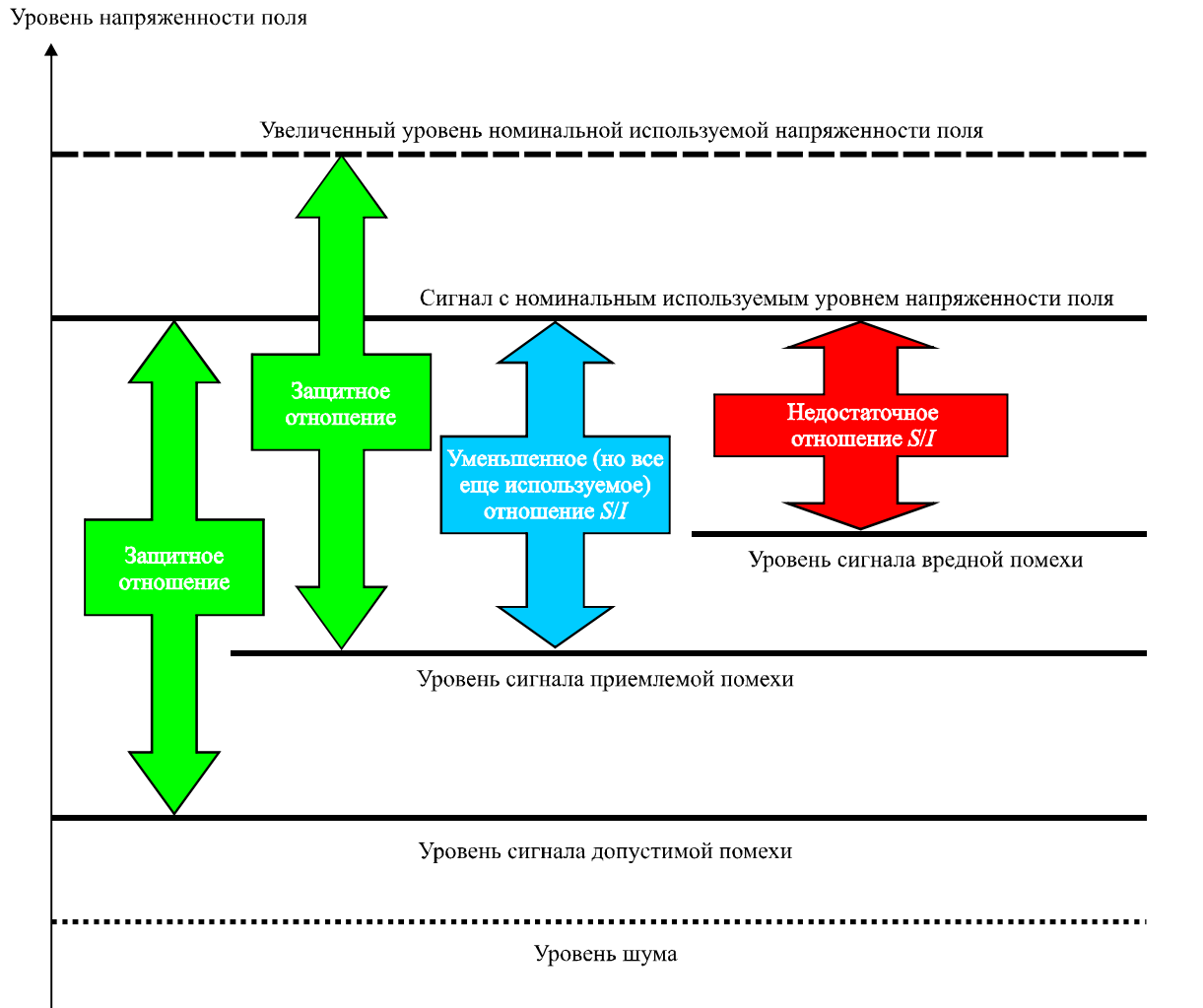
№ 1.169 вредная помеха: Помеха, которая мешает действию радионавигационной службы или других служб безопасности или существенно ухудшает качество, затрудняет или неоднократно прерывает работу службы радиосвязи, действующей в соответствии с Регламентом радиосвязи (У).

№ 1.170 защитное отношение по высокой частоте: Определенная при указанных условиях минимальная величина отношения полезного сигнала к мешающему на входе приемника, обычно выраженная в децибелах, которая позволяет получить установленное качество приема полезного сигнала на выходе приемника.

В Регламенте термины *допустимая помеха* и *приемлемая помеха* используются для описания процесса координации частотных присвоений между администрациями. Однако на практике эти термины используются также для целей планирования и координации частотных присвоений среди пользователей спектра на национальном уровне.

Взаимосвязь *вредных помех* с номинальной используемой напряженностью поля, *защитным отношением* и *допустимыми помехами* (Рекомендация МСЭ-R BS.638) для некоторых наземных радиослужб и простой случай помех показаны на рисунке 3.3.

РИСУНОК 3.3
Отношения между уровнями полезного и мешающего сигналов



SpccMan-033

Номинальная используемая напряженность поля – важный фактор в планировании и координации частот. Он определяет уровень принятого (или предполагаемого) сигнала от полезного передатчика, который обеспечивает адекватный прием сигнала (или качества работы системы) в присутствии мешающего сигнала от других передатчиков. Если требуется избежать помех, то их уровень в том же самом канале должен быть ограничен низким значением. Степень, до которой должны быть ограничены помехи, определяется *защитным отношением* (или запасом), показанным двумя крайними левыми стрелками на рисунке 3.3. Соответствующий уровень мешающего сигнала определен как *допустимый* уровень или *приемлемый* уровень мешающего сигнала принятого (или предполагаемого).

Во многих ситуациях, защита от любого воздействия помех не нужна или непрактична. Работа радиослужбы может быть обеспечена даже в присутствии низкоуровневых или случайных помех. Уровень сигнала, который определяет эту ситуацию, несколько выше, чем *уровень допустимых помех*, и обозначается здесь как приемлемый уровень мешающего сигнала. Это соответствует ситуации наличия *приемлемых помех*, создаваемых мешающим сигналом. См. определение, показанное в пункте 1.168 PR, выше. Однако в этой ситуации система все еще обеспечивает достаточное качество работы. То же самое *защитное отношение* используется для определения "повышенного уровня номинальной используемой напряженности поля".

Как видно на рисунке 3.3, условия приемлемых помех могут быть выполнены при увеличении "номинального используемого уровня напряженности поля" или увеличении отношения сигнал/помеха (S/I). Однако увеличение уровня мешающего сигнала, в конечном счете, приведет к недостаточному отношению S/I и к возникновению вредных помех.

Уровни полезного и мешающего сигналов не являются постоянными во времени, а изменяются по мощности из-за замираний сигнала. Для того, чтобы гарантировать необходимое качество приема, обычно используются дополнительные запасы для используемой номинальной напряженности поля. Их значения могут находиться в пределах от 6 до 12 дБ и даже выше для некоторых радиорелейных линий пункт-пункт для значительных промежутков времени.

Конкретные значения "номинального используемого уровня напряженности поля" и *защитного отношения*, показанные на рисунке 3.3 в общем виде, зависят от определенной службы, полосы частот, качества обслуживания и других факторов. Существующие автоматизированные системы управления использованием спектра содержат эти значения в библиотеках, используемых для подбора соответствующего частотного присвоения и процедур частотно-территориального планирования.

Иногда, хорошо развитые радиосети называются "свободными от воздействия помех" (см., например, п. 3.3.3, далее). На самом деле это определение относится к сетям, которые разработаны так, чтобы выполнялись заранее определенные условия воздействия помех. Действительно, реальная беспомеховая работа (когда помехи пренебрежимо малы), может требовать большого географического разнесения между станциями, использующими одни и те же или смежные частоты, что привело бы к уменьшению эффективности использования спектра. Таким образом, спектр используется эффективно, если все станции сетей работают с допустимыми уровнями помех, которые могут быть различными для станций различных радио служб. Это означает, что понятие *допустимой помехи* играет положительную роль в процессе частотно-территориального планирования. С одной стороны, уровень *допустимой помехи* – это индикатор требуемого качества передачи, а с другой стороны – это индикатор эффективного использования спектра.

Методы исследования воздействия помех рассмотрены подробно в Главе 5.

3.3 Частотные планы

Частотное планирование подразумевает оптимальное с точки зрения эффективности использования спектра распределение данного набора частотных каналов между базовыми станциями или радиостанциями, которые формируют сеть подвижной связи или систему радиовещания (телевизионного или звукового). Результатом планирования может стать частотный план. Обеспечивающий полный окончательный охват области, в которой функционирует рассматриваемая сеть.

Планирование может начаться на основании предположений об однородных географических и топографических условиях в областях, для которых разрабатывается план. Эти предположения позволяют использовать стандартные оценки потерь при распространении. Результирующие планы описывают равномерный охват области, но не учитывают различий в спросе или условиях, присущих различным географическим территориям в пределах области планирования. В таких случаях, "мастер план" (процедура планирования) может предусматривать возможность внесения корректив (иногда требуется специальная координация по областям). В других случаях, "мастер план" может указывать начальное размещение мест установки станций и частот, которые подвергаются коррекции, исходя из практического опыта. Современный акцент на гибкость в частотном планировании предполагает, чтобы различные виды территориальных планов включали осторожное рассмотрение возможностей будущей модификации и изменения.

Наличие компьютерных программ для расчета радиочастотного охвата и присвоения частоты значительно упрощает адаптацию этих планов. Отметим, что составлением таких планов не обязательно должны заниматься регуляторы. Например, для сотовой телефонии, эти планы обычно разрабатываются сотовыми операторами.

Кроме описанных ниже пяти методов могут использоваться другие планы присвоения частот. Традиционно для подготовки частотного плана использовались два метода:

- на основе сетки – систематическое и географически правильное распределение частотных ресурсов по территории;
- не на основе сетки – нерегулярное, но обеспечивающее эффективное использование спектра, распределение частотных ресурсов по географической территории.

Любой из этих двух методов является подходящим для планирования присвоения/распределения, и любой может использоваться при наличии существующих ранее ограничений. По отношению к выбору метода или методов планирования, методы на основе сетки были успешно использованы при подготовке большинства прошлых частотных планов и могли бы применяться для планирования цифрового радиовещания в областях, где требования по характеристикам относительно однородны. Этот метод, по существу, применяется в областях, где существующие или запланированные назначения переведены из аналогового стандарта в цифровой и являются частью цифрового плана.

Однако в областях, где к цифровому радиовещанию предъявляются неоднородные требования (например, различные размеры областей обслуживания и различные условия приема), или в областях, где есть потребность в цифровых радиостанциях и есть уже сети аналоговых станций, планирование не на основе сетки обеспечит оптимальный охват и наиболее эффективное использование доступного спектра. Этот метод разрешает делать дополнительные присвоения, которые не входят в состав "правильного" частотного плана, созданного для всей территории, и не могут иметь областей обслуживания равного размера.

Процесс планирования при любом методе может быть разбит на стадии "анализа совместимости" и "синтеза". На стадии анализа определяется несовместимость и возможные меры по ее устранению.

В итоге процесс планирования может быть описан следующими шагами:

Шаг 1: представление входных требований для цифрового радиовещания;

Шаг 2: идентификация аналоговых радиостанций и других служб, которые должны быть приняты во внимание;

Шаг 3: выполнение исследований по совместимости;

Шаг 4: оценка результатов Шага 3;

Шаг 5: разрешение на начальные административные действия по совместимости между требованиями, с возвращением, в случае необходимости, к Шагу 3;

Шаг 6: выполнение синтеза, результатом которого является план;

Шаг 7: обзор результатов, с возвращением к Шагу 5 и затем к Шагу 3, если желательный результат не достигнут;

Шаг 8: принятие заключительного плана.

3.3.1 Линейное частотно-территориальное планирование

Метод линейного частотно-территориального планирования был разработан в Институте радиовещания в Гамбурге (Германия). Он использовался на многих международных конференциях по радиовещанию (Стокгольм, 1961 г.; Женева, 1963; РАКР 1+; Женева, 1984 г.).

Этот метод может также быть применен при частотном планировании в мобильных системах радиосвязи [Gamst, 1982 and Hale, 1981], включая сотовые системы.

Метод линейного частотного планирования базируется на следующих теоретических предположениях:

- все передатчики идентичны, и имеют одинаковые значения выходной мощности и высоты антенны;
- диаграммы направленности антенн является изотропными в горизонтальной плоскости; и
- потери распространения радиоволн не зависят от направления распространения или частоты.

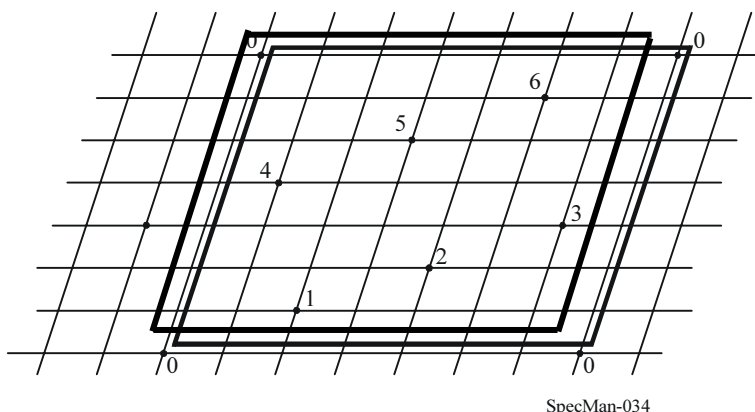
Согласно вышеупомянутым предположениям, граница зоны обслуживания для каждого передатчика – это круг, радиус которого зависит от типа службы (звуковое или телевизионное вещание, мобильная связь и т. д.) и характеристик распространения радиоволн в рассматриваемом частотном диапазоне.

В результате использования этого метода получается однородная сеть передатчиков, в которой ближайшие передатчики, работающие в совмещенном канале, являются узловыми точками геометрически правильной сетки на поверхности Земли. В такой сетке вблизи каждого передатчика находится шесть передатчиков, работающих в совмещенном канале.

На рисунке 3.4 представлена правильная сетка с передатчиками при использовании семи частотных каналов. Теоретическая сеть образуется сеткой географических координат при использовании косоугольной системы координат, где наклонный угол составляет 60° .

РИСУНОК 3.4

Правильная сетка для радиостанций



Цветом выделен ромб совмещенных каналов, соединяющий узловые точки, в которых расположены передатчики, использующие частотный канал $i = 0 \dots$. Передатчики, ближайшие к передатчику, расположенному в исходной точке, помечаются номерами $1 \dots 6$. Ромбы совмещенных каналов, соединяющие узловые точки, в которых находится станция с номером 0, называются главными ромбами совмещенных каналов. Радиостанции с номерами каналов $i = 1 \dots 6$ располагаются в узловых точках внутри ромба совмещенных каналов. Распределение номеров между радиостанциями, находящимися в пределах ромба, одинаково для каждого смежного ромба.

Используются следующие входные данные:

- радиус зоны обслуживания, который будет обеспечен одним передатчиком в сети; и
- допустимое расстояние между передатчиками, работающими на различных частотных каналах.

Планирование заканчивается следующими параметрами для правильной сети передатчика:

- минимально необходимое число частотных каналов;
- число частотных каналов, предназначенное для радиостанций в планируемой сети;
- фактическое расстояние между передатчиками, работающими на различных частотных каналах i ; и
- координаты узла сети (в главном ромбе совмещенных каналов), где расположена радиостанция, работающая в канале i .

Расстояния между передатчиками различных частотных каналов вычисляются с использованием другой процедуры, предусматривающей, чтобы уровень взаимных помех между зонами обслуживания различных передатчиков не превышал заданного допустимого значения.

Следует отметить, что реальные сети передатчиков не имеют правильной геометрической формы, представленной на рисунке 3.4, а их технические характеристики не соответствуют характеристикам теоретической сети. Отклонения от геометрически правильной структуры, теоретических значений мощностей и высоты антенн неизбежно снижают эффективность частотного плана. Тем не менее, упомянутый выше метод можно использовать для получения четкой картины, демонстрирующей эффективность частотного плана как функции ограничений, налагаемых на исходные данные при подготовке плана.

Как сказано выше, подготовка частотного плана, полученного в результате использования упомянутого выше метода, носит эвристический характер и не может быть легко упорядочена.

Результаты линейного частотно-территориального планирования можно использовать следующим образом. Сетка с передатчиками, расположенными по идеальной планируемой сети наносится на карту, а частотный канал, предназначенный для данного узла в теоретической сетке, присваивается месту, ближайшему к узлу сетки, где должна быть расположена передающая радиостанция. В процессе присвоения частотных каналов для конкретных географических мест можно слегка изменить значения мощностей передатчиков, высоты антенн и т. д. относительно значений, принимаемых в целях планирования.

По окончании планирования необходимо проверить радиус зоны обслуживания каждого передатчика сети, используя более точные методы прогнозирования вместе с фактическими данными для каждого месторасположения.

В некоторых случаях, особенно для радиовещания, для каждого местоположения требуется не один, а несколько частотных каналов. Такой результат можно также получить, используя линейное планирование, основанное на использовании нескольких правильных решетках при условии, что частоты, назначаемые в каждой точке, отличаются максимально возможно. Во избежание интермодуляционных помех могут быть наложены дополнительные ограничения.

3.3.2 Последовательное планирование частоты и процесс присвоения

Цель этого метода – для каждой станции из заданного списка станций найти частоту из известного списка доступных частот.

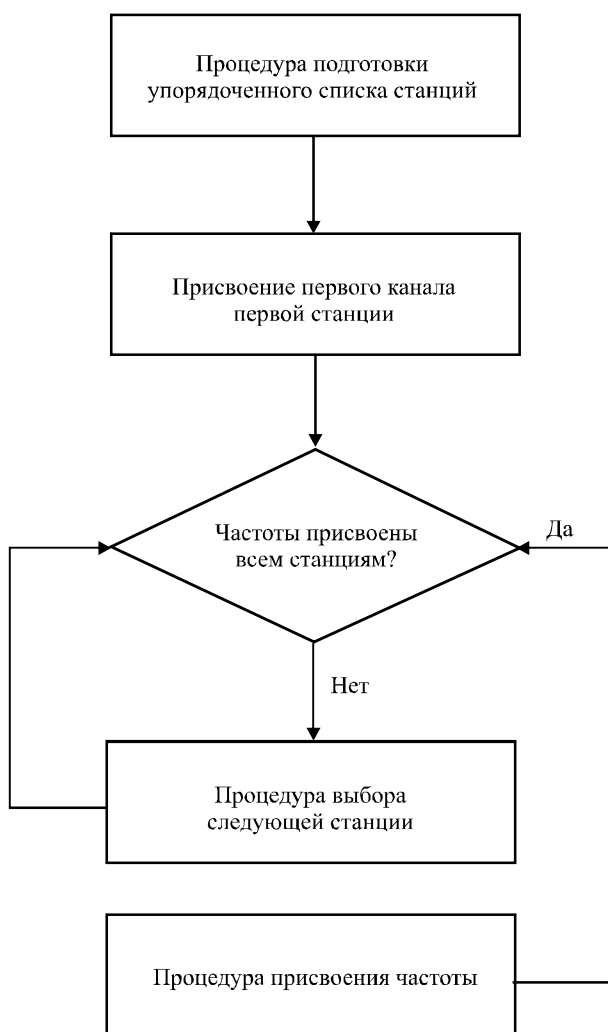
Для планирования сети по этому методу требуются следующие входные данные:

- a) список базовых или радиовещательных станций с их географическими координатами, для которых надо произвести частотные присвоения;
- b) список доступных частотных каналов;
- c) таблица с необходимыми расстояниями между радиостанциями, разнесенными на заданную частоту.

На рисунке 3.5 представлена общая блок-схема алгоритма. Алгоритм планирования частот включает три процедуры. Первая процедура предусматривает подготовку списка радиостанций, которым должны быть присвоены частоты. Последовательность расположения радиостанций в списке соответствует затратам труда, связанным с присвоением частоты передатчику. В частности, затраты труда можно определить числом радиостанций в пределах зоны действия помех по совмещенному каналу данной радиостанции. Чем больше радиостанций находится в зоне действия помех по совмещенному каналу, тем труднее присвоить частоту данной радиостанции и тем ближе к началу списка располагается эта станция.

РИСУНОК 3.5

Общий алгоритм частотного планирования



SpecMan-035

Присвоение частот радиостанциям начинается с первой радиостанции в списке, которой присваивается первый (нижний) частотный канал.

Для выбора из списка каждой последующей радиостанции и присвоения ей частоты используется специальная процедура. Для этой цели разработано несколько процедур. Простейшая процедура заключается в том, чтобы приоритет выбора радиостанций соответствовал порядку их следования в списке.

На практике часто возникает проблема с присвоением частотных каналов новым радиостанциям. Эти радиостанции должны использоваться в существующей сети радиостанций, для которых уже были произведены частотные присвоения. Такая проблема, например, становится чрезвычайно сложной для телевизионной системы, когда для обеспечения полного охвата территории страны требуется задействовать ряд ретрансляторов малой мощности, охватывающих небольшие зоны обслуживания (где прием программ телевизионных станций большой мощности затруднен или невозможен).

Эта конкретная проблема частотного планирования для телевизионной подсистемы малой мощности может быть разрешена путем использования методов, описанных в работах [O'Leary, 1984; Hunt, 1984 and Stocer, 1984].

Блок-схема метода планирования, принятого РКР-04 для планирования цифровой наземной службы радиовещания в частях Регионов 1 и 3 представлена на рисунке 3.6.

РИСУНОК 3.6

Общий алгоритм последовательного частотного планирования



3.3.3 Сетки частотных присвоений без помех

Метод, разработанный в Канаде [Delfour and De Couvreur, 1989] для сухопутной подвижной службы, состоит в применении сеток для выполнения присвоений без помех.

Данный метод, основанный на применении компьютеров, начинается с рассмотрения выведенных уравнений помех для случаев совместного использования канала и работы в соседних каналах, снижения чувствительности приемника за счет сильной помехи по соседнему каналу и интермодуляционных помех в приемнике и передатчике. Строится сетка большой емкости с учетом возможного использования полосовых фильтров. Специалисту по управлению использованием спектра остается решить вопросы, связанные с условиями работы в совмещенном канале. Этот метод сокращает число переменных, используемых при принятии решений. Сетки частотных присвоений обеспечивают более эффективное использование спектра и одинаковое качество обслуживания. При применении компьютерной системы эти сетки можно менять для внесения изменений в требования, как по пространству, так и во времени и использовать в зонах с разным рельефом местности и учитывать, что население растет или мигрирует.

3.3.4 Метод планирования частот для сотовой связи

В последние несколько десятилетий темпы роста сухопутной подвижной службы были особенно высоки, поскольку стали использоваться системы подвижной сотовой связи. В этих системах спектр радиочастот используется наиболее эффективно, так как число пользователей, приходящихся на распределенную для их работы полосу частот, намного больше числа пользователей обычных сетей сухопутных подвижных систем. Эта эффективность достигается благодаря параметрам каждой базовой станции, которые выбираются для обслуживания небольших зон, или ячеек, с указанными границами. Ячейки охватывают зону, где работает сеть базовых станций, а также дороги и шоссе между различными пунктами.

В сотовых сетях расстояние D между ячейками, использующими одни и те же каналы, обычно не превышает значений $D = 3,5 R_0$ – $D = 5,5 R_0$, где R_0 – номинальное значение радиуса соты. Поэтому в сотовых системах отмечается высокая степень повторного использования частот, а эффективность использования спектра частот значительно повышена [Lee, 1989].

Множество соседних ячеек, где из-за ограничений, вызванных помехами, нельзя использовать одни и те же частотные каналы, называется кластером. Число ячеек в кластере определяет ее размеры [Lee, 1989].

Базовые станции могут использовать как всенаправленные горизонтально поляризованные антенны, так и секторные антенны с шириной диаграммы направленности 60° или 120° . При использовании секторной антенны каждая ячейка делится на шесть или три сектора соответственно, при этом каждому сектору присваиваются разные каналы [Lee, 1989].

Чтобы подготовить для системы сотовой подвижной связи исчерпывающий частотный план, необходимо указать основные параметры такого плана:

- размер кластера;
- число M секторов обслуживания в ячейке ($M = 1$ при $\theta = 360^\circ$; $M = 3$ при $\theta = 120^\circ$; и $M = 6$ при $\theta = 60^\circ$; где θ – ширина диаграммы направленности базовой станции);
- число базовых станций;
- радиус ячейки;
- мощность передатчика базовой станции;
- высота антенны базовой станции (предполагается, что высота подвижной станции равна 1,5 м).

Эта процедура дает возможность определить все параметры, необходимые для составления частотного плана. При разработке исчерпывающего плана на основе числа каналов для каждой базовой станции и конфигурации группы ячеек в сотовой системе необходимо определить конкретную частоту, присвоенную для работы всех базовых станций, принадлежащих одной группе. При этом также необходимо свести к минимуму помехи между ячейками, где используются смежные частотные каналы, а также интермодуляционные помехи между каналами в одном и том же секторе ячейки.

При подготовке исчерпывающего частотного плана для сотовых систем могут использоваться методы, описанные в [Gamst, 1982 and Hale, 1981].

3.3.5 Гибкий процесс частотно-территориального планирования

Для некоторых радиослужб и их приложений, например, для фиксированной службы, включая радиорелейные линии или системы профессиональной подвижной радиосвязи (PMR), жесткие частотно-территориальные планы обычно не разрабатываются. Присвоение частоты для каждого нового приложения определяется на основе анализа совместимости каждого предложенного нового частотного присвоения по отношению к существующим, перечисленным в национальном частотном регистре, так, чтобы не затрагивались существующие присвоения частоты и/или они не затрагивали его. Процедуры соответствующего анализа ЭМС представлены в Главе 5 и в Венском соглашении 2000 года.

С целью ускорения выбора соответствующей частоты для присвоения на требуемом местоположении, могут использоваться процедуры, данные в Рекомендации МСЭ-R SM.1599. Этот метод, фактически, определяет соответствующие данные относительно занятия конкретных частотных поддиапазонов для различных географических мест. Метод значительно упрощает процесс присвоения частот, потому что это позволяет оценить ЭМС для нового объекта в требуемом месте по отношению к ограниченному числу частотных присвоений в более узком частотном поддиапазоне, который меньше занят, чем другие поддиапазоны.

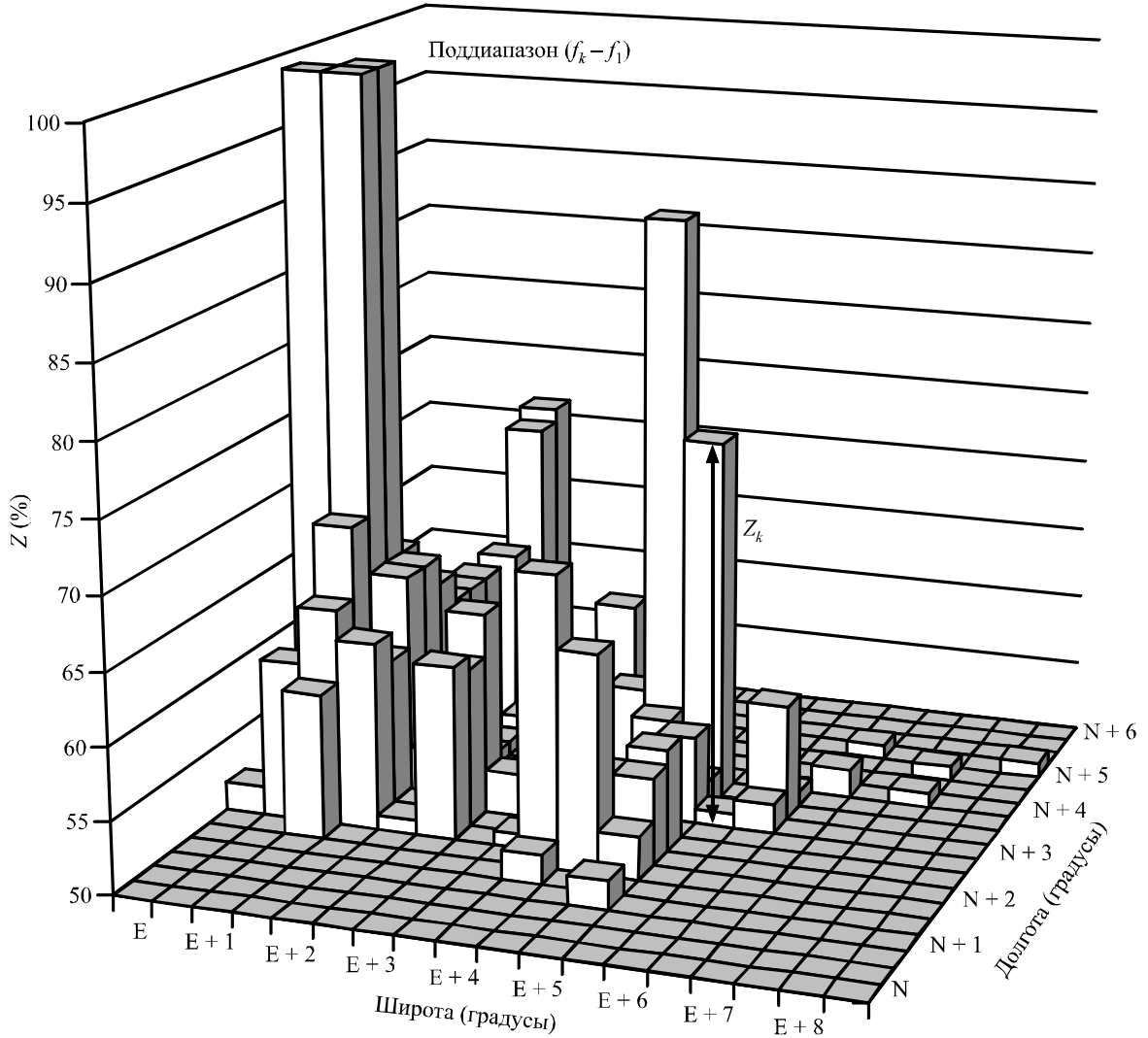
Например, рисунок 3.7 показывает распределение коэффициента использования спектра, Z , (определенного в Рекомендации МСЭ-R SM.1046-1) в одном поддиапазоне ($f_k - f_l$) среди территориальных ячеек размером $1^\circ \times 1^\circ$ в пределах полной области приблизительно $8^\circ \times 8^\circ$. Таким образом, видно, какие ячейки поддиапазона, Z_k , являются подходящими для дальнейшего анализа ЭМС, а какие – нет.

3.4 Программное обеспечение и автоматизация

Подсистемы присвоения частот и выдачи лицензий требуют применения компьютеров и устройств хранения данных, как описано в Справочнике МСЭ по компьютерным методам управления использованием спектра (Женева, 2005 г.). Программное обеспечение может выполнять вычисления для исследований совместимости и планирования частоты, основанного на методологии, описанной в вышеупомянутом разделе. Программное обеспечение современной системы управления использованием спектра (СУИС) обеспечивает возможность простой настройки в зависимости от специфических требований пользователя. Программа может обеспечивать формирование требуемых форм документов, создание компьютерных моделей соответствующего распространения радиоволн [Торси *et al.*, 2000] и вычисление размера платы за выдачу лицензий. Модель вычисления размера платы за выдачу лицензий уже создана и доступна для целей настройки СУИС [Pavliouk, 2000]. Современное компьютерное программное обеспечение СУИС также легко приспособляемо, и способно работать с различными цифровыми территориальными картами.

РИСУНОК 3.7

Пример распределения коэффициента использования спектра, Z , по территории для выбранных частотных поддиапазонов

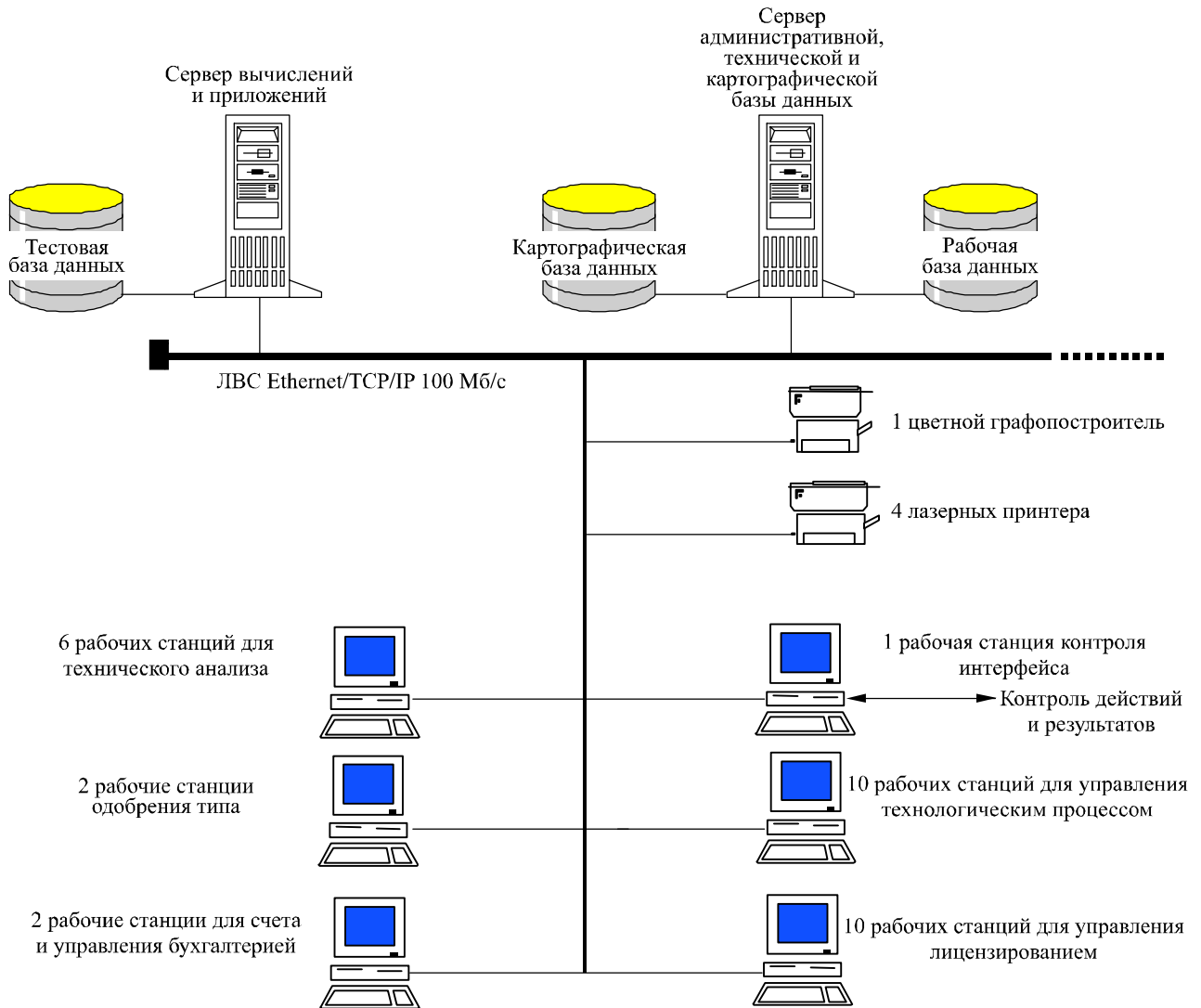


SpecMan-037

Во многих странах существуют общие автоматические средства управления использованием спектра, охватывающая все радиослужбы [Vare, 1990 and Vukhovsky *et al.*, 2002]. Автоматические, местные системы, предназначенные для отдельных служб, например, телевидения и ОБЧ радиовещания, сухопутной подвижной и фиксированной служб и т. д. могут использовать персональные компьютеры [Vasiliev *et al.*, 1986 and Dotolev *et al.*, 2003].

Пример действующей конфигурации модели СУИС дается в рисунке 3.8.

РИСУНОК 3.8
Пример действующей конфигурации СУИС



SpecMan-038

Эта модель СУИС содержит:

- сервер вычислений и приложений: содержит программное обеспечение СУИС, выполняет управление файлами вычисления, управление резервированием и восстановлением;
- административный, технический и картографический сервер: осуществляет управление оперативной базой данных;
- тестовую базу данных: это база данных, используемая для испытаний и оценки новой СУИС;
- рабочую базу данных: это база данных, используемая для оперативной административной работы;
- картографическую базу данных: содержит цифровая модель ландшафта, местные помехи, административные пределы, отсканированные карты;
- цветной графопостроитель: для графического представления зоны обслуживания;
- лазерный принтер: для печати официальных документов;
- рабочие станции анализа технических данных: рабочие станции, для анализа ЭМС, использующие графическое представление;
- рабочие станции одобрения типа: рабочие станции для управления процессом одобрения оборудования, включая разрешения на ввоз и сертификаты дилера;
- рабочие станции счета и управления бухгалтерией: рабочие станции доступа к учетным записям и данным управления счетами;
- рабочую станцию интерфейса контроля: это рабочая станция для осуществления и оценок результатов полного контроля;
- рабочие станции управления технологическим процессом: рабочие станции, имеющие дело с внутренними процессами администрирования по управлению использованием спектра; и
- рабочие станции управления выдачей лицензий: рабочие станции для управления процессом выдачи лицензий и обработки счетов.

Число конкретных устройств зависит от потребностей регулирующего агентства.

ЧАСТЬ В

Лицензирование

3.5 Введение

"Лицензирование" – широко применяемый термин для многих различных ситуаций в электросвязи и многих других аспектах коммерческой и правительственной деятельности. "Лицензирование", как термин применяется к работе радиосредств, а также может означать самые разные вещи. Часто отдельный документ лицензирования включает аспекты деловых операций и использования радиочастоты (и, таким образом, появляется и разрешение на использование радиосвязи и возможность успешного развития бизнеса). В этой части Справочника под термином "лицензирование" понимается "выдача разрешений на использование частот".

Выдача лицензий на использование частот используется как средство управления использованием радиочастотного спектра (как определено в Статье 18.1 Регламента радиосвязи). Однако эффективное управление использованием спектра должно учитывать всех пользователей радиочастотного спектра, включая частные объекты, предприятия и правительство. Обычно правительственные (и другие официальные) пользователи спектра работают, имея определенную форму лицензии, предоставленную регулятором использования спектра. Такая "лицензия" или "выделение" часто рассматривается как форма "лицензии", даже когда они имеют различную юридическую силу. В ходе дальнейшего рассмотрения термин лицензирование будет относиться к самой общей форме процесса, включая разрешение, выделение и другие подобные документы, если определенные комментарии не указывают иначе.

3.6 Требования лицензирования

Выдача лицензий на использование частот преследует несколько важных целей. Наиболее важно ограничить технические и эксплуатационные характеристики радиостанций для экономии в национальных, общественных интересах ограниченных ресурсов радиочастотного спектра. Другая важная цель состоит в том, чтобы поддерживать исчерпывающую базу данных частотных присвоений, необходимую для управления использованием спектра, с целью исключения возможности появления помех при повышении эффективности использования спектра.

Статья 18.1 РР требует, чтобы все передающие станции, установленные или используемые частными лицами или предприятиями, действовали на основании лицензии, полученной от администрации, если не принято национальное решение, позволяющее функционировать на основе беспомехового воздействия. Другие условия Статьи 18 РР определяют основные обязанности лиц, имеющих лицензию, и дают рекомендации администрациям по различным проблемам, которые могут возникнуть при лицензировании подвижных станций, которые могут оказаться под юрисдикцией других администраций.

Все лицензии должны идентифицировать лицо, имеющее лицензию, по имени и адресу, географическое местоположение передающей станции или станций или области, в пределах которой они передвигаются (если связь подвижная), технические параметры и эксплуатационное состояние станции(й), цель, для которой присвоение(я) частоты может (могут) использоваться, и период действия лицензии. Все эти условия предназначены, чтобы гарантировать, что воздействие помех не будет мешать другим пользователям (см. Статью 3 РР). В большинстве случаев присвоенная частота, параметры излучений и основные характеристики передающей антенны заявлены, хотя разрешение на включение, вероятно, должно будет быть определено в другой форме, где отдельный документ разрешает использование нескольких передатчиков или нескольких частотных присвоений. Лицензия может также быть выдана для приемной станции с указанием основных параметров. Плату будут

обычно взимать за лицензию. Ключевые вопросы, которые возникают при выдаче лицензий: "кто имеет право получить лицензию на эксплуатацию, и как достичь эффективного использования спектра?".

Недавно администрации обеспечили полосы частот, для сетей общего доступа через подвижные сети. В этом случае ответственность за управление частотами, определение мощности передачи и установление других соответствующих параметров станций в сети лежит на операторах подвижных сетей в пределах, определенных их лицензией.

Для подвижных сетей общего доступа органы управления использованием частот не выдают лицензии каждой передающей станции подвижной связи отдельно. Это, однако, не освобождает операторов от обязательств заявить местоположение и основные характеристики станций сети, после того, как они введены в эксплуатацию.

3.7 Лицензирование радиостанций

Получение лицензий на использование спектра является основным условием для того, чтобы предотвратить взаимные помехи между службами и станциями. Однако возможно снятие требований по получению отдельных лицензий для некоторых систем малой мощности, например станций, работающих в полосах частот гражданского назначения, беспроводных телефонов, устройств малого радиуса действия, сверхширокополосных систем, электронных устройств, охранных систем и т. д., с тем чтобы уменьшить административное и экономическое бремя и на администрацию и на пользователей.

Следует признать, что без дисциплины, обеспечиваемой разрешительной системой использования спектра, радиопомехи могли бы достичь недопустимых уровней, сделав бесполезными любые инвестиции в оборудовании для передачи или приема радиосигналов. Пользователи спектра, вложив деньги в создание системы связи, хотели бы работать в условиях такой разрешительной системы, которая обеспечивала бы защиту от вредных помех при нормальных условиях работы.

Некоторые администрации используют процедуры, известные как "одобрение типа" или "принятие типа", чтобы гарантировать, что по своей конструкции изделие технически и фактически отвечает предписанным регламентным требованиям для соответствующих устройств. Эти регуляторные требования позволяют обеспечить возможность сосуществования радиооборудования и его пользователей, гарантируют максимально достижимую экономию радиочастотного спектра и способствуют планомерной разработке и использованию радиооборудования. Дополнительным требованием может быть требование ограниченной помехоустойчивости.

Для одобрения типа оборудования необходимо представления в аккредитованную (иногда правительственную) лабораторию образца оборудования для проверки на соответствие согласованной технической спецификации или стандарту. Если оборудование одобрено, выдается зарегистрированное свидетельство, а производитель размещает на изделии специальную этикетку или ярлык "тип одобрен".

Для принятия типа требуется, чтобы производитель представил администрации для проверки данные выполненных им испытаний. Заранее определяются условия испытаний и число образцов, требуемых для испытания. Если представленные данные приемлемы, то выдается сертификат, и производитель размещает на изделии специальную этикетку или ярлык "принятый тип".

Одобрение или принятие оборудования может быть дорогой и длительной процедурой, как для производителя, так и для администрации, особенно если каждая администрация определяет свои собственные технические спецификации и требует, чтобы производитель получил одобрение или принятие в каждой стране, где собирается выводить на рынок свое оборудование. Понимая это, некоторые администрации подписали "соглашения о взаимном признании", в соответствии с которыми они признают результаты измерений, проведенные в странах, подписавших такое соглашение, и выданные ими сертификаты одобрения. Все чаще звучит мнение, что концепция одобрения типа становится ненужным требованием и представляет собой потенциальный барьер в торговле, тем более, что большинство оборудования предназначено для продажи, распространения и использования во многих странах без каких-либо регуляторных ограничений, например, мобильные телефоны общего пользования. Существует тенденция передачи ответственности за соответствие оборудования основным требованиям от регулятора к производителю или поставщику (оценка соответствия). Органы контроля рынка выявят некачественное оборудование, и тогда на недобросовестного производителя или поставщика могут быть наложены штрафы.

Так, например, процедура, установленная государствами – членами Европейского союза (ЕС), введена Директивой об окончательном оборудовании радио и электросвязи (R&TTE). С 8 апреля 2001 г. Директива R&TTE заменила более 1000 национальных инструкций и регулирует вывод на рынок и использование такого оборудования. Директива касается всего оборудования, использующего радиочастотный спектр. Она также касается всего окончательного оборудования, используемого в сетях электросвязи общего пользования. Директива требует, чтобы радиооборудование использовало спектр эффективно и не создавало вредных помех.

Ответственность за оценку соответствия изделия лежит на производителе оборудования. Производитель издает "декларацию соответствия" и после проведения испытаний в юридически признанной лаборатории, не должен получать одобрения или свидетельства об одобрении в государственном учреждении. Когда стандартов не существует, не доступны или они неприемлемы, производитель имеет право торговли, самостоятельно демонстрируя выполнение технических требований. Государства ЕС обязаны опубликовать правила получения доступа к радиочастотному спектру так, чтобы производители полностью знали о национальных различиях в распределении и использовании радиочастот и могли производить изделия, ориентированные на максимально широкие рынки. Производители обязаны сообщить клиентам об особенностях использования своего оборудования и присущих ему ограничениях, поместив данную информацию на упаковку и в инструкции. Это означает, что производитель должен ясно сообщить пользователю, для какой части радиочастотного спектра это изделие было разработано.

В соответствии с условиями Всемирной торговой организации многие страны подписали между собой Соглашения о взаимном признании. Эти соглашения основаны на взаимном признании сертификации, знака соответствия, и испытаний, проведенных лабораториями или органами оценки соответствующих сторон в соответствии с инструкциями других стран.

Свидетельства об одобрении типа должны продлеваться на период использования, установленный по решению администрации. Процедура их продления имеет важное экономическое воздействие на будущее использование радиочастотного спектра. Этим способом, ограничивая срок действия свидетельства, можно дать возможность принятия нового оборудования, более эффективного с точки зрения использования спектра.

Данные, полученные из базы данных свидетельств об одобрении типа, могут использоваться для получения статистической информации по доступу к спектру и для определения тенденций в использовании спектра на национальном уровне. Эти данные могут также использоваться в качестве вспомогательных для прогнозирования будущих потребностей в использовании спектра.

Выдача свидетельств может использоваться для введения ограничений на изготовление, продажу, применение и импорт радиооборудования, которое может создавать вредные помехи.

Данные по лицензиям в области радиосвязи оказывают неоценимую помощь организациям, занятым рассмотрением жалоб на помехи, и могут содействовать в применении правовых санкций в отношении незаконных радиостанций.

3.8 Освобождение от необходимости получения лицензий

Возможность того, что маломощные устройства будут создавать помехи другим пользователям радиосвязи, минимальна, если эти устройства работают в соответствии с надлежащими техническими условиями. В таком случае можно рассмотреть вопрос освобождения многих маломощных устройств от необходимости получения лицензий.

Такие действия создадут более свободный регуляторный режим для пользователей, производителей и поставщиков, одновременно освобождая администрации от выполнения части обременительных задач. Пользователи больше не должны будут платить взносы или заполнять формы заявок на лицензирование; а производители и поставщики могут торговать изделиями в более свободных условиях, что приводит к существенным выгодам для общества. В данную категорию, могут быть включены такие устройства, как металлодетекторы, радиоуправляемые модели, противоугонные устройства, системы охранной сигнализации, беспроводные телефоны и устройства сверхширокополосной связи.

Такие устройства, как правило, используют частоты совместно с другими службами, вследствие чего им запрещено создавать вредные помехи пользователям данных служб. Если устройство малого радиуса действия действительно создает помехи работе разрешенных устройств радиосвязи, даже если оно отвечает всем техническим требованиям (стандартам), установленным национальными правилами для использования такого оборудования, то его оператор обязан выключить устройство до тех пор, пока проблема помех не будет разрешена. Маломощные устройства малого радиуса действия не защищены от помех, создаваемых друг другом. Более подробная информация о таком оборудовании содержится в Рекомендации МСЭ-R SM.1538 "Технические и эксплуатационные параметры и спектральные требования для устройств радиосвязи малого радиуса действия".

3.9 Методы лицензирования

Система выдачи лицензий играет главную роль в любой хорошо структурированной организации управления использованием спектра. Она осуществляет контроль за эксплуатацией станций и использованием частот путем:

- проведения экспертизы заявлений на получение лицензии и сопутствующих документов, чтобы определить, имеет ли соискатель право на получение лицензии с юридической и регуляторной точек зрения, а также определения технической приемлемости радиооборудования;
- предоставления также определенных или обобщенных разрешений на применение устройств, для которых не требуется лицензий на предоставление услуг, таких как правительственные агентства или устройства связи потребительского назначения;
- назначения идентификационного позывного сигнала для каждой станции;
- издания лицензионных документов и, при необходимости, взимания оплаты за них;
- продления или аннулирования лицензии, в зависимости от ситуации;
- проведения экспертизы компетентности оператора (для радиолюбителей) и выдачи удостоверения оператора.

Как правило, любой владелец лицензии на использование радиочастотного спектра должен соблюдать ряд различных общих требований, хотя конкретные радиослужбы могут иметь обязательные требования, установленные специально для данной службы:

- работа радиослужбы без лицензии должна рассматриваться как правонарушение, если только эта служба не освобождена от получения лицензий;
- все изменения, связанные с радиослужбой, должны быть сначала санкционированы полномочной организацией по управлению использованием частот. Подробно изложенные предложения по изменению должны быть переданы владельцем станции полномочной организации по управлению использованием частот;
- владелец лицензии должен обеспечить, чтобы любые лица, эксплуатирующие радиостанцию (радиостанции), соблюдали условия лицензии;
- при необходимости, все сообщения должны начинаться и заканчиваться позывными сигналами;
- лицензия может включать формулировку условий, относящихся к ЭМС, помехоустойчивости и мерам обеспечения безопасности, включая внутреннюю безопасность оборудования;
- лицензия может содержать замечания о техническом обслуживании посредством системы обеспечения качества;
- в условия лицензирования также может быть включен вопрос инженерного оборудования площадки размещения радиостанций.

Администрации могут собирать с пользователей спектра плату за лицензии на использование частот. Плата может отражать степень использования спектра, защитное отношение спектра по отношению к другим, а так же выгоду, получаемую оператором от использования спектра. Уровень платы может также использоваться, как способ оптимизации использования спектра. Эта проблема подробно рассмотрена в Главе 6.

Во многих странах администрация делит пользователей спектра на две группы: некоммерческих и коммерческих.

3.9.1 Выдача лицензии некоммерческим пользователям

Некоммерческие операторы – одна из главных категорий пользователей радиосвязи. Эти организации используют радио, потому что оно является необходимым ресурсом для организации их деятельности, которая имеет общественное назначение. В эту категорию входят связь и навигация для судов, самолетов, полиции, пожарной службы, медицинской службы и некоторых общественных служб. Также целесообразно включить сюда пользователей научных радиослужб. Некоммерческими пользователями используются почти все радиослужбы, а для некоторых служб они – единственные пользователи.

Администрация может требовать экспертизы оператора некоммерческих радиосредств с тем, чтобы гарантировать их способность использовать или обслуживать передающие устройства. Кроме того, Конвенция об охране человеческой жизни на море и РР определяют, что при определенных условиях только лица, обладающие лицензией, могут либо эксплуатировать, либо нести ответственность за радиоизлучение передатчиков.

Как правило, такие лицензии требуются для операторов служб безопасности, радиолюбительской связи, или других служб, где связь может использоваться в интересах безопасности. Например, это лицензии летчиков; операторов морской радиосвязи Глобальной морской системы оповещения о

бедствиях и обеспечения безопасности; и коммерческие лицензии для отдельных лиц, которые устанавливают, ремонтируют или обслуживают передатчики на судах, самолетах и т. д.; и для операторов или обслуживающего персонала радиовещательных передатчиков. Некоторые страны для проверки знаний оператора требуют обязательного наличия определенного минимального уровня специального образования. Другие страны не требуют никакого уровня образования, а предпочитают полагаться или на свидетельство об определенном опыте (обучении), или на результаты проверки знаний. Странам следует рассмотреть возможность признания в данной стране удостоверения операторов радиосвязи, выданные другой страной с известными квалификационными стандартами. Это относится непосредственно к операторам воздушной и морской связи. Это может облегчить эффективную и экономичную сертификацию оператора, особенно если национальная рабочая нагрузка относительно мала и нет достаточных оснований для разработки и проведения проверки компетентности операторов на уровне современных требований, особенно если такая проверка должна затрагивать вопросы передовой технологии.

В то время как администрация может настоять на сотрудничестве некоммерческих пользователей в обеспечении эффективного использования распределенного им спектра, вопрос об обеспечении потребностей этих организаций не является сложным. Однако будет предусмотрена плата за лицензии или некоторые эквивалентные бюджетные выплаты, с тем чтобы восполнить некоторую долю затрат администрации.

3.9.2 Лицензирование коммерческих пользователей радиосвязи

Коммерческие лица, имеющие лицензии на использование радиопередатчиков, делятся на две основных категории: провайдеры услуг и корпоративные пользователи. Провайдеры услуг устанавливают системы для использования другими сторонами. Корпоративные пользователи радиосвязи обычно применяют свои системы для собственного бизнеса. Если не считать некоммерческого использования, провайдеры услуг являются фактически единственными пользователями радиовещательной службы, и радиовещательной спутниковой службы (РСС), и они являются основными пользователями фиксированной спутниковой службы (ФСС) и подвижной спутниковой службы (ПСС). Частные пользователи – единственные пользователи любительских служб и любительской спутниковой службы. Обе категории пользователей используют совместно на коммерческой основе фиксированную службу и подвижные службы.

Продукты, которые провайдеры услуг поставляют, а частные радиопользователи получают от фиксированной и подвижной службы абсолютно одинаковы. Однако в некоторых обстоятельствах частные системы могут быть менее дорогостоящими и более гибкими, чем средства, арендованные у провайдеров, но последние могут обеспечить более экономное использование спектра. Таким образом, там, где спектра недостаточно, администрации могут предпочесть выдавать разрешения на использование спектра провайдерам услуг, а не частным пользователям. Однако, администрация может предпочесть поддерживать конкуренцию между несколькими провайдерами.

При обычном лицензировании коммерческих пользователей, администрация гарантирует, что претендент имеет потребности, которые обосновывают выдачу лицензий, и будет использовать оборудование, которое будет использовать спектр эффективно. Если соответствующие частоты для претендентов могут быть найдены, выдается лицензия и берется плата за ее оформление. Если соответствующие частоты не могут быть найдены для всех претендентов обеих категорий коммерческих пользователей, то администрация должна найти некоторое основание для того, чтобы решить, какие заявления должны быть удовлетворены. Это решение может предусматривать выбор между поставщиками услуг и частными пользователями, и между одним поставщиком услуг и другим поставщиком услуг.

Существуют различные способы оптимизации использования спектра и выбора, кому выдать лицензию. В некоторых странах в качестве экономического решения обеих проблем принято решение об определении стоимости спектра или о проведении аукционов.

Администрация несет ответственность за присвоение частот для всех коммерческих радиослужб, но, безусловно, наиболее обширные участки спектра присвоены фиксированной, подвижной радиовещательной службам. Когда электросвязь или радиовещание находятся в монопольном пользовании, решение многих проблем управления использованием полос частот, распределенными этим службам, могут быть делегировано администрацией к провайдерам услуг. Однако в стране, где конкуренция между провайдерами – существенный элемент в регулировании качества и цен, администрация должна сохранить полномочия по управлению использованием спектра.

3.9.3 Выдача лицензий на использование частот операторам фиксированной службы

Операторы сетей электросвязи общего пользования используют средства фиксированной службы (ФС) для нескольких целей. Междугородные радиорелейные линии прямой видимости, обычно покрывающие расстояния в 10–50 км, часто сформированы в длинные цепочки радиорелейных линий и занимают большую часть спектра в диапазоне 3–30 ГГц. Короткие линии используются в пределах города для широкополосных абонентских линий, что позволяет избежать задержек времени, которые могли бы быть при прокладывании новых подземных кабелей. Радиолинии такого типа также широко используются для соединения базовых станций сухопутных подвижных служб и подключения их к коммутируемой телефонной сети общего пользования (КТСОП). Системы коллективного доступа малого радиуса действия, обычно работающие на частотах между 300 и 3000 МГц, используются в сельских районах для подключения абонентов к телефонной сети.

Задачи администрации в каждом из этих приложений таковы:

- поддерживать условия честной конкуренции между операторами;
- гарантировать, что используется эффективная схема присвоений; и
- гарантировать, что отрасль в целом эффективно использует и проводные, и радио сети, если степень загрузки приемлемых для использования участков спектра приближается к максимуму.

На частотах выше 20 ГГц частоты, распределенные фиксированной службе, вряд ли используются очень интенсивно. Эти полосы, по крайней мере, до 55 ГГц, очень удобны для широкополосных устройств малого радиуса действия, применяемых для подключения абонентов к коммутируемой сети и для соединения базовых станций сетей сухопутной подвижной связи. Вполне возможно, что наиболее практичным решением для этих служб может стать делегирование детального управления распределением спектра, предназначенного для этих целей, при условиях, которые гарантируют эффективное его использование.

В случае делегирования управления, присвоение частот оператору сети беспроводной связи общего пользования, было бы темой формального соглашения. Здесь назначалась бы не конкретная частота, а определенный радиочастотный блок, который можно использовать в пределах определенной области или определенного радиочастотного канала. Желательно, чтобы он был бы свободен от присвоений других пользователей и был бы достаточно широк, чтобы удовлетворить предсказанную потребность оператора в новых каналах в течение нескольких лет. Рекомендации по параметрам каналов, которые могут использоваться в присвоенной оператору полосе, должны быть сформулированы администрацией, их назначение – определить пределы расстояния, на котором данная система создает помехи в областях других пользователей. Необходимо предусмотреть, чтобы перед выбором частоты оператор консультировался с администрацией, т. к. можно создать помехи с иностранной станцией. Когда частота для канала оператором выбрана, администрацию обычно попросят сделать

формальное назначение, чтобы внести данные об этом присвоении в национальный регистр, и при необходимости, представить заявку в МСЭ-R для регистрации присвоения в Международном справочном регистре частот МСЭ. Периодически, а особенно, если оператор просит расширить полосу частот, администрация должна проверять эффективность, с которой оператор использует частотное присвоение. Учитывая необходимость в справедливой конкуренции между операторами, и вероятность специальных присвоений для удовлетворения нового неотложного спроса на частоты, может возникнуть ситуация, когда оператору будет отказано в новом присвоении. В таком случае сигналы по установленным маршрутам могут быть переданы по кабелю.

Должна быть предусмотрена плата за доступ к спектру для операторов беспроводной связи общего пользования (начальный аукцион или ежегодная регуляторная плата), для блока частот, или для отдельного канала. Плата, вероятно, должна быть пропорциональна присвоенной полосе частот. Желательно также включить фактор, отражающий относительный дефицит спектра в рассматриваемой полосе, с тем чтобы поощрять использование других полос, спрос на частоты в которых меньше или замену радиосвязи на кабельную. В некоторых странах присвоение частот для фиксированной службы осуществляется на основании аукционов (см. Главу 6).

3.9.4 Выдача лицензий на использование частот для подвижных служб

Обычной практикой в системах подвижных служб является то, что частотные присвоения для станций не регистрируются в справочном регистре МСЭ-R. Однако присвоения для передающих и приемных сухопутных станций и территорий, в пределах которых эти подвижные станции функционируют, могут быть зарегистрированы в регистре частот. Это обеспечивает косвенную защиту от помех, создаваемых иностранными станциями соответствующим подвижным станциям. И базовые станции, и подвижные станции могут работать только при наличии лицензии на использование частот, хотя отдельная лицензия может охватить парк подвижных станций в определенной полосе.

Существует множество разнообразных подвижных служб. Некоторые используются чрезвычайно широко, но даже в этом случае их воздействие на спектр может быть весьма небольшим. Если некоторое административное действие обязано гарантировать, что помех возникать не будет, соответственно оплату нужно собирать так, чтобы покрыть расходы на это действие, но стоимость, приходящаяся на одну подвижную станцию, обычно будет весьма небольшой, и можно ожидать, что плата также будет небольшой. Однако существует также несколько видов систем сухопутной подвижной связи, спрос со стороны которых к спектру растет день ото дня, и использование спектра этими службами исключает возможность доступа к спектру для других возможных радиосредств. Администрации должны рассмотреть, нельзя ли для оптимизации использования этого спектра применить политику соответствующей оплаты за спектр. Профессиональные подвижные радиосети (PMR), сотовые сети, и крупномасштабные подвижные радиосети абонентского доступа (PAMR) – это особые случаи. Было бы крайне желательно однотипно решать проблемы обеспечения частотным ресурсом в широкомасштабных сетях персонального вызова и связанных системах.

Выдача лицензий для PMR: PMR использует спектр менее эффективно, чем сети сотовой радиосвязи и PAMR, но существует возможность существенного увеличения эффективности в профессиональной сети через общее использование узкополосного оборудования. Это важный вопрос, так как спрос на спектр для сотовых систем очень высок и постоянно растет.

Для некоторых пользователей выгодна сетевая PMR конфигурация. Например, проектирование окончательного оборудования может быть оптимизировано, с тем, чтобы удовлетворялись конкретные потребности некоторых пользователей. Другим пользователям необходима функция, позволяющая всем подвижным станциям слушать все сообщения от базовой станции. Некоторые пользователи предпочитают PMR, потому что, для них такая связь стоит дешевле, чем сотовые системы. Таким образом, администрация может посчитать целесообразным установить плату за лицензии для PMR, что поощряло бы существующих пользователей использовать узкополосное оборудование или предпочесть профессиональную подвижную радиосвязь сотовым сетям.

Выдача лицензий для сотовых и крупномасштабных PAMR сетей абонентского доступа: Сети абонентского доступа, имеющие много каналов и большую, возможно национальную территорию обслуживания, составляют главные средства электросвязи. Они обслуживают большое количество абонентов и имеют потенциал для создания прибыли их владельцам. Каждая сеть требует значительного спектра, и все вместе эти сети являются одними из основных пользователей спектра в коммерческом диапазоне ниже 2 ГГц. Администрация должна гарантировать, что эффективность использования спектра этими сетями постоянно растет. Задачей администрации является обеспечение такого положения дел, при котором оператор энергично использует свои возможности для обслуживания населения, и что абоненты способствуют конкуренции между операторами, сокращая, таким образом, цены.

Администрация, сознающая необходимость выдачи лицензий провайдером услуг, чтобы они могли предложить пользователям более широкие или новые возможности, может организовать предварительные обсуждения, чтобы определить доступные технические решения. В этих обсуждениях могли бы участвовать потенциальные провайдеры услуг, производители оборудования и соответствующие правительственные агентства. Результатом таких обсуждений могло бы быть решение о системном проекте оборудования, для реализации в системах следующего поколения. Затем администрация может объявить, что новым сетям с выбранной спецификацией будут присвоены блоки радиочастотного спектра. После этого может быть объявлено о подаче предложений по использованию таких систем в определенных географических областях. Ожидается, что нескольким провайдерам услуг, чьи предложения окажутся лучшими, могут быть предложены со сроком действия пять или десять лет. Предложения должны включать в себя:

- описание имеющихся у заявителя технических, коммерческих и финансовых ресурсов;
- подробный план развертывания сети в области обслуживания;
- информацию о том, какие устройства будут созданы и о предположительных тарифах;
- сведения о том, как заявитель прореагировал бы на неожиданно низкий или неожиданно высокий уровень спроса; и
- гарантии того, что не будет создаваться препятствий для конкуренции среди сетей.

Может применяться ежегодная регуляторная плата. Альтернативно, заявителям может быть предложено определить размер ежегодной платы за лицензию.

Можно предположить, что будет получено несколько предложений, и, по крайней мере, некоторые из них окажутся вполне приемлемыми в общих чертах. Если бы установленная плата была объявлена заранее, то требовалось бы выбрать лучшие предложения исходя из их качества и убедительности. Такой выбор может быть чрезвычайно труден для правительственных агентств. Любой выбор может быть оспорен, что приведет к задержкам по времени. Аукцион для небольшого числа заявителей, каждый из которых сделал приемлемое предложение, вызвал бы меньше споров и мог бы принести больший доход правительству.

Победившим выдаются лицензии, и их системы будут реализованы. Будут спроектированы и построены сети базовых станций. Будут выбраны и предложены для официального присвоения частоты приема и передачи. При отсутствии причин для отклонения предложения, администрация подтвердила бы, что присвоения соответствуют и должным образом заявила бы их МСЭ-R для включения в МСРЧ.

Через несколько лет спрос на услуги мог бы опережать возможности этих сетей. К тому времени, возможно, появилось бы новое оборудование, использующее спектр более эффективно или предлагающее пользователям новые возможности. Если так, аналогичным способом можно создать новые сети, использующие новейшие технологии и работающие в других полосах частот, новые сети конкурировали бы друг с другом и с сетями более раннего поколения. Как вариант, если первоначальные присвоения, сделанные провайдеру услуг, не имели четких указаний на спецификацию оборудования, то провайдер может использовать оборудование новой технологии и в уже присвоенной ему полосе, предусмотрев постепенную замену с "совместимостью назад".

3.9.5 Выдача лицензий для радиовещательных служб

Радиовещание использует излучения, характеристики которого стандартизованы на национальном уровне и которые являются относительно однородными во всем мире. В течение нескольких десятилетий стандарты менялись незначительно, хотя недавно началась эра заметных технических перемен, причиной для которой стало скоординированное на международном уровне развитие цифровых систем. Наиболее важные частотные присвоения для средств радиовещания обычно планируются на правительственном уровне – национальном и международном. Таким образом, главной задачей в процессе выдачи лицензий является определение организаций, которым будет разрешено осуществлять радиовещание. В некоторых странах для решения о выборе между претендентами, предлагающими одинаковое качество, все чаще используется механизм аукциона.

При выдаче лицензий для радиовещательной спутниковой службы администрация может пожелать оставить за собой регулирование в той или иной степени вопросов доступа радиовещателей к эфиру. Спутниковое цифровое радиовещание во многом аналогично наземному радиовещанию. Доступ к радиочастотам, фидерным линиям и служебным линиям космос-Земля постоянно управляется правительством страны, на территорию которой транслируются программы, хотя это может не выполняться для случаев, когда область вещания захватывает части приграничных стран.

Таким образом, любая администрация может взять ответственность за спутник, используемый для радиовещания и за то, чтобы присваивать и координировать используемые им частоты. Земные станции фидерных линий могут быть расположены где-нибудь в пределах зоны, видимой со спутника. Зона обслуживания лучей космос-Земля может включать в себя территорию нескольких или многих стран, где нет необходимости получения согласия на вещание от соответствующей администрации. Таким образом, администрация может управлять спутниковым радиовещанием через управление работой земных станций.

3.10 Онлайновая выдача лицензий

Многие правительства уже реализуют или вводят общую политику, нацеленную на расширение использования интернета для предоставления общественных услуг. Эти электронные средства, часто обозначаемые терминами типа "электронное правительство" или "электронная коммерция", могут также использоваться, в целях содействия динамическому управлению использованием спектра или – "электронному лицензированию". В режимах лицензирования, где лицензии считаются "продуктом", а заявители – "клиентами", введение автоматизированной процедуры онлайн-лицензирования и получения информации о выдаче лицензий принесет пользу клиентам, если процесс принятия решения будет более быстрым, более понятным и прозрачным. Кроме того, извлечет выгоду и организация, осуществляющая управление использованием спектра, потому что ее персонал не будет вовлечен в процесс лицензирования до самого последнего этапа и будет освобожден для другой, менее рутинной, работы.

Возможности, предоставляемые системами е-лицензирования, могут включать простую информацию веб-сайта о типах лицензий, требований, размеров оплаты и электронных заявок. Более сложные системы могут предложить онлайн-лицензирование и оплату, как всесторонний набор диалоговых инструментальных средств поддержки (например, компьютерные программы прогнозирования распространения радиоволн и анализа помех) так, что претенденты могут их использовать, чтобы оценить доступные технические варианты и выбрать наиболее приемлемый тип разрешения, отвечающий их потребностям в области связи.

3.10.1 Простая система онлайн-лицензирования

Претенденту процесс получения лицензии может показаться чересчур сложным делом. Самые разные типы услуг требуют получения лицензий, при этом от заявителей требуется предоставление различных объемов, и понимание различных структур тарифов. Администрации, возможно, должны обеспечить понятные средства помощи претенденту, так доступный, хорошо разработанный, достаточно простой веб-сайт может оказать неоценимую помощь и освободить администрацию от установки намного более ресурсоемкого эквивалента в виде телефонной справочной службы. Этот тип онлайн-системы может быть также расширен, и давать возможность получать лицензии после электронной оплаты, например, для тех лицензий и разрешений, для получения которых требуется минимум административной информации от пользователя (имя, адрес, телефон и т. д.), и не требуется никакого технического анализа для подбора и присвоения частоты. Возможные варианты будут зависеть от национальной политики лицензирования, но, вообще, они были бы приемлемы для систем малой мощности, работающих на конкретных частотах, выбранных поставщиком оборудования, оператором, или автоматически при помощи специального оборудования. Другим вариантом может быть, например, быстрое проведение расчетов местоположения для мобильных земных станций, которым требуется одобрение местоположения для временной работы. Это часто требуется для операторов станций сбора новостей. Оператор может запросить географические координаты в интерактивном режиме, простая программа может проверить, находится ли это местоположение в области, где этот тип работы разрешается или совместим (например, вне области, которая требует защиты ЭМС), и может быть выдано временное разрешение.

3.10.2 Более сложная система онлайн-лицензирования

Некоторые администрации разрабатывают полностью интерактивные системы присвоения частот, которые позволяют претендентам вводить подробные сведения о заявляемой системе радиосвязи и интерактивно вносить изменения, исходя из результатов исследований различных доступных вариантов. Единственный предел, присущий таким средствам – это техническая способность претендента выдать правильные технические данные и способность правильно использовать интерактивный процесс. Несмотря на то, что некоторые претенденты могут иметь эти специальные знания, они могут также нанять консультантов, действующих от их имени.

3.10.3 Международная система онлайн-лицензирования

В то время как лицензирование для систем, работающих в пределах национальных территорий, будет всегда оставаться суверенным правом каждой администрации, постоянно растет число систем радиосвязи, которые в соответствии с соглашением между заинтересованными администрациями могут предоставлять услуги, не взирая на государственные границы. Пример этого – предоставление услуг спутниковой связи. Провайдер таких услуг часто встречается с ситуацией, когда в обслуживаемых им странах имеются существенные различия в процессах получения лицензий и в требованиях к заявкам. Некоторые администрации объединили усилия и создали единый пункт сбора заявлений, который собирает и посылает правильную информацию всем участвующим странам, автоматически корректируя заявку в соответствии с требованиями каждой страны. Такие пункты иногда называют "системой одного окна", и такие системы созданы региональными организациями СЕРТ (Европа) и СІТЕL (Америка).

3.10.4 Другие проблемы онлайн-лицензирования

Некоторые администрации ввели или рассматривают введение системы "вторичного рынка", которая позволяет конфиденциально арендовать, продавать или покупать спектр на рынке. Доступность онлайн-лицензирования, в особенности использование полностью интерактивных инструментальных средств управления использованием спектра, даст возможность пользователям пробовать для своих систем различные варианты и предоставить информацию для других пользователей, которые могут быть заинтересованы в продаже своего спектра.

3.11 Проблемы безопасности информации

Вопросы безопасности информации: коммерческой, государственной или личной, а также проблемы мошенничества при использовании электронной оплаты, являются проблемной областью, на которую администрация должна обратить особое внимание при проектировании систем управления использованием спектра (см. Главу 2.4 Справочника по компьютерным методам управления использованием спектра, Женева, 2005 г.).

Справочные документы

- BARE, S. V. [1990] EMBOWS nazemnyh i kosmicheskikh radiosluzhb (EMC in terrestrial and space radio services). *Radio i Sviaz*, p. 272.
- BYKHOVSKY, M. A., PASTUKH, S. Y., TIKHVINSKY, V. O. and KHARITONOV, N. I. [2002] Prinsipy postroeniya gosudarstvennoi avtomatizirovannoi sistemi upravleniya RCHS v Rossii (Principals of development of state automated spectrum management system in Russia). *Electrosviaiz*, **8**.
- DELFOUR, M. C. and DE COUVREUR, G. A. [1989] Interference-free assignment grids – Part II: Uniform and non-uniform strategies. *IEEE Trans. on Electromag. Compati.*, Vol. 31, **3**, p. 293-305.
- DOTOLEV, V. G., KRUTOVA, O. and SMOLITCH, L. I. [2003] Programni kompleks dlia upravleniya radiochastotnim spectrum v sluzbe veschaniya (Spectrum management software for broadcasting). *Electrosviaiz*, **7**.
- GAMST, A. [1982] Homogeneous Distribution of Frequencies in a Regular Hexagonal Cell System. *IEEE Tr.*, VT-31, **3**, p. 132-144.
- HALE, W. K. [1981] New spectrum management tools. Proc. of IEEE International Symposium on EMC, Boulder, Colorado, United States of America, p. 47-53.
- HUNT, K. J. [1984] Planning synthesis for VHF/FM broadcasting. *EBU Techn. Rev.*, **207**, p. 195-200.
- LEE, W. C. Y. [1989] *Mobile cellular telecommunications systems*. Mc Graw-Hill Book Company.
- O'LEARY, T. [1984] Planning considerations for the Second Session of the VHF/FM Planning Conference: the method of foremost priority. *EBU Techn. Rev.*, **207**, p. 190-194.
- PAVLIUK, A. P. [2000] Incentive radio license fee calculation model. ITU/BDT website at http://www.itu.int/ITU-D/tech/spectrum-management_monitoring/MODEL_FULL.pdf.
- STOCER, F. [1984] A computerised frequency assignment method based on the theory of graphs. *EBU Techn. Rev.*, **207**, p. 201-214.
- TOPCU, S., KOYMEN, H., ALTINTAS, A. and AKSUN, I. [2000] Propagation prediction and planning tools for digital and analog terrestrial broadcasting and land mobile services. Proc. of IEEE 50th Annual Broadcast Symposium, Virginia, United States of America.
- VASILIEV, A. V., KAGANER, M. B., RUBINSTEIN, G. P. and SABUROVA, Z. M. [1986] Avtomatizirovannaya sistema ekspertizy elektromagnitnoi sovmestivosti radioreleinyh linii, rabotajuschih v diapazone chastot 160 MHz (An automatic system for EMC examinations of microwave links operating at the frequency range of 160 MHz). *Trudy NIIR*, **4**.
- VIENNA AGREEMENT [30 June 2000] Agreement between the telecommunications authorities of Austria, Belgium, the Czech Republic, Germany, France, Hungary, the Netherlands, Croatia, Italy, Lithuania, Luxembourg, Poland, Romania, the Slovak Republic, Slovenia, and Switzerland, on the co-ordination of frequencies between 29.7 MHz and 43.5 GHz for fixed services and land mobile services. Vienna, 2000.

Библиография

ВУКНОВСКИЙ, М. А. [1993] Chastotnoye planirovanie sotovyh setie podvizhnoy svyazi (Frequency planning of mobile cellular systems). *Electrosviaiz*, **8**.

Документы МСЭ-R

- Рек. МСЭ-R BS.412 Стандарты планирования для ЧМ звукового радиовещания в диапазоне ОВЧ
- Рек. МСЭ-R BS.597 Разнос каналов для звукового радиовещания в диапазоне 7 (ВЧ)
- Рек. МСЭ-R BS.638 Термины и определения, используемые при планировании частот в звуковом радиовещании
- Рек. МСЭ-R BS.703 Характеристики АМ звуковых радиовещательных эталонных приемников для целей планирования
- Рек. МСЭ-R BS.704 Характеристики ЧМ звуковых радиовещательных эталонных приемников для целей планирования
- Рек. МСЭ-R BS.1615 Параметры планирования для цифрового звукового радиовещания на частотах ниже 30 МГц
- Рек. МСЭ-R BS.1660 Технические основы для планирования наземного цифрового звукового радиовещания в полосе ОВЧ
- Рек. МСЭ-R BT.417 Минимальные напряженности электромагнитного поля, для которых может быть обеспечена защита при планировании аналоговой наземной телевизионной службы
- Рек. МСЭ-R BT.804 Характеристики телевизионных приемников, необходимые для частотного планирования PAL/SECAM/NTSC телевизионных систем
- Рек. МСЭ-R BT.1125 Основные цели планирования и внедрения системы цифрового наземного телевизионного радиовещания
- Рек. МСЭ-R BT.1368 Критерии планирования для цифровых наземных телевизионных служб в полосах ОВЧ/УВЧ
- Рек. МСЭ-R F.382 Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем, действующих в полосах 2 и 4 ГГц
- Рек. МСЭ-R F.383 Планы размещения частот радиостолов для цифровых радиорелейных систем большой емкости, действующих в нижней части диапазона 6 ГГц
- Рек. МСЭ-R F.384 Планы размещения частот радиостолов для аналоговых или цифровых радиорелейных систем средней и большой пропускной способности, действующих в верхней части диапазона 6 ГГц
- Рек. МСЭ-R F.384 Планы размещения частот радиостолов для фиксированных беспроводных систем средней и большой пропускной способности, действующих в верхней части диапазона 6 ГГц

Рек. МСЭ-R F.385	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем, действующих в полосе 7 ГГц
Рек. МСЭ-R F.386	Планы размещения частот радиостолов для аналоговых или цифровых радиорелейных систем средней и большой пропускной способности, действующих в полосе 8 ГГц
Рек. МСЭ-R F.387	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем, действующих в полосе 11 ГГц
Рек. МСЭ-R F.497	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем, действующих в полосе частот 13 ГГц
Рек. МСЭ-R F.595	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем, действующих в полосе частот 18 ГГц
Рек. МСЭ-R F.635	Планы размещения частот радиостолов, основанные на однородном растре, для радиорелейных систем, действующих в диапазоне 4 ГГц
Рек. МСЭ-R F.636	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем, действующих в полосе 15 ГГц
Рек. МСЭ-R F.701	Радиочастотные планы для аналоговых и цифровых радиосистем точка-многоточие, работающих в полосах частот от 1350 до 2690 ГГц (1,5; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4 и 2,6 ГГц)
Рек. МСЭ-R F.746	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем
Рек. МСЭ-R F.747	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем, действующих в полосе 10 ГГц
Рек. МСЭ-R F.748	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем, действующих в полосах 25, 26 и 28 ГГц
Рек. МСЭ-R F.749	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем, действующих в полосе 38 ГГц
Рек. МСЭ-R F.1098	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем в полосе 1900–2300 МГц
Рек. МСЭ-R F.1099	Планы размещения частот радиостолов для цифровых радиорелейных систем с большой пропускной способностью, действующих в полосе 5 ГГц (4400–5000 МГц)
Рек. МСЭ-R F.1242	Планы размещения частот радиостолов для цифровых радиорелейных систем, действующих в диапазоне 1350–1530 МГц
Рек. МСЭ-R F.1243	Планы размещения частот радиостолов для цифровых радиорелейных систем, действующих в диапазоне 2290–2670 МГц

Рек. МСЭ-R F.1337	Распределение частот для адаптивных радиосистем и сетей, использующих ЧМ несущей для непрямого зондирования
Рек. МСЭ-R F.1496	Планы размещения частот радиостолов для радиорелейных систем фиксированной службы, действующих в полосе частот 51,4–52,6 ГГц
Рек. МСЭ-R F.1497	Планы размещения частот радиостолов для систем фиксированной службы, действующих в полосе частот 55,78–59 ГГц
Рек. МСЭ-R F.1520	Частотные планы для фиксированных беспроводных систем, действующих в полосе частот 31,8–33,4 ГГц
Рек. МСЭ-R F.1567	Планы размещения частот радиостолов для цифровых систем фиксированной службы, действующих в полосе частот 406,1–450 МГц
Рек. МСЭ-R F.1568	Планы размещения радиочастотных блоков для фиксированных беспроводных систем доступа, действующих в полосе частот в диапазоне 10,15–10,3/10,5–10,65 ГГц
Рек. МСЭ-R M.1036	Частотные планы для наземного сегмента Международной системы подвижной электросвязи 2000 г. (ИМТ-2000) в полосах 806–960 МГц, 1710–2025 МГц, 2110–2200 МГц и 2500–2690 МГц
Рек. МСЭ-R M.1090	Частотные планы для спутниковой передачи "один канал на несущую" (SCPC) с использованием нелинейных ретрансляторов в подвижной спутниковой службе
Рек. МСЭ-R M.1390	Методика для вычисления наземных приложений ИМТ-2000
Рек. МСЭ-R M.1391	Методика для вычисления потребностей в спектре для спутниковых радио интерфейсов ИМТ-2000
Рек. МСЭ-R SM.669	Исследования защитных отношений совместного использования спектра
Рек. МСЭ-R SM.1049	Метод управления использованием спектра, который должен применяться для присвоения частот для наземных служб в пограничных областях
Рек. МСЭ-R SM.1413	Словарь данных радиосвязи для заявления и координации
Рек. МСЭ-R SM.1599	Определение географического и частотного распределения фактора использования спектра для целей частотного планирования
Рек. МСЭ-R VO.633	Планирование орбиты и частот для радиовещательной спутниковой службы
Рек. МСЭ-R VO.634	Измеренные защитные отношения от помех для планирования систем телевизионного радиовещания
Рек. МСЭ-R VO.811	Элементы планирования, включая используемые в определении Планов распределения частот и орбитальных позиций для радиовещательной спутниковой службы в полосе 12 ГГц

Рек. МСЭ-R ВО.812	Компьютерные программы для планирования радиовещательной спутниковой службы в полосе 12 ГГц
Рек. МСЭ-R ВО.814	Факторы, которые должны быть учтены при выборе поляризации для планирования радиовещательной спутниковой службы
Рек. МСЭ-R BS.944	Теоретическое планирование сети
Рек. МСЭ-R BS.946	Ограничения при планировании частот в звуковом радиовещании с ЧМ в диапазоне 8 (ОВЧ)
Рек. МСЭ-R ВТ.485	Вклад в планирование радиовещательных служб
Рек. МСЭ-R М. 319	Характеристики оборудования и принципы управления присвоением частотных каналов в диапазоне от 25 до 100 МГц для сухопутной подвижной службы
Рек. МСЭ-R М. 908	Канальные требования для цифровой системы избирательного вызова

ГЛАВА 4

МОНИТОРИНГ СПЕКТРА, ИНСПЕКЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ И ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРА

Содержание

	Стр.
4.1 Введение.....	103
4.2 Мониторинг спектра как составляющая процесса управления использованием спектра.....	103
4.3 Инспекционный контроль и расследование помеховых ситуаций, как составные элементы процесса управления использованием спектра.....	105
ЧАСТЬ А – Мониторинг спектра.....	106
4.4 Мониторинг частотных присвоений с целью содействия работам по присвоению частот.....	106
4.5 Мониторинг для определения загруженности спектра	108
4.6 Мониторинг соответствия национальным правилам и регламентам.....	110
4.6.1 Обнаружение и идентификация несанкционированных излучений	110
4.6.2 Проверка технических и эксплуатационных параметров	110
4.7 Использование средств мониторинга для определения источника и устранения помех	111
4.8 Средства мониторинга	111
4.8.1 Технические средства для диапазонов ниже 30 МГц	111
4.8.2 Технические средства для диапазонов выше 30 МГц.....	111
4.8.3 Радиоконтроль космической связи	112
4.9 Автоматизация мониторинга	114
4.9.1 Автоматизация плановых измерений	114
4.9.2 Оборудование для автоматизации радиоконтроля.....	114
4.9.3 Программное обеспечение ЭВМ для автоматизации	116
4.10 Интеграция подсистем мониторинга с автоматизированными системами управления использованием спектра.....	117
4.10.1 Автоматическое обнаружение нарушений	117
4.10.2 Удаленный доступ к ресурсам системы.....	117

	Стр.
ЧАСТЬ В – Инспекционный контроль и расследование случаев помех	118
4.11 Инспекционный контроль и проверка соответствия национальным нормам и правилам	118
4.12 Проверка технических и эксплуатационных параметров	118
4.13 Обнаружение и идентификация неразрешенных излучений	119
4.14 Инспекционный контроль с целью обнаружения источника и устранения помехи.....	120
4.15 Расследования с целью определения источника помех и их устранения	120
4.16 Оборудование для инспекционного контроля.....	120
4.17 Оборудование для проведения расследований	121
4.18 Удаленный доступ к ресурсам системы.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 К ГЛАВЕ 4 – Соглашение о службе радиомониторинга. Аргентина: новаторское решение	122
1 Введение.....	122
2 Объявление международных тендеров	122
3 Внедрение	124
4 Заключение	125
Справочные документы	127
Библиография	127

4.1 Введение

Радиосвязь стала весьма бурно развивающейся частью телекоммуникационной инфраструктуры и, следовательно, экономики страны, вследствие чего особую важность приобретают экономические методы управления использованием спектра и управления использованием спектра на национальном уровне. Эти методы повышают экономическую, техническую и административную эффективность, а также вселяют уверенность в том, что радиослужбы могут работать, не создавая взаимных помех.

Теоретического планирования уже не достаточно. Для принятия решений о распределении частот и для их присвоения требуются знания о фактическом использовании спектра.

Мониторинг поддерживает процесс общего управления использованием спектра, предоставляя информацию о его фактическом использовании на основании данных измерений, степени загрузки каналов и полос радиочастот, а также данных о статистике доступности каналов и эффективности методов управления использованием спектра.

Важными составными элементами системы управления использованием спектра являются инспекционный контроль и исследования. Инспекционный контроль новых передатчиков до их ввода в эксплуатацию, выключение передатчиков, работающих без разрешений, и устранение помех также необходимы для обеспечения возможности использования свободного от помех спектрального ресурса.

В рамках обсуждения процесса управления использованием спектра мониторинг, инспекционный контроль и расследование помеховых ситуаций рассматриваются в настоящей Главе в двух частях: в Части А – мониторинг спектра, в Части В – инспекционный контроль и исследования спектра. Современные решения представлены в Приложении 1 к настоящей Главе.

4.2 Мониторинг спектра как составляющая процесса управления использованием спектра

Мониторинг спектра – глаза и уши процесса управления использованием спектра. Он абсолютно необходим на практике, поскольку в реальном мире наличие разрешения на использование спектра вовсе не означает, что спектр используется так, как предполагалось. Причиной этого может быть сложность оборудования, его взаимодействие с другим оборудованием, выход оборудования из строя или его умышленное ненадлежащее использование. Эта проблема становится еще более острой из-за все большего распространения беспроводных наземных и спутниковых систем связи, а также компьютеров и другого оборудования, способного создавать неумышленные помехи. Системы мониторинга обеспечивают способ проверки и "замыкают петлю обратной связи" процесса управления использованием спектра.

Спектр используется 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, каждую неделю года, на местном, региональном или глобальном уровне. Это значит, что и мониторинг спектра следует проводить непрерывно, если стоит задача достичь цели мониторинга.

В зависимости от наличия ресурсов следует принять решение о выделяемых для выполнения каждой из задач мониторинга средствах. Развивающимся странам особенно рекомендуется участвовать в этом процессе, используя имеющиеся людские и технические ресурсы.

На национальном уровне необходимо определить приоритеты службы мониторинга, причем кроме решения национальных задач возможно международное сотрудничество в области мониторинга как, например, в ходе подготовки к Всемирным конференциям по радиосвязи.

Целью мониторинга спектра является поддержка общего процесса управления использованием спектра, включая присвоение частот, планирование использования спектра и меры, направленные на обеспечение выполнения принятых решений. Конкретные цели мониторинга (не обязательно по порядку приоритета) следующие:

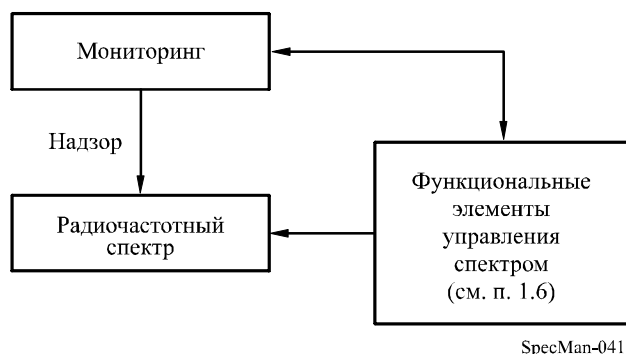
- предоставление администрации, ответственной за управление использованием электромагнитного спектра, полноценной информации о фактическом использовании частот и полос частот (например, о занятости каналов или чрезмерной загруженности диапазонов), проверка соответствия технических и эксплуатационных характеристик передаваемых сигналов, обнаружение и идентификация несанкционированных передатчиков, а также создание и проверка записей о присвоении частот;
- содействие в устранении радиопомех на местном, региональном или глобальном уровне для того, чтобы радиослужбы и станции могли работать совместно, минимизация ресурсов, требуемых для создания и эксплуатации этих служб электросвязи, обеспечивая тем самым экономическую выгоду инфраструктуре страны путем предоставления возможности использования свободных от помех услуг электросвязи;
- содействие в проверке приемлемости качества приема широкой публикой радио и телевизионных сигналов;
- предоставление полноценной информации по результатам мониторинга для программ, проводимых Бюро радиосвязи МСЭ, например, для подготовки отчетов для Конференций радиосвязи, для подготовки обращений к администрациям с просьбой устранить вредные помехи или внеполосные излучения, а также помощь администрациям в подборе подходящих частот.

Мониторинг помогает определить будущие потребности в спектре.

В упрощенном виде роль мониторинга в процессе управления использованием спектра показана на рис. 4.1.

РИСУНОК 4-1

Мониторинг в процессе управления использованием спектра



Примечание 1. – Спектр используется для всех видов радиоизлучений. Элементы управления использованием спектра (например, распределение полос радиочастот, присвоение частот, выдача лицензий, надзор за исполнением установленных требований) имеют первостепенное значение для рационального и эффективного использования радиочастотного спектра. Национальные органы управления устанавливают правила использования радиочастотного спектра с помощью присвоения частот, определения правил получения лицензий и т. п.

Примечание 2. – Служба мониторинга осуществляет наблюдение за использованием спектра, а операторы службы мониторинга обязаны проводить сравнение соответствия фактического использования радиочастотного спектра правилам, установленным системой управления использованием спектра.

Примечание 3. – При наблюдении за использованием радиочастотного спектра служба мониторинга может также предоставить в другие службы управления использованием спектра информацию о (существующих на сегодняшний день) случаях непредусмотренного использования спектра. При проведении службой управления использованием спектра натурных испытаний по использованию частот новыми радиослужбами еще до разработки политики (правил) в отношении использования ими спектра, служба мониторинга может осуществлять наблюдение за ходом испытаний и давать необходимые рекомендации.

Примечание 4. – Служба мониторинга может обращаться непосредственно к пользователям спектра в случае возникновения взаимных помех или технического нарушения национальных (или международных) правил использования спектра. Операторы службы мониторинга могут давать рекомендации пользователям для предотвращения взаимных помех и т. п. Эта деятельность называется надзорной.

4.3 Инспекционный контроль и расследование помеховых ситуаций, как составные элементы процесса управления использованием спектра

Эффективное управление использованием спектра зависит от возможности соответствующих органов управлять использованием спектра посредством надзора за соблюдением установленных правил. Такое управление основано, в первую очередь, на данных инспекционного контроля и расследований помеховых ситуаций, являющихся частью надзорных функций. Однако целью инспекционного контроля и расследования помеховых ситуаций является интенсификация процесса управления использованием спектра. Это непосредственно способствует достижению целей управления использованием спектра и его использованию.

Одновременно с правом присвоения частот возникает неотъемлемое право по их согласованию. Для осуществления функций надзора за соблюдением национальных и международных норм и регламентов использования спектра требуется создание специального мобильного подразделения, оснащенного инспекционным оборудованием. Оно тесно взаимодействует с подразделениями мониторинга и выдачи лицензий в части сбора информации, причем каждое подразделение вносит вклад в сбор статистических данных и анализ информации для органа по разработке политики управления использованием спектра. Чрезвычайно важна также и роль подразделения, занимающегося расследованием помеховых ситуаций. Весьма важным является устранение несанкционированного излучения и возможность применения соответствующих санкций в отношении производящего его оборудования, особенно в случаях, когда часть спектра выделена операторам сетей общего пользования, инвестирующим значительные средства для предоставления услуг населению.

Функции подразделений инспекционного контроля и расследования помеховых ситуаций (также и по данным мониторинга) могут включать:

- расследование жалоб на возникновение помех;
- расследование случаев незаконной работы радиостанций или работы с нарушением условий выданных лицензий;
- выдачу рекомендаций о мерах по приведению параметров передачи в соответствие с имеющейся лицензией и другими нормативными требованиями;
- сбор информации для судебного расследования и содействие правоохранительным органам в конфискации незаконного оборудования;
- подтверждение соответствия действий операторов радиостанций национальным и международным нормам;
- проведение измерений характеристик передатчиков, например, выходной мощности, искажений и т. п.

ЧАСТЬ А

Мониторинг спектра

4.4 Мониторинг частотных присвоений с целью содействия работам по присвоению частот

Мониторинг спектра оказывает неоценимую помощь в работе всей системы управления использованием спектра, предоставляя данные измерений об использовании каналов и диапазонов (подробнее рассматривается в п. 4.5), включая статистические данные о доступности каналов. Эта информация используется при подборе и присвоении частот, а также позволяет контролировать эффективность этого процесса. Мониторинг полезен для планирования тем, что он помогает регуляторам использования спектра в оценке степени загруженности участков спектра и сопоставлении новых присвоений со сделанными ранее и внесенными в базы данных. На мониторинг возлагаются следующие специфические функции, позволяющие упростить процесс присвоения частот.

Для упрощения присвоения новых частот и планирования: Данные, содержащиеся в лицензии, могут использоваться для прогнозирования с определенной точностью степени загрузки спектра. Точность

прогнозирования зависит от совершенства используемой модели и точности данных. С ростом объема применения радиосвязи данные текущих наблюдений оказываются недостаточными для выявления наименее используемых каналов. Свежие данные мониторинга из географической области, для которой рассматривается вопрос присвоения предложенных частот, оказываются неопределимыми для определения частоты, наиболее подходящей для нового присвоения.

Для упрощения совместного использования: Спрос на ресурсы спектра сегодня таков, что совместное использование частот различными службами предполагается изначально, за исключением ограниченного числа особых случаев. Некоторые типы служб очевидно несовместимы, однако зачастую для определения границы и степени действительной совместимости требуется проведение натуральных испытаний. При проведении таких испытаний служба мониторинга должна предоставить информацию об относительных уровнях сигналов, что существенно упрощает анализ качества работы системы с точки зрения пользователя.

Для разработки более совершенных моделей расчета ЭМС: При анализе использования спектра служба мониторинга имеет возможность сравнивать получаемые результаты с результатами используемых моделей расчета ЭМС. При необходимости, результатом такого сравнения может стать уточнение модели.

Данные мониторинга могут быть непригодны к использованию для всех присвоений частот. Для тех территорий страны, где спектр используется недостаточно интенсивно, вполне достаточно результатов моделирования на основе разрешительных данных. Данные мониторинга, полученные на более загруженных территориях, могут быть сопоставлены со значениями, полученными в ходе анализа, а результаты использованы для определения несообразных разрешительных данных или для усовершенствования аналитического метода с целью приведения его в соответствие с реальной ситуацией. Таким образом, область применения метода может быть расширена, а действия по мониторингу применены там, где они больше всего нужны.

Для проверки записей базы данных и внесения корректив: Точность и актуальность баз данных управления использованием спектра представляют особый интерес. Данные мониторинга могут использоваться для проверки точности содержимого баз данных и его соответствия современной ситуации. К тому же, возможность использования мониторинга для контроля баз данных способствует созданию дополнительных стимулов для поддержания точности и актуальности хранящейся в ней информации.

Для обнаружения эффектов аномального распространения радиоволн: Диапазоны ОВЧ и УВЧ подвержены влиянию эффектов аномального распространения радиоволн. Наличие областей высокого атмосферного давления над водными поверхностями, разделяющими две страны, могут приводить к образованию атмосферного волновода. Области ионосферы с необычно высокой степенью ионизации также часто вызывают возникновение эффектов аномального распространения, например, спорадического E-распространения. В результате возникают помехи от удаленных служб, которые обычно при координации частотных присвоений считаются расположенными слишком далеко для учета их влияния. Эти эффекты обычно являются временными, и, поскольку статистических данных о них нет, только средствами мониторинга можно оценить необходимость их учета для конкретной службы. Наиболее вероятна ситуация, когда нескольких удаленных передатчиков мешает работе только небольшого числа служб. Подходящим средством борьбы в таком случае является сбор данных мониторинга, которые окажут неоценимую помощь в определении источника проблемы.

Для международной и региональной координации: Мониторинг полезен для получения технической информации, используемой в процессе международной координации на двусторонней или многосторонней основе, например, при прогнозировании распространения сигналов коротковолновых радиовещательных станций.

4.5 Мониторинг для определения загруженности спектра

Успешное управление использованием спектра возможно только в том случае, когда планирующие органы обладают исчерпывающей информацией о текущем использовании спектра и тенденциях изменений спроса. Данные о перспективных пользователях, а также о соискателях новых и о продлении существующих разрешений говорят лишь о том, как ведется санкционированное использование спектра, но не обязательно дают достоверную информацию о том, действительно ли данная частота используется. Таким образом, диапазон, представляющийся занятым на основе данных о частотных присвоениях, фактически может быть или не быть занятым.

Следует позаботиться об оценке диапазонов частот, используемых для чрезвычайных и экстренных видов связи. Поскольку для таких видов связи необходим частотный ресурс, заполнение спектра должно быть невысоким.

При планировании спектра и разработке политики его использования важно знать степень загруженности различных выделяемых диапазонов. Можно ожидать, что спрос на услуги подвижной радиосвязи для такси, курьерских и других бытовых служб будет продолжать расти, концентрируясь в крупных городах. Можно также ожидать, что спрос на услуги сотовой телефонии также будет продолжать расти. Планирование с целью обеспечения доступности более широких полос частот, например, за счет перемещения фиксированных служб в более высокие частоты – это чрезвычайно долгий процесс. Своевременное предостережение о такой необходимости позволит избежать ситуаций, когда выдача новых разрешений оказывается невозможной или избежать снижения качества услуг до неприемлемого уровня.

В справочных целях для каждой из затронутых служб необходимо установить стандарты, определяющие связь между степенью занятости каналов и воспринимаемым качеством работы службы.

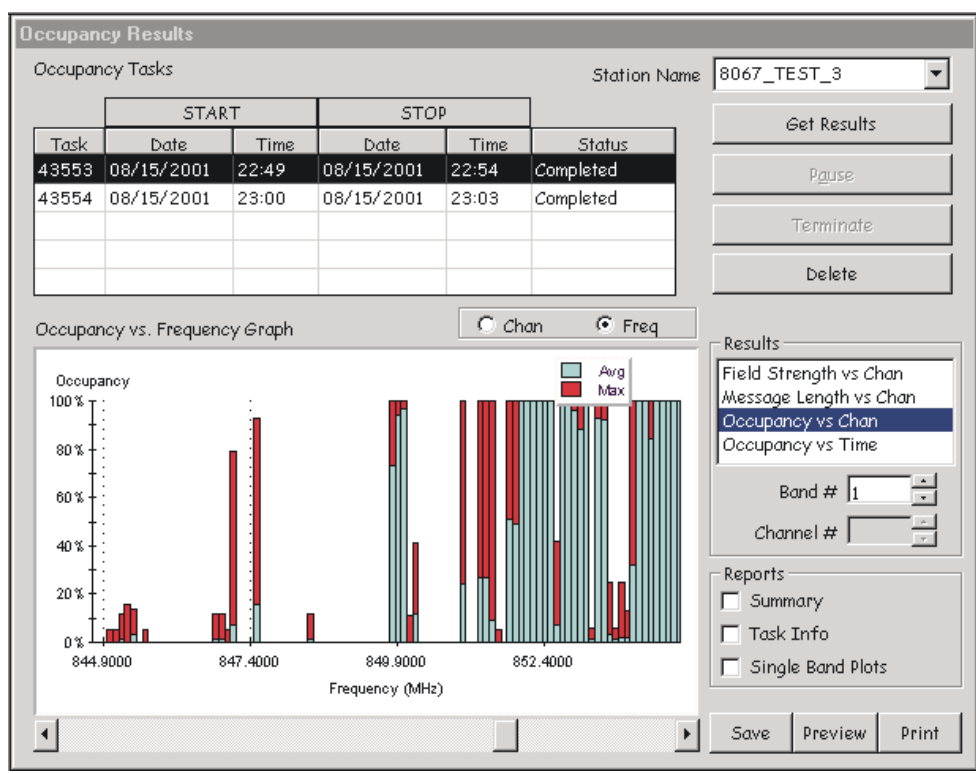
Современный приемник, сканирующий заданные диапазоны и определяющий степень занятости каждого канала, может быстро получить картину использования диапазона. Последующий анализ этих данных покажет долю времени, в течение которого каждый канал занят, а также покажет степень занятости всего диапазона.

Для упрощения восприятия пользователем данные могут быть отображены графически. Существует множество методов представления результатов. На рисунке 4.2 показаны результаты, полученные для частотного диапазона сотовой телефонии (в порядке возрастания частоты) с указанием степени занятости каждого канала, выраженной в процентах. Каналы обычно обозначаются номиналом частоты или номером, а степень занятости может указываться в терминах средней или максимальной занятости. Другие варианты отображения могут представлять данные, отсортированные по степени занятости, по частоте или номеру канала, для создания у пользователя более четкого представления о числе каналов с различной степенью занятости, а также отображать отношение между данными для часов наибольшей нагрузки и среднесуточными значениями. Для представления числа каналов по степени их занятости в процентах могут использоваться столбчатые или секторные диаграммы.

Поскольку эти различные методы отображения данных могут иллюстрировать различные аспекты загрузки каналов, они могут быть использованы только как обобщенные данные о средних уровнях и степени равномерности загрузки диапазона. Более подробные результаты следует представлять в форме таблиц, позволяющих легко отыскать точные данные. Еще лучше представлять информацию в цифровом виде для ЭВМ, непосредственно используемых при присвоении частот и как средства управления.

РИСУНОК 4.2

Пример отображения степени занятости каналов – диапазон сотовой телефонии



SpecMan-042

Кроме проверок соответствия использования сделанным назначениям данные мониторинга можно использовать для иных задач управления использованием спектра.

С появлением новых доступных расчетных методов оценки использования спектра (см. Главу 3) и возможности использования результатов их применения для частотного планирования, роль мониторинга может быть значительно расширена вплоть до использования его в качестве нового эффективного механизма управления использованием спектра. Это новое применение возможно в соединении с более точной (основанной на результатах измерений) обработкой основных данных для расчета степени использования спектра. Среди основных данных, необходимых для получения численной оценки использования спектра: защитное отношение сигнал-помеха и величина необходимого частотного и пространственного разнесения между радиостанциями (в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1050 "Задачи службы мониторинга"). Для этого необходимо регулярное проведение операций мониторинга, систематическое накопление полученной информации в базах данных системы управления использованием спектра.

4.6 Мониторинг соответствия национальным правилам и регламентам

Обязанности по надзору, которые возложены на орган, осуществляющий регулирование использования спектра, включают обнаружение передач, не соответствующих национальным правилам и нормам, как по причине отсутствия разрешения на передачу, так и по причине технических дефектов. Существует множество причин для осуществления этой деятельности:

- несанкционированное или не соответствующее техническим требованиям излучение ухудшает качество услуг, предоставляемых другим пользователям, создавая им помехи;
- несанкционированное излучение является причиной уменьшения доходов администрации от выдачи лицензий и служит плохим примером для других пользователей, обратившихся за получением лицензии;
- планирование может эффективно осуществляться только в известных и координируемых условиях.

Пределы, в которых выполняются расследования по жалобам и профилактическая надзорная работа по выявлению нарушений административных актов, сильно зависят от административной политики и суммарных затрат. Помимо стоимости работы службы надзора, существуют также и затраты рабочего времени отделов планирования и частотных присвоений, которые должны учитываться вместе с затратами, пользователей, имеющих разрешения на работу. Аналогично, равновесие в применении административных или технических методов и обращений в судебные инстанции для прекращения несанкционированного использования передатчиков также определяется местной политикой или практикой судопроизводства. При оказании существенного содействия может быть выплачено соответствующее возмещение затрат.

Значительная часть работ по проверке соответствия национальным правилам и регламентам может быть автоматизирована, как описано в п. 4.10.1.

Деятельность по мониторингу соответствия национальным правилам и нормам состоит в обнаружении и идентификации несанкционированных излучений и проверке технических и эксплуатационных параметров.

4.6.1 Обнаружение и идентификация несанкционированных излучений

Мониторинг спектра позволяет обнаруживать присутствие несанкционированных передатчиков, которые могут создавать помехи, и не приносят дохода в виде платы за лицензию. Необходимо иметь возможность выявлять и идентифицировать несанкционированные излучения, подпадающие под подозрение как источник помех. Однако может оказаться затруднительным отделить несанкционированные сигналы от санкционированных, когда они совместно используют один и тот же, часто весьма загруженный, диапазон частот. Средствами мониторинга можно также обнаруживать источники непреднамеренных излучений.

4.6.2 Проверка технических и эксплуатационных параметров

Мониторинг используется для получения подробной информации о технических и эксплуатационных характеристиках радиосистем. Обычно мониторинг предусматривает измерения частоты, мощности и спектра сигнала, излучаемого передатчиком. В особых случаях можно проверить соответствие характеристик выданной лицензии, а результаты измерений использовать для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) или при анализе помех. В отдельных случаях, такие проверки включают в себя не только мониторинг, но и инспекционный контроль непосредственно на действующем объекте, как описано в Части В настоящей Главы.

4.7 Использование средств мониторинга для определения источника и устранения помех

При рассмотрении жалоб на взаимные помехи часто используются возможности мониторинга органа управления использованием спектра. В большинстве случаев оператор радиоприемного оборудования не в состоянии определить источник помех радиоприему. Следовательно, жалобы на помехи зачастую потребуют действий со стороны регуляторов использования спектра, позволяющих обнаружить источник помех. В тех случаях, когда известна подверженная помехам частота приема и когда служба надзора работает совместно с потерпевшей стороной, для обнаружения и пеленгации источника помех зачастую используются радиопеленгаторы и аппаратура самонаведения.

С ростом загрузки спектра пользователей все менее и менее устраивает качество доступных услуг. За счет возможности вести мониторинг в областях, где число жалоб наиболее велико, можно выяснить настоящую причину существующей проблемы и отыскивать способы ее решения. Данные мониторинга могут также оказаться полезными в деле доказательства или опровержения заявлений о воздействии помех.

4.8 Средства мониторинга

Выбираемые каждой администрацией технические средства мониторинга могут значительно отличаться друг от друга, в настоящем кратком резюме лишь делается попытка выделить основные технические средства, представляющие интерес для управления использованием спектра (более подробно – см. Справочник МСЭ-R по радиоконтролю). Эти средства могут быть как фиксированными, так и подвижными. Подвижные технические средства могут оказаться более экономичными, особенно для высокочастотных диапазонов. Обладая компактными размерами и низким энергопотреблением, современные подвижные станции могут приближаться по своим возможностям к фиксированным при выполнении аналогичных функций.

4.8.1 Технические средства для диапазонов ниже 30 МГц

Если имеется потребность мониторинга радиочастотного спектра на частотах ниже 30 МГц, например, в случае, когда администрация несет ответственность за работу ВЧ передатчиков, и в силу особенностей распространения радиоволн на частотах ниже 30 МГц, администрации понадобится хотя бы один стационарный комплект технических средств. Для радиопеленгации в диапазоне ВЧ необходимо не менее трех стационарных комплектов оборудования, которые могут использоваться совместно с другими администрациями. Основное оборудование таких комплектов рассматривается в п. 4.9.2.

Мобильное или возимое оборудование может быть весьма полезным при решении на местном уровне проблем, связанных с возникновением помех. Основное требование для этого – наличие поверенных измерительного приемника и антенны для выполнения измерений напряженности поля, анализатора спектра или комбинированного устройства, как указано в п. 4.9.2. Эти средства могут входить в состав органа управления использованием спектра или надзорного подразделения.

С целью сокращения затрат на стационарные средства администрации могут предусмотреть возможность их совместного использования. Этот способ особенно рекомендуется для тех географических областей, где отсутствуют средства радиоконтроля ВЧ диапазона.

4.8.2 Технические средства для диапазонов выше 30 МГц

Выбор необходимых средств мониторинга для этих частотных диапазонов зависит от дальности распространения радиоволн и целей мониторинга. Дальность распространения радиоволн зависит от высот подвеса антенн и наличия препятствий, например, гор или городских построек. Как правило, дальность составляет несколько десятков километров.

Задачи мониторинга можно разделить на три больших категории:

- проведение локальных наблюдений или измерений в течение ограниченного периода времени обычно с конкретной целью, например, осуществления надзора;
- выполнение измерений в центральной части плотно заселенных территорий для получения статистических данных об использовании или занятости частотного ресурса;
- широкомасштабные или почти постоянные наблюдения на обширных территориях для получения статистических данных об общей занятости спектра и принятия на их основе решений по управлению использованием спектра.

Множество видов радиоконтрольного оборудования, работающего в диапазонах выше 30 МГц, используется в мобильном или возимом варианте. В городских условиях также широко используются стационарные системы.

Типовые подвижные или возимые системы используются для поиска и пеленгации сигнала или для измерения занятости спектра, и содержат антенну и другое оборудование, описываемое в п. 4.9.2.

Подвижная или возимая система обычно включает в свой состав устройства пеленгации, записи голоса и анализа спектра. Подобная система может также быть использована для мониторинга фиксированных линий связи, включая транкинговые системы. Технические средства мониторинга фиксированных каналов и многоканальных систем могут также применяться тогда, когда уровень занятости многоканальных связей становится объектом внимания службы мониторинга.

Мобильные и возимые системы могут оставаться на интересующей территории достаточно долгое время (неделями или дольше). Собранные данные могут храниться на станции радиоконтроля, либо передаваться с удаленного пункта с использованием модемов по коммутируемым линиям телефонной сети. В некоторых случаях, чтобы удовлетворить требованиям долгосрочного мониторинга, может быть организован стационарный удаленный пункт. Если в нескольких регионах наблюдается особо высокая интенсивность использования, организация удаленных пунктов мониторинга может оказаться очень полезной. Желательно расширить зону охвата стационарного мониторинга на большую часть территории страны.

Комплект подвижных или возимых технических средств должен иметь в составе приемники, осуществляющие в нормальном режиме сканирование соответствующих диапазонов, причем данные о занятости записываются в память локальной ЭВМ или контроллера, имеющих канал связи с центром управления по выделенной или коммутируемой линии. По усмотрению администрации, в состав технических средств могут быть включены средства демодуляции и радиопеленгации излучений. В центре управления появляется возможность идентифицировать излучения и проверить их по национальным архивам, а деятельность мобильных ресурсов ориентировать на территории, представляющие особенный интерес. Создание таких технических средств, особенно если они должны охватывать большую часть территории страны, наряду со значительными затратами требует серьезного планирования и оценки выгоды от их использования. Тем не менее, многие страны вступают на этот путь, пытаясь управлять постоянно растущей нагрузкой в диапазонах, отведенных для предоставления услуг мобильной связи.

4.8.3 Радиоконтроль космической связи

Служба радиоконтроля, ответственная за исполнение государственных законов и правил, и участвующая в международном мониторинге в соответствии со Статьей 16 РР, может контролировать излучения космических станций в качестве нормального и необходимого дополнения к обычным задачам радиоконтроля.

В принципе, задачи, выполняемые станцией радиоконтроля космических служб, отличаются от задач станции радиоконтроля наземных служб только определением положения спутника или орбитальных характеристик. Однако для выполнения этих задач требуется более сложное измерительное оборудование, как, например, более сложные антенные системы. Необходимы также другие методики мониторинга и проведения измерений. Это вызвано тем, что космическая станция расположена на борту спутника в космическом пространстве, и, поэтому, ее положение может зависеть от времени. Важнейшим условием проведения любых наблюдений и измерений для спутниковых станций является знание орбитальных характеристик спутника.

Следует использовать оба метода измерений, а для различения полученных результатов – разные термины: "наземный мониторинг" и "космический мониторинг", а также термин "станция мониторинга для космических радиослужб". Можно отметить следующие функции такой станции:

- регулярное и систематическое наблюдение за использованием радиочастотного спектра с целью обнаружения и идентификации излучений космических станций;
- вычисление занятости и процента использования транспондеров или передатчиков космической станции;
- измерение и регистрация характеристик излучений космической станции;
- исследование и устранение вредных помех, вызываемых излучением космической станции – по возможности, совместно с наземными станциями радиоконтроля и другими станциями мониторинга космических служб;
- исследование и устранение вредных помех на частотах, используемых космической станцией, от наземных станций, неизвестных земных станций спутниковой связи или других спутниковых станций, путем наблюдения и измерения характеристик транспондера, а также сигнала помехи тем же способом, что и излучения законно работающей космической станции;
- подтверждение точек стояния на геостационарной орбите или параметров других орбит;
- выполнение измерений и регистрации результатов для технических и научных целей;
- обнаружение несанкционированного использования транспондеров и идентификация источника; а также
- использование специальных космических методов для определения местоположения источника излучения на Земле.

Если требуется проводить наблюдения за всеми типами космических аппаратов, необходимо, чтобы антенная система была пригодна для слежения за низкоорбитальными спутниками и спутниками на эксцентрических орбитах, а также могла быть точно ориентирована на любой геостационарный спутник в видимом сегменте небосвода.

Существует ряд факторов, влияющих на указанные возможности, которые должны быть учтены при определении стоимости: перекрываемый диапазон частот, чувствительность системы, скорость поворота антенны, точность наведения антенны, простота смены облучателя антенны при необходимости, полоса пропускания приемника, совершенство инструментария для анализа сигнала и степени автоматизации процесса измерения. Например, идеальной была бы сложная, с высокой степенью автоматизации система мониторинга космических аппаратов с непрерывным перекрытием спектра в диапазоне 1–60 ГГц и имеющая чувствительность, достаточную для получения отношения

сигнал/помеха не менее 26 дБ для любых интересующих сигналов. Однако быстро становится очевидным, например, что с увеличением чувствительности на несколько децибел стоимость растет почти экспоненциально. Каждая администрация должна, таким образом, проанализировать свои приоритеты и внутренние потребности по управлению использованием спектра и принять решение по оснащению служб космического мониторинга.

4.9 Автоматизация мониторинга

Системы радиоконтроля должны быть, по возможности, автоматизированы (см. Рекомендацию МСЭ-R SM.1537). Автоматизация с применением ЭВМ, современной архитектуры клиент/сервер и средств дальней связи позволяет упростить выполнение многих задач и обязанностей администраций, управляющих использованием радиочастотного спектра. Компьютерное оборудование дает возможность более быстро и точно выполнять повседневные или утомительные измерения, высвобождая персонал для анализа данных и других более сложных задач.

4.9.1 Автоматизация плановых измерений

Измерения, которые МСЭ рекомендует выполнять в процессе мониторинга, являются, в значительной степени, повторяющимися задачами, поддающимися автоматизации. Эти задачи включают измерение характеристик сигнала (частоты, уровня и напряженности поля, ширины полосы излучения и параметров модуляции сигнала), определение загруженности спектра и радиопеленгацию. Анализ сигнала и идентификация станции (по местоположению или результатам анализа сигнала) могут быть в значительной степени автоматизированы. Статистический характер использования спектра поддается автоматизированному анализу. Результаты автоматических измерений регистрируются в базе данных измерений для доступа и использования операторами.

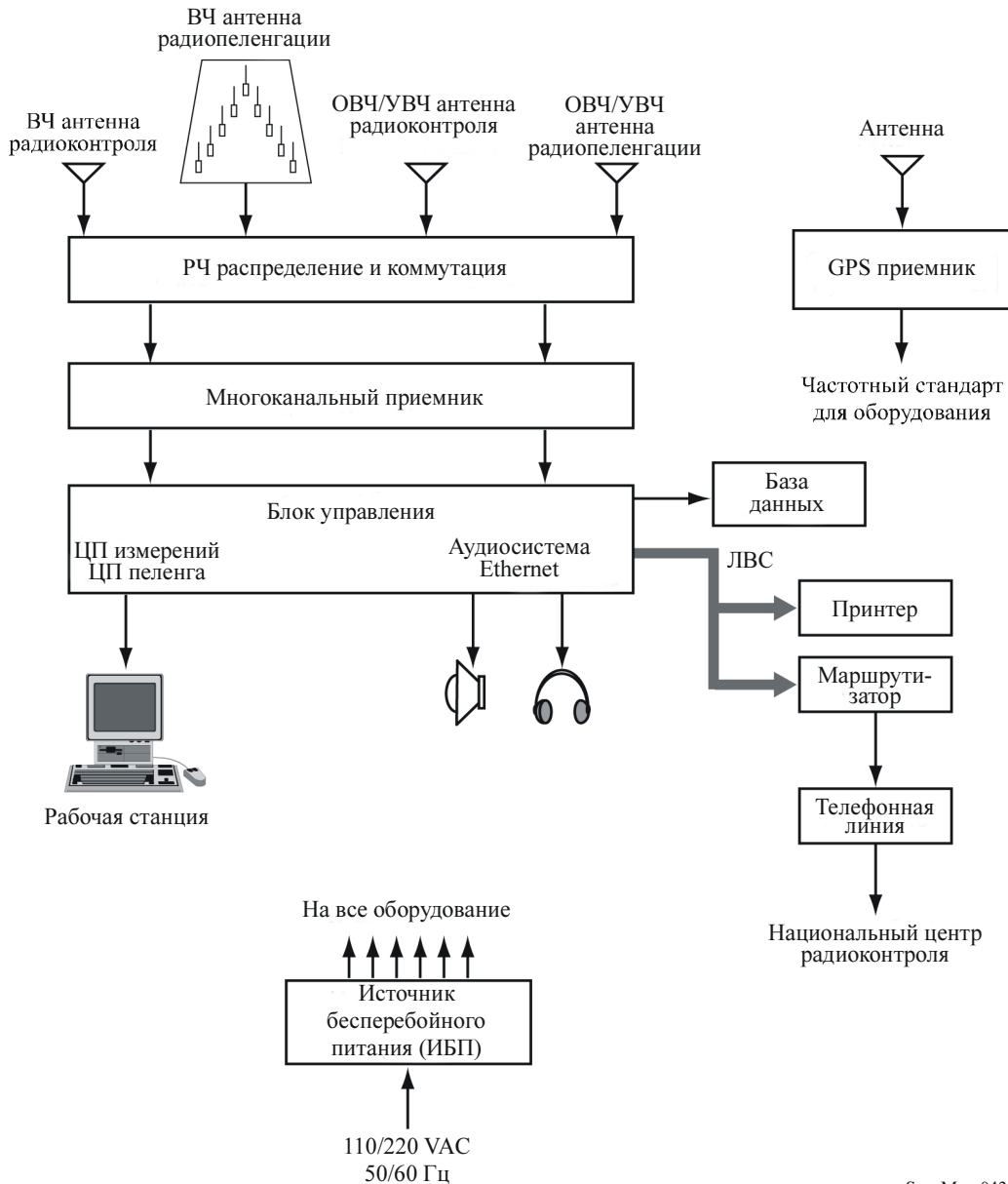
4.9.2 Оборудование для автоматизации радиоконтроля

Автоматическая станция радиоконтроля содержит измерительный сервер с небольшим числом модулей сложного измерительного оборудования, включая управляемые ЭВМ цифровые приемники и рабочие станции с интерфейсом для операторов, оснащенные программным обеспечением для упрощения работы и обслуживания системы. Полностью автоматизированная станция для диапазонов ВЧ/ОВЧ/УВЧ имеет типовую архитектуру, показанную на рисунке 4.3.

Станция имеет антенны, радиочастотное распределительное устройство, приемник(и), устройство обработки/управления и техническую базу данных с разрешительной информацией и результатами измерений, включающую измерительный сервер. В состав оборудования также включают одну или несколько рабочих станций, а также сетевое оборудование для местного или дистанционного управления пользователями. Измерительный сервер – это обычно компактное устройство с высокоскоростной шиной, содержащее процессоры, приемники и другие электронные устройства. В альтернативной конфигурации измерительный сервер управляет группой отдельных интегрированных устройств, включающей в свой состав цифровые приемники, пеленгаторы и процессоры.

РИСУНОК 4.3

Пример блок-схемы автоматизированной, интегрированной автоматической станции мониторинга для диапазонов ВЧ/ОВЧ/УВЧ



SpecMan-043

Функциональные требования к оборудованию включают:

- прием сигнала для измерения частоты и определения класса излучения. Приемники и другое измерительное оборудование обычно синхронизированы от стабильного опорного генератора тактовой частоты и имеют в своем составе разнообразные устройства демодуляции для определения природы сигнала при прослушивании или при помощи иных технических средств;

- очень широкую мгновенную полосу пропускания (10 МГц) с широким динамическим диапазоном для очень быстрого сканирования спектра с целью эффективного приема и измерения быстроменяющихся, широкополосных и узкополосных сигналов, которые могут варьироваться по уровню от слабого до сильного;
- калиброванные антенны и приемник для измерений напряженности поля;
- пеленгаторы для определения направления на источник принимаемого радиосигнала;
- анализаторы спектра для контроля характеристик отдельных сигналов, а также регистрации занятости полосы частот. Они неocenимы при поиске свободных участков спектра для новейших технологий;
- устройства демодуляции и цифровой записи.

Системы предыдущего поколения обычно имели отдельные устройства для выполнения каждой из перечисленных функций, тогда как сегодняшние системы состоят из интегрированного оборудования, где все эти функции выполняются интегрированной приемной/обработывающей/измерительной системой.

4.9.3 Программное обеспечение ЭВМ для автоматизации

Автоматизированные системы включают программное обеспечение, измерительного сервера, выполняющее функции мониторинга и измерений, а также программное обеспечение рабочих станций, обеспечивающее пользовательский интерфейс. Обычно имеется программное обеспечение для различных режимов работы, включая диалоговый режим, работу по заранее составленному расписанию, или фоновый режим.

Диалоговый режим допускает непосредственное взаимодействие и обеспечивает немедленную обратную связь при выполнении, например, функции настройки приемника для мониторинга, выборе метода демодуляции или вида панорамного отображения. Этими функциями управляют с рабочей станции пользователя посредством так называемой виртуальной панели управления. Синтезированные панорамное и спектральное отображения создаются на рабочей станции оператора. Примерами интерактивных операций могут служить радиопеленгация и отслеживание направления, когда осуществляется пеленгация мобильной станции в процессе движения. Результаты пеленгации могут отображаться на передней панели автомобиля, что позволит водителю выбрать направление движения к передатчику сигнала.

Автоматический режим или режим работы по заранее составленному расписанию позволяет распределить задачи технических измерений и пеленгации на те, что можно выполнить позже, и те, что должны решаться безотлагательно. Фоновый режим используется для выполнения таких задач, как оценка занятости спектра и автоматического обнаружения нарушений, описываемых ниже, в случаях, когда желательно собрать данные в течение длительного периода времени. Широкополосное сканирование занятости или пеленгация совместно с измерением занятости (сканирование по пеленгу) могут быть заданы для отдельных частот или диапазонов частот. При сканировании по пеленгу система выполняет пеленгацию одновременно на многих частотах, отображая результаты в виде зависимости азимута от частоты, что удобно для перехвата сигналов с современными видами цифровой модуляции, поскольку наличие пеленга с одним и тем же азимутом на разных частотах является свидетельством наличия сигнала со скачками частоты.

Результаты измерений отображаются в удобном, часто графическом, виде, могут также создаваться отчеты для вывода на печатающее устройство. Разрабатываемые комплексные системы клиент/сервер" оказываются более простыми в использовании, чем системы с отдельными или работающими независимо устройствами, такими как приемники или анализаторы спектра. С отображаемыми на экране ЭВМ иконками задач или панелями инструментов, к которым оператор может получить доступ с помощью манипулятора, такие системы могут оказаться наглядными и весьма простыми для изучения и использования.

4.10 Интеграция подсистем мониторинга с автоматизированными системами управления использованием спектра

Автоматизированные системы радиоконтроля следует интегрировать с автоматизированными системами управления использованием спектра (см. Рекомендацию МСЭ-R SM.1537). Такая интеграция позволяет производить обмен информацией между базами данных управления и мониторинга, ставить задачи системе мониторинга со стороны системы управления, а результаты мониторинга передавать системе управления, а также получить и другие весьма полезные возможности, среди которых автоматическое обнаружение нарушений и удаленный доступ к ресурсам системы.

4.10.1 Автоматическое обнаружение нарушений

Интегрированная, автоматизированная система мониторинга и управления использованием спектра способна выполнять измерения, например, занятости спектра, таких технических характеристик, как частота и ширина полосы частот излучения, вести радиопеленгацию, а также сравнивать результаты этих измерений с данными о разрешенных станциях из базы данных системы управления. Этот процесс автоматического обнаружения нарушений позволяет обнаруживать, как неразрешенные, так и разрешенные излучения, характеристики которых отклоняются от разрешенных значений.

Пользователь обычно задает начальную и конечную частоты подлежащего сканированию диапазона(ов), а также параметры сканирования, включая ширину полосы и период, в течение которого выполняется поиск. Система выполняет сканирование и, затем, обращается к базе данных выданных лицензий для отыскания в измеренном спектре сигналов, отсутствующих в базе данных лицензий, и автоматически составляет перечень используемых частот, лицензии на которые отсутствуют в базе данных. Система также выполняет проверку таких характеристик сигнала, как ширина полосы частот, наличие перемодуляции и выход частоты за пределы допустимого отклонения, и выводит отчет с перечнем обнаруженных нарушений.

Для успешного автоматического выполнения задачи обнаружения нарушений системе необходима адекватная, полная база данных выданных лицензий. Некоторые администрации, в частности, впервые переходящие к использованию автоматизированных систем мониторинга и управления использованием спектра, испытывают трудности в подготовке точной базы данных выданных лицензий, и для обеспечения желаемого качества выполнения функции автоматического обнаружения нарушений им могут потребоваться значительные усилия для верификации имеющихся данных и получения отсутствующих данных.

4.10.2 Удаленный доступ к ресурсам системы

Автоматизированные интегрированные системы управления использованием спектра и радиоконтроля обычно используют локальные и распределенные сети для объединения всех компьютеров в единую сеть таким образом, что все ЭВМ в центре управления использованием спектра, как и компьютеры на всех станциях радиоконтроля составляли сеть национального масштаба. Эти системы используют такое программное обеспечение, что пользователь на любой станции может получить доступ к ресурсам любого или всех измерительных серверов или сервера базы данных системы управления. Таким образом, все ресурсы сети из многих станций доступны любому оператору, обеспечивая ему авторизованный доступ ко всем этим ресурсам.

Станции радиоконтроля могут управляться дистанционно с рабочей станции, из центра мониторинга или из центра управления использованием спектра, а результаты мониторинга могут отправляться на рабочую станцию, от которой поступил запрос. Линии связи между станциями должны быть доступны только в то время, когда пользователь запрашивает выполнение задания на удаленном сервере, и, позднее, когда пользователь запрашивает результаты выполнения задания. Линии связи должны быть доступны, когда передается информация о задаче, но если после пуска задания связь прерывается, результаты измерения не теряются, а сохраняются на сервере измерений до получения запроса.

ЧАСТЬ В

Инспекционный контроль и расследование случаев помех

4.11 Инспекционный контроль и проверка соответствия национальным нормам и правилам

Эффективность управления использованием спектра зависит от того, насколько эффективно может регулятор управлять использованием спектра, применяя средства надзора за исполнением действующих норм. Такое управление основывается, прежде всего, на применении методов инспекционного контроля радиостанций и проверки правильности использования спектра и наличия помех, причем оба метода входят в состав надзорной функции. Поскольку задачей инспекционного контроля и проверок является укрепление процесса управления использованием спектра, эти методы вносят непосредственный вклад в повышение эффективности использования спектра.

Чтобы понять роль надзора, необходимо уяснить, что именно включается в понятие "надзор".

Надзор можно описать как "спектр действий и санкций, которые могут быть использованы для достижения наилучшего возможного качества (радио-) связи законными пользователями радиочастотного спектра, а также для совершенствования национального законодательства и нормативной базы". [CEPT/ECC 2002]

В его функции входит осуществление действий, направленных против действительных и потенциальных источников помех или объектов неразрешенного использования, которые могут включать применение соответствующих юридических санкций.

Обычно радиооборудование должно устанавливаться и использоваться либо в соответствии с условиями, установленными в лицензии или с условиями использования, не требующими получения лицензии. Условия могут указывать, например, отведенную частоту, мощность передатчика, характеристики антенны, высоту подвеса внешней антенны, допустимое отклонение частоты и ширину занимаемой полосы частот. Национальные администрации проводят инспекционный контроль и измерения на радиостанциях в соответствии с собственными руководящими документами и методиками.

Использование радиооборудования постоянно расширяется. Рост использования наблюдается в деловой сфере, связи, радиовещании, среди радиолюбителей и в области развлечений. Несанкционированное использование радиооборудования может создавать помехи законным пользователям.

Например, защита жизни и собственности может оказаться под угрозой, в случае, когда радиосредства, используемые службами неотложной помощи, испытывают действие помех. Помехи могут вредить успешному ведению бизнеса. Местные телезрители и радиослушатели могут страдать от плохого качества услуг радиовещания и телевидения.

4.12 Проверка технических и эксплуатационных параметров

В соответствии с национальными правилами и планами у передатчика, имеющего лицензию на эксплуатацию, обычно контролируется целый ряд технических и эксплуатационных характеристик.

До ввода передатчика в эксплуатацию может выполняться натурный инспекционный контроль для проверки, соответствует ли радиооборудование общему/частному разрешению и/или условиям его применения.

Проверке могут подвергаться радиосистемы всех типов, но в некоторых странах обследование радиооборудования проводится только в случае донесения о помехах. При проведении инспекционного контроля любой радиосистемы следует проверять число мобильных и носимых радиостанций, доступных для использования в сети. Предварительный мониторинг эфира может иногда обеспечить представление о масштабах и числе работающих в сети мобильных и носимых радиостанций.

Техническая часть инспекционного контроля радиооборудования должна, как минимум, включать проверки:

- расположения базовых станций и размещения внешней антенны;
- частоты и допустимого отклонения частоты;
- гармоник и нежелательных излучений;
- мощности передатчика;
- занимаемой полосы частот или отклонения частоты;
- типа и высоты подвеса антенны и т. п. в зависимости от типа системы;
- соответствия прочим условиям имеющейся лицензии.

Следует подтвердить, что базовые станции расположены по адресам, указанным в лицензии. Эти вопросы должны быть разрешены до выполнения натурального инспекционного контроля. Если базовая станция была перемещена на небольшое расстояние, а зона обслуживания изменилась незначительно, лицензиата следует предупредить, сообразуясь с политикой национальной администрации, о необходимости привести в соответствие разрешительные документы. Это более предпочтительное действие, чем выключение станции.

Указанные в лицензии эксплуатационные характеристики следует проверять при нормальной работе передатчика. Могут быть проверены используемые виды связи (например, деловые переговоры в диапазоне для частной связи) или факты использования передатчика за пределами разрешенной зоны обслуживания базовой станции.

4.13 Обнаружение и идентификация неразрешенных излучений

Для успешного управления использованием спектра чрезвычайно важно обеспечить доступность спектра для тех пользователей, которым разрешено его использование.

До начала предоставления новой услуги весьма важной задачей может оказаться устранение несанкционированных излучений из эфира в определенной части спектра.

Первостепенное значение имеет экстренное предоставление части спектра в случае возникновения угрозы жизни или сохранности собственности, а также обеспечение доступности спектра для операторов сетей общего пользования, инвестирующих значительные ресурсы для предоставления услуг населению.

4.14 Инспекционный контроль с целью обнаружения источника и устранения помехи

Администрация обязана обеспечить отсутствие вредных помех, а инспекционные проверки могут выявить отклонения от разрешенных условий (случайных или намеренных) до возникновения серьезных проблем, вызванных помехами.

Инспекционный контроль может оказаться необходимым, когда инспектируемая радиостанция определяется в качестве источника помех. При необходимости убедиться в том, что объект отвечает условиям его использования, или что эксплуатация оборудования производится в условиях, не способствующих возникновению вредных помех, может осуществляться плановый инспекционный контроль, или в ответ на поступающие жалобы о наличии помех.

Администрация может инициировать процедуру инспекционного контроля в случае, когда строительно-монтажная организация ходатайствует о регистрации ее в качестве "сертифицированного монтажника" с целью улучшения качества монтажных работ и снижения уровня отклонений от документации.

4.15 Расследования с целью определения источника помех и их устранения

Чтобы уберечь спектр от несанкционированного использования и, следовательно, сохранить возможность его легитимного использования, может потребоваться определение возможных источников помех. Профилактические исследования оказывают помощь в достижении этой цели.

Данные радиоконтроля и данные о частотных присвоениях, предоставляющие сведения о регулярных и нерегулярных излучениях необходимы для расстановки приоритетов в рабочей программе таких расследований. Действия по устранению несанкционированных излучений из спектра, основанные на данных мониторинга, являются эффективным способом организации такой работы.

4.16 Оборудование для инспекционного контроля

Выбор средств, необходимых для инспекционного контроля, зависит от уровня инспекционного контроля, определяемого администрацией, который может быть различным в разных странах. Многие администрации проводят инспекционный контроль только в случаях появления сообщений о помехах. Некоторые администрации проводят только периодические инспекции.

Необходимо следующее оборудование для проведения инспекционного контроля:

- частотомер;
- измеритель мощности.

Дополнительно можно использовать следующее оборудование для получения более детализированных оценок:

- портативный измерительный приемник;
- генератор тональной частоты;
- эквивалент антенны;

- устройство декодирования;
- анализатор спектра (при необходимости);
- GPS приемник.

В более сложных случаях может использоваться передатчик, например, для проверки звуковой подсистемы дуплексных сетей.

4.17 Оборудование для проведения расследований

Обычно для проведения исследований вполне достаточно комплекта оборудования подвижных подразделений мониторинга, включающего оборудование пеленгации и определения местоположения. Полезным оказывается дополнительное записывающее устройство.

Портативное оборудование (приемник с антенной) используется, когда требуется обнаружить передатчик где-нибудь в многоквартирном доме.

В некоторых случаях может потребоваться разместить систему в замаскированном транспортном средстве с целью получить возможность работы в непосредственной близости от передатчика, не привлекая к себе внимания несанкционированного пользователя.

4.18 Удаленный доступ к ресурсам системы

Для выполнения инспекционного контроля и расследований чрезвычайно важно, чтобы персонал, проводящий инспекции и расследования был бы ознакомлен с новейшей информацией, содержащейся в различных базах данных. Следовательно, необходим непосредственный (удаленный) доступ к национальной базе данных распределения частот и выданных лицензий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

К ГЛАВЕ 4

Соглашение о службе радиомониторинга. Аргентина: новаторское решение

1 Введение

В 1936 году Аргентина торжественно открыла свою первую станцию радиоконтроля, став второй страной Американского континента и первой страной в Южной Америке, имеющей систему подобного рода.

В 1974 году Аргентинская администрация установила две новых станции радиоконтроля с использованием новейших на то время технологий, одну – в городе Пилар провинции Кордоба, другую – в городе Дон Боско провинции Буэнос-Айрес. В результате было создано четыре станции радиоконтроля, охватывающих территорию страны. Однако из-за быстрой смены технологий и нехватки необходимых средств на обслуживание и модернизацию, эти установки и оборудование устарели.

К 1990-м годам станции эксплуатировались только в режиме ручного управления без компьютеров. Устройства мониторинга, производившие различные измерения, управлялись механически, с использованием переключателей на лицевых панелях приемников, а излучения идентифицировали при помощи головных телефонов. Задачи управления использованием спектра решались на бумаге.

Трудности правительства в решении задач эффективного управления использованием спектра сделали решение этих задач практически невозможным, особенно учитывая потребности нового режима телекоммуникационных предприятий и скорость развития технологий.

Именно тогда орган регулирования отрасли связи, а именно Национальная комиссия по связи (CNC), и Аргентинское правительство осознали, что требуются значительная модернизация службы радиоконтроля, поскольку радиочастотный спектр является ограниченным по своей природе ресурсом, требующим к себе пристального внимания, и основные инструменты для управления его использованием должны быть доступными.

2 Объявление международных тендеров

В конце 1996 года Аргентинский регулятор в области связи, потратив несколько лет на разработку ряда предложений и преодолев множество разнообразных проблем и преград, одобрил пакет заявочных документов на проведение международных конкурсов на заключение договора концессии на осуществление службы радиоконтроля по всей стране.

Этим предложением на участие в конкурсах вводилась новая концепция: с одной стороны, Правительство сохраняло свою роль регулятора и администратора использования радиочастотного спектра с не подлежащими делегированию функциями (надзорная власть, частотные присвоения, планирование использования спектра, разрешительная деятельность, сбор налогов и сборов и т. д.), а с другой стороны испрашивало помощи частных компаний, имеющих достаточный международный опыт в производстве оборудования и систем мониторинга, которые бы взяли на себя необходимые инвестиции в установку, обслуживание и эксплуатацию общенациональной сети мониторинга, а также согласование и обеспечение технического анализа и административного программного обеспечения, необходимых в соответствии с Аргентинскими спецификациями. Держатель концессии также обязывался обучить персонал правительственной администрации использованию этого нового компьютерного инструментария.

Предложение на участие в конкурсе включало положение о том, что инвестиции держателя концессии подлежат компенсации исключительно за счет процента от сборов, которые он будет собирать с пользователей. Для получения сборов держатель концессии должен был открыть единственный счет в банке, который был бы доступен из любого города или городка заметного размера в любом месте страны. Банк, выбранный для сбора оплаты, должен был, кроме того, отвечать за разделение полученных средств между счетом Правительства и счетом компании в соответствии с процентным соотношением, указанным в контракте.

Дополнительно держатель концессии обязывался следить за сбором платы с пользователей спектра по установленным тарифам, а в специальных случаях для общественных организаций и агентств, следовать указаниям CNC в их отношении.

Неявным образом приглашение к участию в конкурсе требовало от конкурсантов разработать новую, оснащенную современным оборудованием, сеть стационарных и подвижных станций мониторинга, которая могла бы поддерживаться на уровне современных технологий в течение всего срока действия контракта. В дополнение, выигравшая конкурс компания должна была обеспечить обучение использованию новых технологий персонала принадлежащих правительству станций, в отношении которых компания принимала обязательство их поглотить и нанять необходимый персонал для их работы на условиях, предложенных правительством в конкурсных документах.

Использование таким образом сети созданных станций сделало возможным наблюдение и измерение в любой части спектра характеристик телекоммуникационных служб, назначенных в стране к тому времени, и должно было дать возможность продолжать выполнять эту функцию в будущем, обеспечивая появление новых технологий и услуг, которые могли бы требовать более высоких частот.

Конкурсные документы также предусматривали, что держатель концессии должен будет разработать и смонтировать автоматизированную систему для администрирования и управления использованием спектра, которая позволит CNC более эффективно и точно выполнять эти задачи, учитывая, что они, как было указано выше, не подлежат делегированию. Для достижения этой цели должны были быть выполнены несколько задач. Наиболее важная – создание единой электронной базы данных пользователей спектра, поскольку имевшаяся в распоряжении CNC информация была в то время только на бумажных носителях или хранилась в ряде мелких баз данных, принадлежавших различным организационным подразделениям. В дополнение, требовалось обеспечить цифровые карты в различных масштабах для всей территории страны вместе с программным обеспечением для выполнения соответствующих технических расчетов.

Следующим важным моментом концессионного договора явились ограничения, налагаемые на держателя концессии, в осуществлении радиоконтроля на частотах, закрепленных за вооруженными силами и службами безопасности республики, с целью защиты секретной правительственной информации. Соответственно, система должна была быть запрограммирована таким образом, чтобы при достижении сканирующим устройством частоты, запрещенной держателю концессии к просмотру, оно бы дезактивировалось, прекращало всяческие измерения и не производило записи каких-либо данных для этой частоты. Условия концессии также обязывали ее держателя установить контрольный пост, подключенный к сети мониторинга, при помощи которого представители вооруженных сил и служб безопасности могли бы следить за соблюдением указанных мер предосторожности или же использовать его оборудование для решения собственных задач.

Для проведения конкурса на заключение контракта соискатели должны были представить на рассмотрение три конверта, содержащие:

- исчерпывающую информацию о соискателе;
- технические предложения;
- предложения по финансированию.

Три конверта участвовали в конкурсе каждый по отдельности, что позволило в итоге осуществить успешный окончательный выбор соискателя.

3 Внедрение

Работа в рамках этого конкурса, а она, между прочим, требует покупки необходимых участков земли для строительства региональных центров и удаленных станций, была начата в июле 1997 года. В это же время был начат импорт инструментальных средств, оборудования, антенн и транспортных средств, продолжавшийся до завершения строительства шести центров управления и двадцати автоматизированных удаленных станций (управляемых через спутник). В дополнение была осуществлена поставка десяти подвижных станций мониторинга и десяти вспомогательных автомобилей для проведения измерений, каждый из которых имеет необходимые средства для выполнения требуемых функций технического мониторинга.

Благодаря сети станций центр радиоконтроля может проконтролировать примерно 60% населения страны (около 20 миллионов жителей) и более 90% радиотрафика.

Наконец, обязательства успешного соискателя перед аргентинским правительством включали поставку, установку и обслуживание станции навигации на научной базе Марамбио (Marambio) в Антарктиде и обучения управлению ею.

Как только контракт был заключен, роль держателя концессии по отношению к CNC свелась, в частности, к исполнению задач двух типов:

- задачи, выполняемые регулярно через определенные интервалы согласно требованиям, предварительно установленным в контракте относительно служб, подлежащих мониторингу, в определенных городах. Для их осуществления держатель концессии должен был разработать и представить на утверждение CNC программу работы на год, учитывающую опыт предыдущих периодов и эксплуатационные требования;
- задачи, выполняемые по запросу и возникающие спонтанно по любой причине, например из-за возникновения помех или необходимости обучения технического персонала.

Для эффективного выполнения этих задач держатель концессии создал спутниковую сеть связи для передачи речи и данных, объединившую пять региональных центров, удаленные станции, работающие под их управлением, и Национальный центр управления в Буэнос-Айресе.

Дополнительно держатель концессии постоянно сотрудничает с CNC в разнообразных ситуациях, как то: освобождение спектра на период важных специальных событий или вблизи некоторых аэропортов, где существует угроза нежелательного воздействия на работу систем воздушной радионавигации; выполнение задач от имени CNC с целью достоверного определения занятости частот на определенных географических территориях; подготовка данных по службам, предполагаемым к продаже на аукционе.

Новая сеть мониторинга в ее сегодняшнем состоянии показана на рисунке 4.4.

Как только новые объекты вводятся в эксплуатацию, ресурсы освобождаются для использования в каком-либо другом месте. Со времени ввода в эксплуатацию системы мониторинга ее возможности существенно возросли и позволили выполнить более 6000 специфических разнообразных запросов CNC сверх запланированного годового объема. Все эти запросы были выполнены к полному удовлетворению CNC.

Кроме того, было накоплено огромное количество информации о занятости спектра на наиболее часто используемых частотах и для наиболее распространенных радиослужб, что позволило CNC составить исчерпывающую картину об истинном состоянии дел в сфере радиосвязи в главных центрах страны, и, тем самым, дало возможность принять разумные решения по планированию и управлению использованием спектра.

4 Заключение

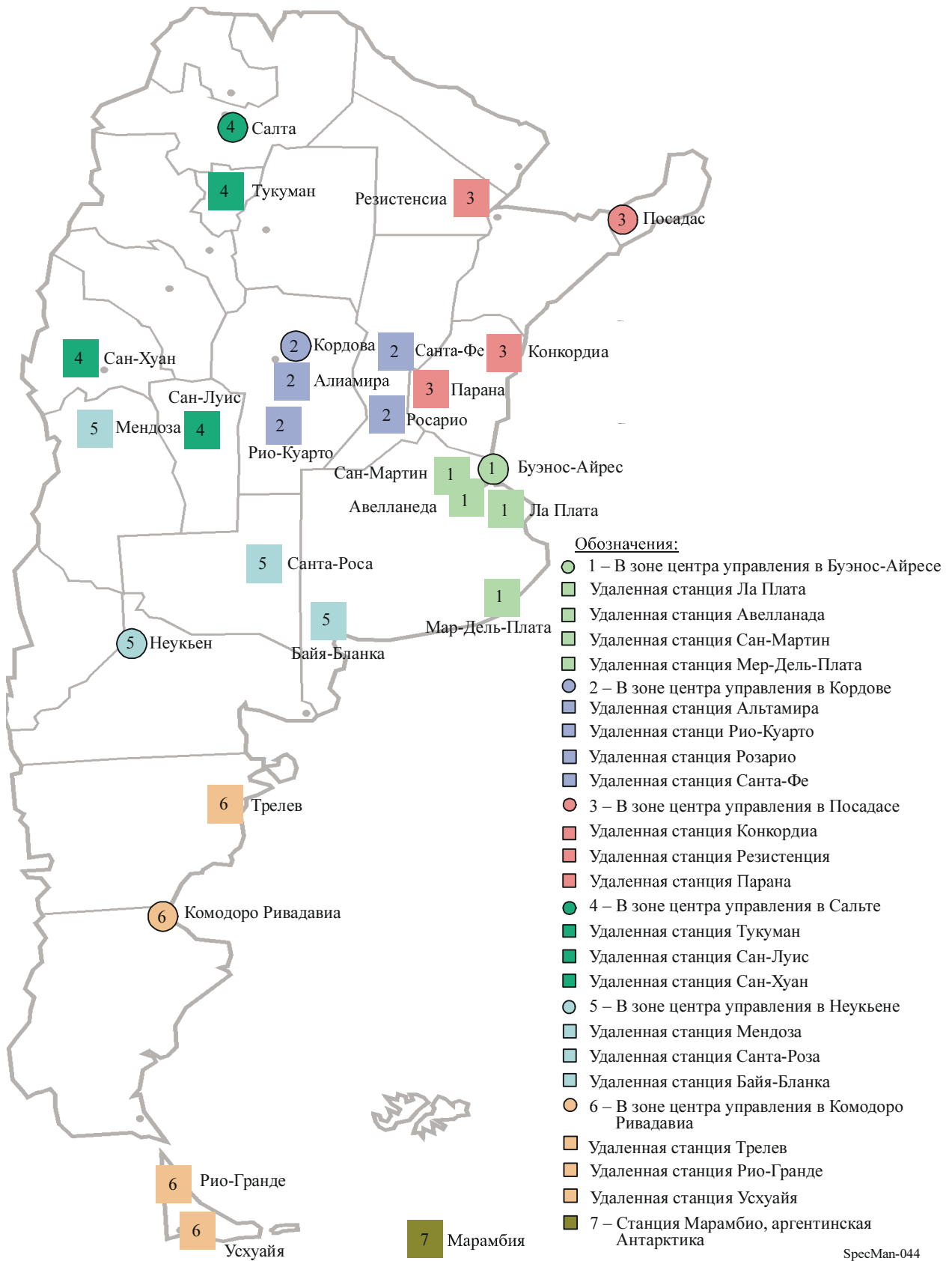
Внедренная система поддерживает развитие инфраструктуры телекоммуникаций Аргентины с целью решения стратегических задач экономического и социального роста страны. Более того, установленный для управления использованием спектра и его мониторинга механизм дал возможность Аргентине эффективнее выполнять свои обязанности на местном и международном уровнях и экономно расходовать этот национальный ресурс.

В дополнение, использованные технологии позволили осуществить постепенное упорядочение административных и технических действий управления использованием спектра и одновременно запустить глобальный процесс долгосрочного планирования.

Действительно, проведенные структурные изменения позволяют властным структурам расширить доступ к новым диапазонам частот для внедрения услуг, разработанных с использованием новых технологий, и этот процесс обновления, в свою очередь, позволил предоставить пользователям свободные от помех частоты, улучшить качество связи общего пользования и получить близкую к оптимальной степень использования национального ресурса.

РИСУНОК 4.4

Современное состояние национальной системы мониторинга излучений в Республике Аргентина



SpecMan-044

Справочные документы

CEPT/ECC [September 2002] Report 15 on Market Surveillance, Radio equipment Inspection, Spectrum Monitoring and the Enforcement aspects of these activities (www.ero.dk).

Библиография

VERDUIJN, J. [2000] The Changing Role of Monitoring in the Spectrum Management Process. Fifteenth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p. 675-678.

VERDUIJN, J. [2002] ITU-R Handbook on Spectrum Monitoring. Sixteenth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p. 671-676.

Документы МСЭ-R

Справочник МСЭ-R по радиоконтролю (издание 2002 г.)

- | | |
|--------------------|---|
| Рек. МСЭ-R SM.182 | Автоматический контроль занятости радиочастотного спектра |
| Рек. МСЭ-R SM.326 | Определение и измерение мощности амплитудно-модулированных радиопередатчиков |
| Рек. МСЭ-R SM.328 | Спектры и ширина полосы излучений |
| Рек. МСЭ-R SM.377 | Точность измерения частоты на станциях, используемых для международного радиоконтроля |
| Рек. МСЭ-R SM.378 | Измерение напряженности поля на станциях радиоконтроля |
| Рек. МСЭ-R SM.443 | Измерение ширины полосы частот на станциях радиоконтроля |
| Рек. МСЭ-R SM.575 | Защита фиксированных контрольных станций от радиопомех |
| Рек. МСЭ-R SM.668 | Электронный обмен информацией для целей управления использованием спектра |
| Рек. МСЭ-R SM.853 | Необходимая ширина полосы |
| Рек. МСЭ-R SM.854 | Пеленгация контрольными станциями сигналов ниже 30 МГц |
| Рек. МСЭ-R SM.1050 | Задачи контрольной службы |
| Рек. МСЭ-R SM.1051 | Приоритетность в определении и устранении вредных помех в полосе 406–406,1 МГц |
| Рек. МСЭ-R SM.1052 | Автоматическое опознавание радиостанций |
| Рек. МСЭ-R SM.1053 | Методы улучшения точности пеленгации ВЧ на фиксированных станциях |

- Рек. МСЭ-R SM.1054 Контроль радиоизлучений с космического корабля контрольными станциями
- Рек. МСЭ-R SM.1135 Коды SINPO и SINPFEMO
- Рек. МСЭ-R SM.1138 Определение необходимой ширины полосы частот с примерами расчета и соответствующими примерами обозначения излучений
- Рек. МСЭ-R SM.1139 Международная система контроля
- Рек. МСЭ-R SM.1267 Сбор и публикация данных по радиоконтролю с целью оказания помощи при присвоении частот для геостационарных систем
- Рек. МСЭ-R SM.1268 Применяемый на станциях радиоконтроля метод измерения максимальной девиации частоты радиовещательных ЧМ излучений
- Рек. МСЭ-R SM.1269 Классификация радиопеленгов
- Рек. МСЭ-R SM.1392 Основные требования к станции радиоконтроля для развивающихся стран
- Рек. МСЭ-R SM.1393 Общие форматы для обмена информацией между станциями радиоконтроля
- Рек. МСЭ-R SM.1394 Общий формат для Меморандума о взаимопонимании между странами, договорившимися о взаимодействии по вопросам радиоконтроля
- Рек. МСЭ-R SM.1447 Контроль области радиопокрытия сетей сухопутной подвижной связи с целью проверки на соответствие с лицензией
- Рек. МСЭ-R SM.1536 Измерения занятости радиочастотного канала
- Рек. МСЭ-R SM.1537 Автоматизация и интеграция систем радиоконтроля с автоматическим управлением использованием спектра
- Рек. МСЭ-R SM.1598 Методы радиопеленгации и обнаружения местоположения для сигналов многостанционного доступа с временным и кодовым разделением каналов
- Рек. МСЭ-R SM.1600 Техническая идентификация цифровых сигналов

ГЛАВА 5

ИНЖЕНЕРНАЯ ПРАКТИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕКТРА

Содержание

	Стр.
5.1 Введение.....	131
5.1.1 Важность технических основ	131
5.1.2 Область применения настоящей главы	131
5.2 Технические параметры	131
5.2.1 Технические условия на оборудование и сертификация.....	131
5.2.2 Параметры оборудования	132
5.2.3 Качественные показатели.....	137
5.3 Средства технического анализа	139
5.3.1 Модели распространения радиоволн.....	139
5.3.2 Топографические данные	145
5.3.3 Выбор модели распространения	145
5.4 Анализ помех.....	146
5.4.1 Помехи по совмещенному каналу	147
5.4.2 Помехи по соседнему каналу	147
5.4.3 Десенсбилизация	148
5.4.4 Вероятность помех.....	148
5.5 Совместное использование полос частот	152
5.5.1 Технические основы для совместного использования распределенных частот (различными службами)	152
5.5.2 Совместное использование полос частот сухопутной подвижной и радиовещательной службами.....	158
5.5.3 Совместное использование фиксированной и радиовещательной службами.....	160
5.5.4 Совместное использование с радиолокационными системами	161
5.5.5 Методы совместного использования систем с расширением спектра	161
5.5.6 Сводная таблица Рекомендаций по совмещению служб.....	164

	Стр.
5.6 Защитные отношения.....	165
5.7 Уровни шума	168
5.8 Пределы излучения.....	170
5.8.1 Пределы CISPR.....	170
5.8.2 Воздействие электромагнитных полей на здоровье.....	171
5.9 Основные положения по проектированию технологических площадок	172
5.9.1 Проектирование совместного размещения оборудования	172
5.9.2 Пример совместного использования инфраструктуры: сотовая сеть 3-го поколения	173
Справочные документы	175
Библиография	175

5.1 Введение

5.1.1 Важность технических основ

Обычно правительства или уполномоченные государственные органы несут ответственность за распределение спектра на своей территории. Они определяют национальную политику, планы распределения частот, допустимые стандарты и характеристики оборудования для гармоничного использования спектра в национальных интересах. Физические законы распространения радиоволн, технические характеристики передатчиков и приемников ограничивают реальный набор средств управления распределением спектра. Они также задают частоты, которые могут быть присвоены в любом заданном месте.

Распределение радиочастотного спектра происходит под растущим давлением как со стороны вновь вводимых в эксплуатацию служб, так и из-за расширения потребностей существующих. В то же время, для существующих пользователей необходимо обеспечить приемлемый уровень защиты от помех в условиях, когда увеличение степени совместного использования спектра неизбежно. Это вызывает ужесточение технических требований к работе организаций, регулирующих использование спектра. Становится все более очевидным, что современные технологии радиосвязи развиваются очень быстро и находят свое место в секторе как новых, так и традиционных телекоммуникаций при общем сокращении сроков их производства и внедрения. Тем не менее, любые выбранные средства управления использованием спектра должны быть технически реализуемы и применяться в соответствии с существующими техническими правилами и ограничениями, присущими этим средствам. Эти ограничения должны быть определены и количественно описаны на стадии технического проектирования, а правила должны быть сформулированы администрациями с участием заинтересованных организаций – пользователей спектра.

5.1.2 Область применения настоящей главы

Настоящая Глава посвящена изучению практики распределения спектра и анализу средств управления распределением спектра. В разделе "Технические характеристики" рассматриваются технические условия на оборудование, вопросы сертификации и определения. Раздел "Средства технического анализа" включает рассмотрение методик присвоения частот и моделей распространения радиоволн. Раздел "Анализ взаимных помех" посвящен методике совместного использования частотных диапазонов. В последующих разделах рассматриваются степени защиты, шумы, пределы излучения и прикладные аспекты анализа местных условий.

5.2 Технические параметры

5.2.1 Технические условия на оборудование и сертификация

Технические условия (ТУ) на оборудование используются в первую очередь для задания минимально допустимых технических характеристик оборудования, обычно эксплуатируемого в больших количествах большим числом пользователей определенной радиослужбы. Существуют две категории ТУ: категория, в которую входят радиостанции, для которых требуется лицензия на эксплуатацию, и вторая – для радиооборудования, при эксплуатации которого лицензия не требуется. В технических условиях на оборудование рассматривается почти исключительно минимальный набор технических характеристик, которым должно строго соответствовать оборудование с точки зрения эффективности использования спектра и минимизации помех от передатчиков и приемников. Обычно в нем не рассматривается качество услуг, которое остается на усмотрение пользователя, позволяя ему выбрать оборудование, соответствующее его требованиям к качеству.

Вторая категория ТУ описывает, главным образом, оборудование малой мощности, на эксплуатацию которого не требуется лицензия в силу ограниченной дальности действия. Использование такого оборудования разрешено в определенных диапазонах частот. Кроме устройств для открывания ворот гаража, сигнализации, устройств управления игрушками, беспроводных телефонов имеется множество других примеров подобных устройств, находящихся все большее применение в коммерческом секторе, как, например, беспроводные локальные вычислительные сети (WLAN) и радиочастотные системы идентификации (RFID). В этой категории ТУ на оборудование рассматриваются только такие характеристики передатчиков, как максимальная мощность, допустимый уровень гармонических искажений, стабильность частоты и не рассматривается защита от помех.

ТУ на оборудование должны также включать минимально допустимые технические характеристики радиовещательных передатчиков (аналоговых и цифровых, радио и телевизионных), такие как виды и глубина модуляции, полосы частот и предельные значения стабильности, допустимая мощность и критерии подавления шумов.

Из-за высокой стоимости установки и эксплуатации средств контроля заключение договоров о взаимном признании результатов испытаний является экономически выгодным для администраций. Это применимо, в частности, к оборудованию, выпускаемому малыми партиями и требующему комплексных испытаний.

В следующем разделе приводятся определения этих важных параметров. В раздел включены также методы расчета этих параметров.

5.2.2 Параметры оборудования

В настоящем разделе справочника приводится краткий обзор тех параметров оборудования, которые, если их не контролировать, могут создавать помехи другим системам и отрицательно влиять на эффективность использования спектра радиочастот. Это следующие параметры:

- a) несущие частоты;
- b) мощность передатчика;
- c) допустимое отклонение частоты;
- d) ширина полосы частот;
- e) нежелательные излучения;
- f) продукты перекрестной модуляции.

Прочие параметры могут влиять на качество услуг, но не создают помех другим службам. Для определенных видов использования радиооборудования, например, для служб спасения, может потребоваться регулирование этих параметров. В иных случаях приемлемым может считаться незначительное регулирование или его отсутствие. В этих случаях производители указывают дополнительные параметры наряду с другими показателями качества их устройства, и, в конечном счете, именно потребитель делает выбор по соотношению цены и качества. Для создания такой обстановки на рынке телекоммуникаций от регулирующих органов требуется проведение тщательного анализа и доведение до сведения всех заинтересованных лиц своей политики в отношении жалоб на помехи, являющиеся, например, результатом плохой работы приемника.

Для решения задач распределения спектра необходимо определить значения как существенных, так и других параметров. Когда параметры не являются регулируемыми, установить их значения может потребоваться для целей планирования. Более того, может оказаться целесообразным опубликовать эти значения для добровольного использования, а также увязать эту деятельность с политикой расследования случаев помех.

Эти параметры рассматриваются в настоящем разделе. Далее, вместе с ними рассматриваются также и параметры приемников.

а) Несущие частоты

Чрезвычайно важно гарантировать такое положение дел, при котором частоты передатчиков соответствовали бы выделенным. В противном случае создание помех другим службам почти неизбежно.

б) Мощность передатчика

Мощность передатчика определена в Статье 1 Регламента радиосвязи в виде одной из следующих величин – максимального значения мощности огибающей, средней мощности или мощности несущей. Мощность передатчика должна быть ограничена минимальным уровнем, достаточным для удовлетворительной работы радиосистемы. Недостаток эффективного управления этой характеристикой часто приводит к созданию помех другим пользователям, которым выделена эта же частота в других географических областях.

в) Допустимые отклонения частоты передатчиков

Допустимое отклонение частоты определяется в Статье 1 Регламента радиосвязи (РР) как максимально допустимое отклонение средней частоты полосы частот излучения от присвоенной частоты, или характерной частоты излучения от относительной частоты. Допустимое отклонение частоты выражается в миллионных долях (ppm) или в герцах (Гц).

Основным соображением, с точки зрения эффективного использования частотного спектра, является то, что потеря полосы частот из-за нестабильности должна составлять малую часть необходимой ширины полосы, используемой для связи. В качестве основания для расчета значений допустимого отклонения частоты, которые могут быть приняты в целях экономии спектра, использовалась величина $\pm 1\%$ от соответствующей ширины полосы частот. В некоторых случаях, например для режима радиовещания АЗЕ, допустимое отклонение частоты должно быть довольно небольшим для уменьшения помех в общем канале, вызываемых тоном биений между смещенными по частоте несущими.

В однополосных радиотелефонных сетях, где на одной частоте работает с несколько станций, допустимое отклонение частоты должно быть достаточно малым, чтобы обеспечить подавление несущей и хорошую разборчивость речи без дополнительной подстройки приемников.

Существуют определенные категории станций, которые по эксплуатационным и административным соображениям не обязательно должны удовлетворять всем требованиям в отношении жестких допусков. Примером являются мобильные радиолокационные системы, для которых в настоящее время нет необходимости административно вводить жесткие частотные допуски, и с точки зрения эксплуатации взаимные помехи уменьшаются за счет установления нормальных заводских допусков, позволяющих осуществить соответствующее распределение частот в пределах присвоенных полос.

Наибольшим препятствием при введении более жестких допусков являются экономические трудности, которые возникают из-за наличия в эксплуатации большого числа передатчиков, изготовленных в соответствии с существующими допусками. В Приложении 2 РР показаны максимальные значения допусков для различных категорий передатчиков. Рекомендация МСЭ-R SM.1045 содержит подробное описание значений допусков, достижимые в настоящее время и в ближайшем будущем, а также, когда это можно предвидеть, предельный допуск для определенных частотных диапазонов, категорий радиостанций и классов излучения. Мощность, показанная для различных категорий станций, является пиковой мощностью огибающей (p.e.p.) для однополосных передач и средней мощностью для всех других передач, если не оговорено иное. Термин "мощность радиопередатчика" определен в Статье 1 РР.

d) Ширина полосы излучения

Пункт 3.9 Статьи 3 РР требует, чтобы ширина полосы излучаемых частот отвечала наиболее эффективному использованию спектра. Обычно для этого требуется использование минимальной полосы частот, достижимой при современном уровне развития техники и допустимой по природе радиослужбы. Пункт 1.152 Статьи 1 РР определяет необходимую ширину полосы частот как "ширину полосы частот, которая достаточна при данном классе излучения для обеспечения передачи сообщений с необходимой скоростью и качеством при определенных условиях". Необходимая ширина полосы частот может быть рассчитана с использованием общепринятого метода, описанного в Рекомендации МСЭ-R SM.328 для различных классов излучения. В Рекомендации МСЭ-R SM.853 предлагается метод расчета необходимой ширины полосы частот для многоканальных систем с частотным уплотнением (FDM), а в Рекомендации МСЭ-R SM.1138 (включенной посредством ссылки в Регламент радиосвязи) – метод расчета необходимой ширины полосы частот иллюстрируется примерами.

Излучение за пределами необходимой полосы частот называют нежелательным. Ширина занимаемой полосы частот определяется положением п. 1.153 РР как: "Ширина такой полосы частот, за нижним и верхним пределами которой излучаемые средние мощности каждая равняются определенному проценту $\beta/2$ от всей *средней мощности* данного излучения. Если в Рекомендации МСЭ-R не оговорено иначе для соответствующего *класса излучения*, то значение $\beta/2$ следует брать равным 0,5%." Согласно Рекомендации МСЭ-R SM.328 "излучение считается оптимальным с точки зрения экономии спектра, если занимаемая им полоса частот совпадает с полосой частот, необходимой для рассматриваемого класса излучения".

Из-за трудности непосредственного применения этих определений при измерениях, в Рекомендации МСЭ-R SM.328 приводится третье определение ширины полосы частот по уровню "x дБ" – это такая ширина полосы частот, для которой за ее верхним и нижним пределами величина любого дискретного спектрального компонента или непрерывной спектральной плотности хотя бы на x дБ ниже заданного уровня 0 дБ".

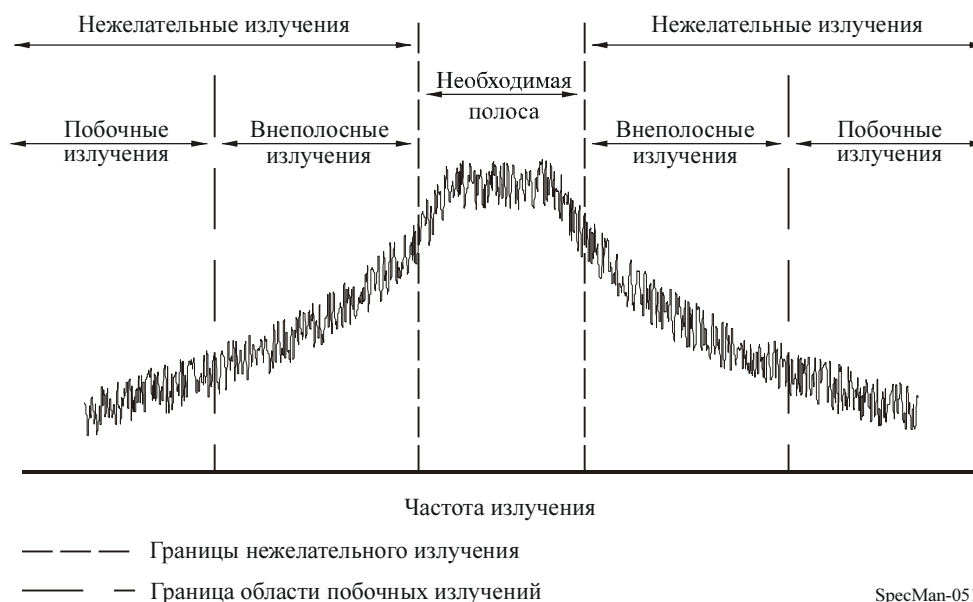
Дальнейшие рекомендации по ширине полосы частот для отдельных излучений можно отыскать в Рекомендации МСЭ-R SM.328. В Справочнике МСЭ-R по радиоконтролю также приведено руководство для практического измерения ширины полосы частот.

e) Нежелательные излучения передатчиков

Нежелательные излучения состоят из внеполосных и побочных излучений. Внеполосные излучения являются главным компонентом нежелательных излучений вблизи полосы основного излучения. Напротив, побочные излучения доминируют в удаленных от основного излучения участках полосы частот. Однако точной границы между ними нет. Для установления практических пределов нежелательных излучений в недавних работах МСЭ-R приведены определения внеполосных и побочных излучений.

РИСУНОК 5.1

Внеполосные и побочные излучения



Непосредственно вне *необходимой полосы пропускания*, исключая область *побочных излучений*, лежит область *внеполосных излучений* – это полоса частот, где преобладают *внеполосные излучения*.

Область *побочных излучений* – это интервал частот вне области *внеполосных излучений* с преобладанием *побочных излучений*.

Внеполосные излучения, определяемые в соответствии с их источником, проявляются в области *внеполосных излучений* и, в меньшей степени, в области *побочных излучений*. *Побочные излучения* могут возникать вне *необходимой полосы излучений*, так же как и в области *побочных излучений*.

Области характеризуют типом преобладающего в них *нежелательного излучения*, границы между областями, за некоторыми исключениями, обычно устанавливают в пределах *полосы*, в 2,5 раза превышающей ширину *необходимой полосы пропускания*. Такие исключения приведены в Рекомендации МСЭ-R SM.1539.

Приложение 3 РР содержит предельные значения *побочных излучений* для различных радиослужб. Дополнительные данные по *нежелательным излучениям* в *полосе побочных излучений* представлены в Рекомендации МСЭ-R SM.329.

Общий метод определения *необходимой полосы пропускания* и сведения о характеристиках *побочных излучений* для различных служб радиосвязи содержатся в Рекомендации МСЭ-R SM.328. Следует отметить, что приведенные характеристики указывают "безопасные границы", полученные на основании рабочих характеристик устройств радиосвязи в случаях успешного применения в региональном или национальном масштабах.

Одним из основных положений инженерной практики управления использованием спектра в отношении нежелательных излучений является воздействие сигналов в полосе побочных излучений на соседнюю полосу, распределенную другой службе. Это в особенности касается передатчиков большой мощности, работающих в полосах, смежных с полосами чувствительных приемников. Спутниковые каналы (космос-Земля), работающие в смежных с радиоастрономией полосах, являются наглядным тому примером, ставшим предметом углубленного изучения в соответствии с Рекомендацией 66 (Пересм. ВКР-2000). Однако на национальном уровне пристальное внимание следует обратить на мощные радиолокационные и радиовещательные передатчики, которые могут оказывать влияние на пользователей смежных диапазонов. Дальнейшие инструкции приведены в Рекомендации МСЭ-R SM.1540.

г) Продукты интермодуляции

Продукты интермодуляции появляются, когда в нелинейное устройство поступают два или более сигнала. Частоты интермодуляционных составляющих третьего порядка равны: $2f_1 \pm f_2$, и $f_1 \pm f_2 \pm f_3$, где f_1 , f_2 и f_3 – несущие частоты передатчиков 1-го, 2-го и 3-го передатчиков, соответственно. В случае одного передатчика интермодуляционные составляющие обычно образуются из-за взаимной модуляции между боковыми полосами. Эти составляющие попадают в соседние каналы. Более серьезные проблемы возникают, когда два или более передатчика расположены на одной станции, и сигнал одного из них попадает в выходные каскады другого.

Наиболее важными являются продукты интермодуляции третьего и более высоких порядков, поскольку их трудно уменьшить с помощью фильтрации из-за того, что они близки по частоте к спектру полезного сигнала. Частоты составляющих третьего порядка образуются из основных частот двух и более расположенных на одной станции передатчиков. Может потребоваться учет составляющих более высоких порядков при совместном размещении большого количества передатчиков на одной станции.

Взаимная связь между антеннами является причиной поступления нежелательных сигналов обратно в мощные выходные каскады каждого передатчика. Выходной каскад усилителя мощности может оказаться нелинейным комплексным сопротивлением для мешающих сигналов, поступающих обратно в передатчик, из-за чего могут образовываться и повторно излучаться интермодуляционные составляющие. Величина результирующего излучаемого нежелательного сигнала зависит, в первую очередь, от:

- мощности взаимодействующих передатчиков;
- переходного затухания между антеннами;
- потерь преобразования – это отношение мощности мешающего сигнала от внешнего источника к мощности интермодуляционной составляющей, измеренное на выходе передатчика, подвергающегося действию помех, при отключенных частотно-избирательных цепях передатчика; и
- частотной избирательности выходных цепей передатчика и антенны.

Потери преобразования в выходном каскаде передатчика определяются широкополосной нелинейной функцией выходного каскада и степенью развязки между нелинейной функцией и нагрузкой. В ЧМ передатчиках с использованием твердотельных усилителей класса С потери преобразования находятся в диапазоне приблизительно от 3 до 20 дБ. В линейных передатчиках, предназначенных для работы в режиме однополосной модуляции, потери преобразования составляют около 50 дБ. Для НЧ, СЧ и ВЧ вещательных передатчиков потери преобразования для типового лампового усилителя мощности могут составлять не более 10 дБ.

Передатчики, использующие общий усилитель мощности, могут генерировать интермодуляционные составляющие. Несколько передатчиков могут использовать одну антенну, причем объединение сигналов осуществляется до их усиления. Для передатчиков, работающих с общим усилителем мощности, появление интермодуляционных составляющих наиболее вероятно именно в мощном усилителе. Обычно уровень генерируемых внутри составляющих обратно пропорционален коэффициенту полезного действия усилителя.

Интермодуляционные составляющие могут создаваться близкими к антеннам нелинейными элементами. Нежелательные гармоники и продукты перекрестной модуляции могут создаваться возбуждаемыми проводниками, содержащими нелинейные соединения, в антеннах или металлических конструкциях вблизи передатчиков. Нелинейные элементы могут создаваться соединениями металл-металл в антенных мачтах и фидерах. Некоторые нелинейные элементы образуются при неизбежном использовании соединений разнородных металлов и вследствие коррозии.

Коррозия представляет собой постоянную угрозу, особенно для прибрежных станций и на территориях с загрязненной атмосферой. Тщательное выполнение всех соединений в металлоконструкциях и антеннах является единственным способом избежать нежелательного эффекта. Дальнейшие подробности приведены в разделе по проектированию размещения оборудования на одной станции.

Дальнейшая информация и справочник по интермодуляционным составляющим содержатся в Рекомендации МСЭ-R SM.1446 и в Отчете МСЭ-R SM.2021.

g) Чувствительность радиоприемников

Нижеследующий текст основан на Рекомендации МСЭ-R SM.852. В нем определяется критерий отношения сигнал/помеха, обычно используемый для измерения чувствительности радиоприемников. В соответствии с ним, мера чувствительности одноканальных аналоговых приемников излучения класса F3E, используемых морскими и сухопутными подвижными службами, определяется как:

По методу SINAD, в котором используется отношение (Сигнал + Шум + Искажения)/(Шум + Искажения) или $SND/ND = 12$ дБ, измеренное на выходе с режекторным фильтром при наличии модуляции для контрольного сигнала.

Измерение чувствительности необходимо производить с рабочими фильтрами полосы сигнала, если они имеются в приемнике. В большинстве случаев чувствительность приемника снижается при наличии нежелательных сигналов на его входе. Для полного описания приемника, его чувствительность следует измерять в присутствии и при отсутствии мешающих сигналов. Наиболее вероятные режимы ухудшения чувствительности рассматриваются ниже в настоящем разделе.

Для приемников с цифровой модуляцией, где имеется непосредственный доступ к восстановленному цифровому потоку, чувствительность наилучшим образом измеряется с использованием критерия частоты появления ошибочных битов.

5.2.3 Качественные показатели

В цифровых системах передачи речи качественные показатели речевого процессора должны оцениваться субъективными методами, однако, качественные показатели канала передачи могут быть измерены по частоте появления ошибочных битов. Существуют зависимости частоты появления ошибочных битов от отношения сигнал-помеха и качества передачи речи для таких систем цифрового кодирования речевого сигнала, как импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) и дельта-модуляция с переменной крутизной (CVSD). По мере стандартизации других систем цифрового кодирования, таких как линейное предсказание с кодовым возбуждением (CELP), становятся доступными аналогичные зависимости частоты появления ошибочных битов и качества передачи речи.

Для передачи данных предпочтительным критерием является вероятность ошибки по битам. Он не зависит ни от структуры сообщения, ни от его содержания, и может применяться ко всем системам. Существуют зависимости частоты появления ошибок как функции от отношения E_b/N_0 для всех распространенных видов цифровой модуляции и методов коррекции ошибок.

5.2.3.1 Показатель и индекс разборчивости

Основной критерий разборчивости речевой системы выражается в виде процента слов, правильно принятых в канале, подверженном помехам. Эта мера разборчивости называется показателем разборчивости (AS). Для того чтобы можно было обойти трудности, связанные с проведением AS-тестов, была разработана и откалибрована для различных типов помех процедура измерения индекса разборчивости (AI).

Опыт показал, что наименьшим значением AI, которое последовательно обеспечивает достоверную передачу обычной речевой информации является значение 0,7 по шкале с диапазоном от 0 до 1, а наименьшим приемлемым значением AI для полезной линии связи является значение 0,3.

5.2.3.2 Минимальные пороговые уровни помех

Минимальный пороговый уровень помехи (MINIT), хотя и не является пороговой мерой качества, весьма полезен для определения влияния помех при передаче речевых сигналов. Это уровень, при котором помеха впервые обнаруживается на звуковом выходе. Поскольку указанный уровень определяется путем субъективной оценки, ему присуща изменчивость, связанная с человеком-наблюдателем, а также с методом, которым наблюдатель определяет пороговый уровень. В частности, пороговый уровень может быть определен по уменьшению или увеличению уровня помехи относительно фиксированного уровня полезного сигнала. В первом случае испытание начинается при очень заметной помехе и заканчивается, когда помеха становится едва различимой. Во втором случае помеха увеличивается до тех пор, пока испытатель не отметит, что впервые слышит помеху.

Тестирование также может быть осуществлено и без полезного сигнала. Этот вид тестирования обычно применяется для звуковых систем высокого качества или звукового сопровождения телевидения в случае, когда наличие помехи при отсутствии полезного сигнала может быть неприемлемо. В этом случае может потребоваться более низкий пороговый уровень помех, чем при наличии полезного сигнала, поскольку полезный сигнал маскирует наличие помехи.

Измерения показали, что MINIT является функцией отношения помеха/шум. Поэтому для заданного отношения сигнал/шум уровень MINIT также соответствует отношению сигнал/помеха.

Уровень MINIT является порогом, который может быть использован как граница между областью пренебрежимо малой помехи и областью допустимой помехи и который может применяться при решении проблем координации частотных присвоений.

5.2.3.3 Цифровая форма речевых сигналов

Показатель разборчивости для цифровых речевых кодеров, повторяющих форму сигналов, таких как ИКМ и CVSD, обычно нечувствителен к коэффициентам ошибок менее 10^{-4} и ухудшается до 0,7 при значениях коэффициента ошибок 3×10^{-2} для ИКМ и 10^{-1} для CVSD. Обычно считаются неприемлемыми более высокие значения коэффициента ошибок, при которых ухудшения происходят очень часто. В приложениях, где требуется высокий уровень отношения сигнал/шум, должны использоваться высокие скорости передачи данных, и ухудшение может наблюдаться при низких значениях коэффициента ошибок, таких как 10^{-6} . Как правило, предполагается, что повторители формы сигнала источника обеспечат похожие характеристики даже при гораздо более низких скоростях передачи данных.

5.2.3.4 Цифровые системы

В качестве минимального коэффициента ошибки на бит для цифровой системы была выбрана вероятность ошибок 10^{-6} . В качестве максимального и среднего коэффициентов ошибки на бит для цифровых систем была выбрана вероятность ошибок 10^{-2} и 10^{-4} , соответственно. Пороговые уровни были выражены через вероятности ошибок, а не в виде коэффициента ошибок по символам, так что результаты будут применимы ко всем системам, независимо от структуры сообщений. Отношение E_b/N_0 , требуемое для достижения этих пороговых значений, определяется для различных видов модуляции.

5.2.3.5 Воздушные системы

В Рекомендации МСЭ-R SM.851 определяются пороговые уровни помех для самолетного радиомаяка посадки (ILS), всенаправленного приводного радиомаяка и приемников COM.

5.2.3.6 Телевизионные сигналы

Для определения уровней ухудшения изображения ТВ сигналов используются две шкалы: 6-уровневая шкала TASO и 5-уровневая шкала по методу двойных стимулов МСЭ-R. С 1974 года была рекомендована 5-уровневая шкала, которая показана в таблице 5-2. Для наземной радиовещательной службы (телевидение), испытывающей воздействие кратковременных тропосферных помех, максимально допустимый уровень помех должен соответствовать оценке 3 по шкале МСЭ-R и оценке 4 в случае помех, действующих в течение более 50% времени. Для радиовещательной спутниковой службы (телевидение) допустимый уровень помех должен соответствовать оценкам 4 и 5.

ТАБЛИЦА 5-1

Шкала ухудшения по методу двойных стимулов МСЭ-R

Оценка	Критерий помех
5	Незаметная
4	Заметная, но не раздражающая
3	Слегка раздражающая
2	Раздражающая
1	Сильно раздражающая

5.3 Средства технического анализа

5.3.1 Модели распространения радиоволн

Потери при распространении радиоволн являются одним из основных параметров, который должен учитываться при определении реального размера зоны обслуживания радиосистемы и уровня непреднамеренных помех.

Существует семь видов распространения радиоволн, а именно: волноводное, посредством земной волны, ионосферной волны, пространственной волны (состоящей из прямой волны и волны, отраженной от земной поверхности), дифракция, тропосферное рассеяние и распространение в пределах прямой видимости (связь пункта с пунктом или связь в направлении Земля-космос). В таблице 5-2 приведены сводные данные о видах распространения радиоволн, дальности действия, использования полос частот, возможных уровнях помех для диапазонов частот от ОНЧ до КВЧ.

ТАБЛИЦА 5-2

Виды распространения радиоволн и их использование для различных диапазонов частот

Диапазон	Частота	Вид распространения	Дальность	Ширина полосы частот	Дальность действия помех	Использование
ОНЧ	3–30 кГц	Волноводный	Несколько тысяч км	Очень ограниченная	Очень большая	В мировом масштабе, радионавигационная и стратегическая связь на большие расстояния.
НЧ	30–300 кГц	Земная волна, ионосферная волна	Несколько тысяч км	Очень ограниченная	Очень большая	Радионавигационная и стратегическая связь на средние расстояния.
СЧ	0,3–3 МГц	Земная волна, ионосферная волна	Несколько тысяч км	Средняя	Очень большая	Связь пункта с пунктом на средние расстояния, радиовещательная и морская
ВЧ	3–30 МГц	Ионосферная волна	До нескольких тысяч км	Широкая	Очень большая	Связь пункта с пунктом на большие и короткие расстояния, глобальное радиовещание, подвижная
ОВЧ	30–300 МГц	Пространственная волна, тропосферное рассеяние, дифракция	До нескольких сотен км	Очень широкая	Ограниченная	Связь пункта с пунктом на короткие и средние расстояния, подвижная связь, локальные сети, звуковое и телевизионное радиовещание, персональная связь.
УВЧ	0,3–3 ГГц	Пространственная волна, тропосферное рассеяние, дифракция, в пределах прямой видимости	Как правило менее 100 км	Очень широкая	Ограниченная	Связь пункта и пунктом на короткие и средние расстояния, подвижная связь, локальные сети, звуковое и телевизионное радиовещание, персональная связь, спутниковая связь.
СВЧ	3–30 ГГц	В пределах прямой видимости	30 км; несколько тысяч км для многопролетных линий и спутниковой связи	Очень широкая, до 1 ГГц	Обычно ограниченная	Связь пункта с пунктом на короткие расстояния, звуковое и ТВ радиовещание, локальные сети, подвижная/ персональная связь, спутниковая связь.
КВЧ	30–300 ГГц	В пределах прямой видимости	20 км; несколько тысяч км для многопролетных линий и спутниковой связи	Очень широкая, до 10 ГГц	Обычно ограниченная	Связь пункта с пунктом на короткие расстояния, микросотовые сети, локальные сети и персональная связь, спутниковая связь.

Уровень радиосигнала, принятого после его прохождения по трассе распространения от передающей антенны, зависит от характеристик местности на трассе и от изменчивости ионосферы и тропосферы. Поэтому при детальной оценке уровня сигнала или фактической мощности, теряемой при передаче сигнала, а также степени ослабления сигнала необходимо учитывать местоположение оконечных станций, сезон года и время суток, и необходимые статистические параметры (например, затраты времени в процентах). 3-я Исследовательская комиссия МСЭ-R является экспертной комиссией по вопросам распространения радиоволн. Модели распространения радиоволн характеризуются большой сложностью, поскольку должны учитывать разнообразные явления, такие как отражение, дифракция, рассеяние и волноводное распространение. Для многих целей анализа использования спектра и присвоения частот необходимы упрощенные оценки потерь при распространении радиоволн. Сводный обзор видов распространения радиоволн и анализ помех, влияющих на работу служб радиосвязи, содержится в работе [Vem, 1979]

Пользователю спектра необходима детальная оценка зон обслуживания или надежности передачи сигналов. При планировании или управлении использованием спектра величина зоны обслуживания или уровень сигнала определяется на основе простых и оптимистичных предположений о том; например, что распространение сигнала происходит в свободном пространстве, при этом учитываются потери из-за пространственного расхождения луча (Рекомендация МСЭ-R P.525), но атмосферные явления или экранирование местными предметами не учитываются. Полезный сигнал должен иметь высокую надежность, так что, вероятно, необходимо только учитывать уровень нежелательного сигнала, который, предположительно, имеет место в течение малой части времени работы.

Следует отметить, что при наличии нежелательных сигналов малой продолжительности (помех) для обеспечения того же уровня надежности полезного сигнала следует использовать более точные модели. В этом разделе кратко рассматривается несколько методов распространения радиоволн. Подробнее эти методы рассмотрены в рекомендациях МСЭ-R.

ОНЧ ($f < 30$ кГц)

На частотах ниже 30 кГц потери распространения радиоволн приближаются к уровню потерь при распространении в свободном пространстве. На ОНЧ может наблюдаться эффект распространения радиоволн на сверхдальние дистанции в режиме волноводного распространения между ионосферой и поверхностью Земли.

НЧ ($30 < f < 300$ кГц)

В этом диапазоне частот важно учитывать два различных режима распространения: режим земной волны, который часто определяет уровень полезного сигнала, и режим ионосферной волны (пространственная волна, отраженная от верхних слоев атмосферы), посредством которого часто распространяются мешающие сигналы. Для амплитуды ионосферного сигнала характерны выраженные суточные колебания из-за изменений уровня поглощения в ионосфере. Этот режим распространения используется в областях, где пространственная волна может распространяться не касаясь поверхности земли (оглябая препятствия) на значительные расстояния, называемые иначе шириной зоны радиомолчания.

Вопросы распространения ионосферных волн на этих частотах рассматриваются в Рекомендации МСЭ-R P. 1147, а кривые распространения земной волны включены в Рекомендацию МСЭ-R P.368.

СЧ (300 кГц $< f < 3$ МГц)

В этом диапазоне частот также различаются два режима распространения: режим земной волны и режим ионосферной волны; поэтому множество текстов относится как к НЧ, так и к СЧ диапазонам волн.

Вопросы распространения земных волн для частот от 10 кГц до 30 МГц рассматриваются в Рекомендации МСЭ-R P.368, а соответствующую компьютерную программу, GRWAVE, можно получить через веб-сайт Бюро радиосвязи МСЭ. При оценке уровней сигнала земной волны необходимо знать электрические свойства почвы, в частности проводимость почвы. В Рекомендации МСЭ-R P.832 приведены соответствующие карты. Однако эти карты предназначены в основном для использования в диапазоне ОНЧ и в настоящее время их не существует в цифровом виде и они недоступны для компьютерных применений.

Вопросы распространения ионосферных радиоволн для частот от 150 кГц до 1,6 МГц рассматриваются в Справочнике МСЭ-R по ионосфере и ее влиянию на наземное распространение радиоволн и распространение радиоволн Земля-космос, а метод прогнозирования приведен в Рекомендации МСЭ-R P.1147. В радиовещательном СЧ диапазоне частот достаточно предположить, что распространение ионосферных волн происходит только в темное время суток. На частотах выше 1,6 МГц начинают действовать методы прогнозирования распространения радиоволн на ВЧ, которые описаны ниже. Для подвижных систем связи на частотах выше 1,6 МГц все большее значение также приобретает режим ионосферной волны.

ВЧ ($3 < f < 30$ МГц)

В пределах этого диапазона частот распространение сигналов осуществляется, как правило, через ионосферу и, следовательно, характеризуется значительной изменчивостью. Природа ионосферного распространения предполагает, что междугородные линии связи большой протяженности будут подвержены искажениям, обусловленным многолучевым распространением сигнала, помехам, воздействующим на сигнал, и замираниями. Значительные расстояния, на которые происходит передача сигнала, а также наличие сложных физических процессов в ионосфере обуславливают необходимость использования относительно сложных моделей прогнозирования распространения радиоволн.

При прогнозировании распространения радиоволн на ВЧ используют модели, представляющие собой компьютерные программы, исходными данными для которых служат числовые карты ионосферных характеристик (Рекомендации МСЭ-R P.1239 и P.1240). Компьютерная программа REC 533 представляет собой компьютеризированную версию Рекомендации МСЭ-R P.533, которая прогнозирует для любой трассы, любого сезона года и числа солнечных пятен основную и рабочую МПЧ, уровень напряженности поля, уровень принимаемой мощности, отношение сигнал/шум и степень надежности.

ОВЧ и УВЧ (30 МГц $< f < 3$ ГГц)

В этих диапазонах частот, за исключением самого нижнего участка полосы, распространения радиоволн через обычную ионосферу не происходит. Влияние погоды ограничивается явлениями суперрефракции и волноводного распространения, которые могут быть обусловлены колебаниями градиента стандартного показателя преломления воздушной среды. Другими существенными отклонениями от распространения в свободном пространстве являются тропосферное рассеяние и дифракция на препятствиях на трассе распространения, включая кривизну поверхности Земли, особенности рельефа и здания.

В зависимости от конкретных условий распространения радиоволн для оценки потерь при распространении могут использоваться нижеследующие данные:

- Ослабление радиоволн в свободном пространстве. При некоторых условиях достаточно будет предположить, что полезный сигнал подвергается только ослаблению, обусловленному распространением в свободном пространстве (Рекомендация МСЭ-R P.525).
- Дифракция вокруг гладкой поверхности Земли. Для прогнозирования уровня полезного сигнала на расстояниях, превышающих расстояние прямой видимости, может оказаться желательным учитывать кривизну поверхности Земли. Это пожелание учтено в компьютерной программе GRWAVE, а вопросы улучшения распространения радиоволн за счет дифракции также обсуждаются в Рекомендации МСЭ-R P.526. (См. также Справочник МСЭ-R по кривым распространения радиоволн вблизи поверхности Земли.)
- Распространение радиоволн в конкретных регионах мира или над земной поверхностью с характерными формами рельефа. В Рекомендации МСЭ-R P.1546 приведены кривые для различных радиослужб, диапазонов частот, регионов мира и высот антенн, которые могут применяться в любой конкретной рассматриваемой ситуации.

- Распространение радиоволн над местностью с определенным профилем. В случае необходимости можно произвести детальный расчет параметров распространения радиосигнала на местности, профиль последней определяется при помощи базы топографических данных. Компьютерные алгоритмы разработаны с учетом методов, описанных в Рекомендации МСЭ-R P.526.
- Модель Окамура-Хата. Эта модель основывается частично на Рекомендации МСЭ-R P.1546 и использует формулу Окамура-Хата для расчета ослабления уровня сигнала в зависимости от расстояния и действующей высоты передающей антенны. Это ослабление корректируется в зависимости от плотности застройки вокруг места, где находится приемное устройство, от типа трассы (поверхность суши, морская поверхность или смешанная трасса).
- Longley-Rice (ITS). ITS модель распространения радиосигнала для диапазона частот от 20 МГц до 20 ГГц является универсальной моделью, применимой для решения разнообразных прикладных задач. Эта модель, исходя из теории электромагнитных колебаний и данных статистического анализа особенностей рельефа местности и измерений параметров радиосигнала, позволяет спрогнозировать средний уровень ослабления сигнала и изменения сигнала во времени и пространстве.
- ITM. Модель распространения радиосигнала для пересеченной местности ITM была первоначально разработана по заказу Национального информационного управления систем связи и передачи данных Соединенных Штатов. Она свободно распространяется через <http://elbert.its.bldrdoc.gov/itm.html>.

Кроме того, может также оказаться необходимым учет и других процессов распространения, которые могут привести к возникновению помех. Эти процессы включают:

- *Ионосферное распространение.* В определенные сезоны года и время суток режимы ионосферного распространения, такие как распространение через спорадический слой E, могут обеспечивать распространение радиоволн на большие расстояния на частотах до примерно 70 МГц (см. Рекомендацию МСЭ-R P.534).
- *Суперрефракция и волноводное распространение.* Эти явления рассматриваются в Рекомендациях МСЭ-R P.834 и МСЭ-R P.452.

СВЧ и более высокие частоты ($f > 3$ ГГц)

Описанные ранее факторы распространения радиоволн (за исключением ионосферных волн) действуют даже на более высоких частотах. Однако при этом необходимо учитывать явления ослабления, рассеяния и кросс-поляризации, вызванные влиянием осадков и других атмосферных частиц. На частотах выше примерно 15 ГГц становится необходимым учитывать ослабление сигнала в газах атмосферы Земли.

Дожди и другие осадки, выпадающие на трассе распространения радиоволн, могут создавать ряд проблем. На частотах выше примерно 10 ГГц ослабление в дождевых каплях может привести к существенному ухудшению качества сигнала. Методы оценки распределения вероятностей уровней ослабления обычно основываются на значении интенсивности осадков $R_{0,01}$ (мм/ч), превышаемого в течение 0,01% времени. Это значение должно основываться на длительных измерениях количества выпавших осадков с помощью дождемеров, имеющих временную разрешающую способность в пределах 1 минуты. Если для интересующей области такие данные длительных наблюдений отсутствуют, то вышеупомянутые значения можно определить по шаблонам, представленным на картах, приведенным в Рекомендации МСЭ-R P.837. Для рассматриваемых значений частоты и поляризации "индивидуальное" ослабление можно затем рассчитать согласно Рекомендации МСЭ-R

Р.838. В Рекомендации МСЭ-R P.530 приводится метод определения среднего уровня ослабления для разного времени распространения в пределах прямой видимости.

При наземном распространении радиоволн в условиях ясного неба могут иметь место замирания, обусловленные дифракцией, многолучевым распространением в атмосфере и вдоль земной поверхности, расширением луча, расфокусировкой антенны, ослаблением в атмосферных газах, а в некоторых регионах – песчаными и пыльными бурями. В Рекомендации МСЭ-R P.530 приведены данные, позволяющие оценить влияние большинства этих явлений. Статистические данные климатических изменений содержатся в Рекомендации МСЭ-R P.453. В случае отсутствия данных наблюдений на местах, можно руководствоваться методом определения средних значений плотности водяных паров в атмосфере вблизи земной поверхности, представленным в Рекомендации МСЭ-R P.836, которая в большей степени применима к системам, работающим на частотах выше 20 ГГц.

Распространение на трассе Земля-космос

На трассах Земля-космос наиболее важное значение имеют такие явления распространения радиоволн, как ослабление сигнала, замирания за счет мерцаний и деполяризация сигнала, причем важность каждого из этих явлений определяется геометрией трассы, климатом и параметрами системы связи. Дополнительную информацию можно найти в Рекомендации МСЭ-R P.679 (радиовещательная спутниковая), Рекомендации P.680 (морская подвижная спутниковая), Рекомендации МСЭ-R P.681 (сухопутная подвижная спутниковая) и Рекомендации МСЭ-R P.682 (воздушная подвижная спутниковая служба).

Что касается мешающих сигналов, необходимо обращать внимание на явления кросс-поляризации, обусловленной гидрометеорами (Рекомендация МСЭ-R P.618), вращения плоскости поляризации в ионосфере и ионосферного мерцания (Рекомендация МСЭ-R P.531). Если углы возвышения на трассе становятся небольшими, то потери на трассе будут превышать уровни для свободного пространства и при этом, конечно, возрастет вероятность затенения за счет препятствий.

Рекомендация МСЭ-R P.618 представляет собой основной источник данных о распространении радиоволн и справочник по прикладным аспектам прохождения полезного сигнала в тропосфере при проектировании линий связи Земля-космос. В Рекомендации МСЭ-R P.618 приведены методы определения потерь сигнала в случаях поглощения в газах и ослабления при прохождении через дождевой фронт. В Рекомендации МСЭ-R P.618 даны методы частотного и поляризационного масштабирования статистических данных об ослаблении сигнала, а в Рекомендациях МСЭ-R P.581 и МСЭ-R P.841 дается описание определения статистики "наихудшего месяца". Повышение шумовой температуры неба, происходящее при любых потерях на трассе, также приводит к снижению добротности приемника земной станции, которое может быть определено по формуле, содержащейся в Рекомендации МСЭ-R P.618. Пространственное разнесение площадок может значительно снизить уровень затухания, соответствующий данному годовому проценту времени существенного затухания на трассе, а также снизить влияние мерцания и деполяризации. Расчетные процедуры для оценки выигрыша от применения разноса приведены в Рекомендации МСЭ-R P.618.

Сцинтилляция – это быстрые флуктуации амплитуды сигнала, вызванные изменениями индекса тропосферной рефракции. В Рекомендации МСЭ-R P.618 содержится метод прогнозирования для оценки глубины замираний, вызываемых сцинтилляцией и мерцаниями, для отрезков времени от 0,01 до 50% времени года.

Асимметричные рассеивающие объекты (капли дождя, кристаллы льда) на трассе распространения приводят к деполяризации сигнала в системах с повторным использованием частот и двойной поляризацией. В Рекомендации МСЭ-R P.618 представлен метод оценки кросс-поляризационной селекции (XPD) для частот от 8 до 35 ГГц (и частотного масштабирования до 4/6 ГГц) и углов места на трассе до 60 градусов и менее. Эмпирическая поправка на деполяризацию за счет льда также учитывается при оценке деполяризации от дождей.

5.3.2 Топографические данные

Во многих случаях наличие особенностей рельефа местности может привести к большим колебаниям уровней как полезного, так и нежелательного (мешающего) радиосигналов. Для использования некоторых методов оценки потерь при распространении необходимо знание особенностей местности. Полезно знать данные о различных классах местности, таких как море, другие водные объекты, пустыня, густой лес, лес, сельские, пригородные и городские территории. Для получения дальнейшей информации см. Рекомендацию МСЭ-R P.1058 "Цифровые топографические базы данных для исследования распространения радиоволн".

Построение профилей трасс по топографическим картам традиционно выполнялось вручную. Это трудоемкий, длительный и дорогостоящий процесс. Однако, картографическими институтами выполнен большой объем работ по созданию цифровых карт для отдельных географических районов. Из этих карт можно получить важные сведения для прогнозирования распространения радиоволн. Высота местности, поверхностная растительность, высота и плотность застройки, ширина улиц, геология почвы – особенности, которые также можно использовать, а получение таких данных может оказаться дорогостоящим. Указанная информация о местности может быть получена из аэрофотоснимков или изображений со спутников, включая использование радиолокации с многочастотной антенной с синтезированной апертурой.

Наиболее часто используемый с базами данных о местности метод обеспечивает получение информации о высотах с равными интервалами по координатной сетке. Разрешающая способность данных определяется емкостью цифровой памяти и точностью натуральных изысканий. Требуемое разрешение данных о местности зависит от рассматриваемого диапазона частот. Оно может меняться от менее 1 метра УВЧ/СВЧ до более 1 км для ВЧ. Точность данных (высоты препятствий) должна быть в пределах от 1 м до 1000 м, в зависимости от диапазона частот. Используя хранящиеся данные о местности, можно построить профиль высот трассы между любыми двумя географическими пунктами, имеющимися в базе данных о местности. Эти профили полезны при определении пунктов с прямой видимостью или явлений экранирования местными предметами. Хотя особенности местности весьма важны, не следует игнорировать высоты зданий, особенно в городских или пригородных зонах. Программы расчета потерь при распространении на ЭВМ могут иметь автоматический доступ к базе данных о местности [Chan, 1991 and Palmer, 1981]. Недавно выполненный сбор картографических и других данных привел к созданию топографического набора данных, известного как GLOBE. Одна из его версий стала основой продукта МСЭ-R, названного IDWM. Разрешение данных в продукте – около 30 угловых секунд (1 км по экватору). В 2000 году НАСА начало программу радиолокационного зондирования с синтезированной апертурой с целью получения топографических данных с более высоким разрешением (3 угловых секунды), включая данные о высотах и некоторые сведения об отражении. Это программа известна под названием GLOBE 2 и предполагает получение более однообразных данных.

5.3.3 Выбор модели распространения

При анализе проблем управления использованием спектра частот применяются инженерные модели спектра и соответствующие базы данных. Инженерная модель физического процесса имеет ряд преимуществ: она легче и быстрее поддается изменению. Точность моделирования процесса определяется при ее проектировании и использовании модели. Необычные характеристики отдельной задачи требуют применения изобретательности, гибкости и интуиции при проведении анализа. С учетом этого, описанные данные и модели предназначены для получения основополагающих данных, которые можно использовать в повседневной работе или адаптировать для конкретного случая.

Основываясь на соответствующей модели распространения, можно рассчитать потери при распространении, а, следовательно, и уровень полезного сигнала или уровень помехи.

5.4 Анализ помех

Эффективное использование спектра зависит от эффективности анализа окружающих условий и характеристик системы, обычно статистических по природе, для сведения к минимуму зоны помех. Поскольку помехи снижают качество работы системы и эффективность использования спектра, необходимо рассматривать проектные технические характеристики и технические условия радиосистем, имеющих лицензию для работы данной службы и в заданном диапазоне частот таким образом, чтобы владельцы лицензий не подвергались воздействию помех и не создавали помех другим пользователям.

Важные параметры, подлежащие учету для предотвращения помех, включают определение центральных частот, разнос несущих частот, стабильность частоты, типы излучения (цифровое или аналоговое, а также используемую модуляцию), уровень мощности передатчика или несущих и максимальную эквивалентную изотропно излучаемую мощность (э.и.и.м.) на канал в указанной полосе частот, а также уровни излучений вне полосы. Может также потребоваться учет характеристик антенн, таких как эффективная высота, коэффициент направленного действия для поляризации, минимальное отношение прямого и обратного излучений и угол между основным лепестком и другими пользователями, например, геостационарными спутниками.

Полезный сигнал на входе приемника ухудшается в основном под воздействием четырех видов помех: в совмещенном канале, по соседнему каналу, десенсибилизации и перекрестной модуляции. Первые три вида помех могут быть описаны одним общим уравнением.

В основном, уровень помех на входе приемника является функцией P_t – мощности передатчика источника помех, G_t – усиления антенны источника помех в направлении приемника (дБи), G_r – усиления приемной антенны в направлении источника помех (дБи), $L_b(d)$ – основных потерь на расстоянии разнота d между приемником и источником помех (дБи) и $FDR(\Delta f)$ – частотно-зависимого подавления, определяемого величиной Δf , и выражается формулой:

$$I = P_t + G_t + G_r - L_b(d) - FDR(\Delta f) \quad (1)$$

Частотно-зависимое подавление является функцией величины Δf , представляющей собой разность между частотой настройки на источник помех и частотой настройки приемника. Оно также зависит от характеристик приемника. Дополнительную информацию можно найти в Рекомендации МСЭ-R SM.337. Следует отметить, что уравнение (1) можно также использовать и для расчета полезного уровня сигнала при условии, что потери при распространении вычисляются с использованием соответствующей модели распространения.

Еще одна основная характеристика, относящаяся к радиопомехам в условиях наличия нескольких источников помех – общая мощность помех, равная сумме отдельных мощностей помех:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_K. \quad (2)$$

В следующих разделах приводится краткое описание этих типов помех. Другие типы помех, такие как излучения на гармониках, побочные излучения, паразитные излучения и кросс-модуляция, рассматриваются в п. 5.2.2.

5.4.1 Помехи по совмещенному каналу

Помехи по совмещенному каналу вызываются наличием полезного и мешающего сигналов в одном и том же канале в пределах полосы пропускания усилителя промежуточной частоты (ПЧ). Поскольку как полезный, так и мешающий сигналы перекрываются, то величина $FDR(\Delta f)$ в уравнении (1) равна нулю, и мешающий сигнал нельзя отфильтровать обычными средствами. Уровень помех по совмещенному каналу зависит от характеристик подавления в совмещенном канале приемника и от характеристик излучения передатчика.

В различных радиослужбах расчет помех по совмещенному каналу производится по-разному. В сухопутной подвижной службе станции совмещенного канала разнесены друг от друга на расстояние 120 км в наихудшем случае. Это расстояние меняется в зависимости от различия местных условий и рабочих частот. В сотовых радиосистемах расстояние между станциями совмещенного канала намного меньше, что позволяет повторно использовать каналы в пределах одного и того же города. Для стационарной службы направленность антенны играет важную роль в расчете уровней помех по совмещенному каналу. Это особенно важно для случая, когда наземные станции и земные станции работают в одной и той же полосе частот.

Другая причина помех по совмещенному каналу обусловлена отсутствием координации в ситуациях совместного использования частот. В таких ситуациях число и местоположение возможных источников помех может не быть известно, например, при мешающем излучении бытовой аппаратуры.

5.4.2 Помехи по соседнему каналу

Помехи по соседнему каналу могут возникать из-за работы мешающего сигнала в соседнем канале или из-за побочных излучений передатчика. Уровень помех по соседнему каналу зависит от характеристик подавления приемника по радиочастоте (РЧ).

Основные проявления помех по соседнему каналу возникают в результате взаимодействия между полезными сигналами, помехами и характеристиками приемника для различных частот и значений разноса. Они могут быть выражены в виде параметра разноса по частоте (ЧР), частотно-зависимого подавления (FDR) или относительной величины защитного отношения по радиочастоте. ЧР является минимальной необходимой величиной разноса между приемником и источником помех как функции разности между частотами их настройки. FDR является мерой подавления излучения мешающего передатчика средствами избирательности приемника. Уровень помех по соседнему каналу зависит от величины $FDR(\Delta f)$ в уравнении (1). Защитное отношение представляет собой минимальное требуемое отношение между полезным и мешающим сигналами на входе приемника, обычно выражаемое в децибелах (дБ), когда несущие полезного и мешающего передатчиков имеют одну и ту же частоту или различаются на величину Δf . Защитные отношения подробно рассматриваются в п. 4.4.5 настоящего Справочника.

Когда определено максимальное значение допустимой мощности помехи приемнику I_M , то характеристики приемника являются приемлемыми только в случае, когда

$$L_b(d) + FDR(\Delta f) \geq P_t + G_t + G_r - I_M. \quad (3)$$

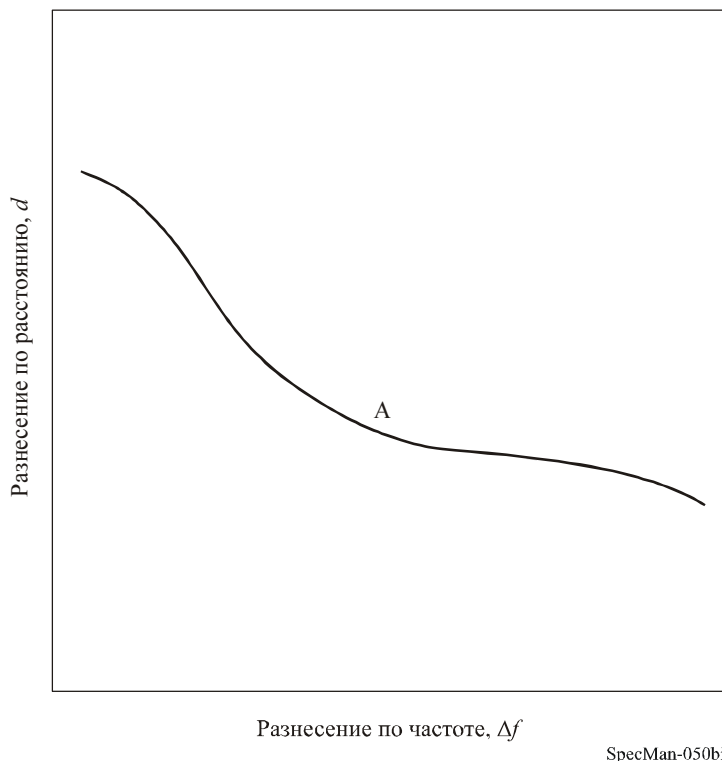
Поясняющая кривая для различных комбинаций значений разноса и область приемлемых характеристик приемника показаны на рисунке ниже. Уравнение, описывающее кривую А, имеет вид:

$$L_b(d) + FDR(\Delta f) = \xi. \quad (4)$$

Выше кривой расположена область приемлемых характеристик приемника. Ниже кривой находится область, в которой характеристики приемника являются неприемлемыми.

Разнесение по частоте и расстоянию. Уравнение, описывающее кривую $A L_b(d) + FDR(\Delta f) = \xi$.

Над кривой находится область приемлемой работы приемника. Ниже кривой находится область неприемлемой работы приемника



Расчеты FDR, ЧР и защитного отношения могут выполняться на малых ЭВМ с использованием описанных методов расчета мощности в соседних полосах частот и каналах. Можно также определять по отдельности составляющие помех в соседнем канале, вызываемые несущей и боковыми полосами.

5.4.3 Десенсбилизация

Десенсбилизация (блокирование, потеря чувствительности приемника) может возникать, когда мешающий передатчик работает в непосредственной близости от приемника. Если мешающий сигнал достаточно сильный, то приемник может перейти в режим насыщения. Уровень десенсбилизации зависит от характеристик подавления на радиочастоте (РЧ), то есть от величины $FDR(\Delta f)$ приемника. Обычно, технические условия предписывают пользователям выбирать избирательность приемника, обеспечивающую подавление таких вредных помех. Общие методы, используемые в целях исключения помех из-за десенсбилизации, включают установку фильтров, изменение местоположения станций и снижение мощности передатчика мешающей станции.

5.4.4 Вероятность помех

Пункт 160 РР определяет *помеху* как "воздействие нежелательной энергии... на прием в системе радиосвязи, проявляющееся в любом ухудшении качества, ошибках потерях информации, которых можно было бы избежать при отсутствии такой нежелательной энергии".

Для оценки воздействия помех применяют моделирование на ЭВМ, модели распространения и модели трафика, разработанные для расчета мощности помехи, отношений уровня несущей к уровню шума и отношений сигнал-помеха. Из-за разнообразия радиооборудования, потерь распространения и интенсивности трафика реально получить лишь вероятностные оценки.

Вероятность помехи зависит от множества факторов, уравнение общего вида может лишь очертить концепцию статистической природы помех. Действительную вероятность помехи следует оценивать в каждом случае отдельно.

В качестве примера возьмем случай по перекрестной модуляции из предыдущего раздела, интермодуляционные составляющие третьего порядка могут создавать помехи приему, когда частоты продуктов перекрестной модуляции попадают в полосу пропускания ПЧ тракта приемника. Вероятность интермодуляционных помех зависит от ряда факторов. В случае интермодуляционных помех приему такими факторами являются характеристики избирательности приемника, входной усилитель приемника и чувствительность приемника для данного значения отношения сигнал/шум, а также дисперсия уровней мощности полезного сигнала и помехи на входе приемника. Для интермодуляционных помех при передаче вероятность интермодуляционных помех является функцией затухания в антенных цепях пораженного передатчика, потери на интермодуляционные преобразования в передатчике, защитное отношение по совмещенному каналу, мощность помехи на выходных зажимах и ослабление интермодуляционных составляющих на пути сигнала между передатчиком и приемником. Вероятность помехи из-за перекрестной модуляции может быть значительно снижена на этапе проектирования для стационарных систем типа пункт-пункт, но снизить ее в сухопутной подвижной службе гораздо труднее.

Расчет вероятности помех на системном уровне включает, например, для систем подвижной связи, влияние:

- внеполосного излучения передатчика на основных каналах радиоприема;
- излучения гармоник передатчиком в канале приема;
- нежелательного излучения передатчика, попадающего в канал приема;
- излучения гармоник на побочном приемном канале;
- интермодуляционные помехи третьего порядка.

Для приема с удовлетворительной вероятностью требуется, чтобы ни один из видов помех не создавал проблему. Можно рассчитать интегральные функции распределения различных видов помех. По этим функциям можно сравнить действие разных видов помех и получить итоговую вероятность приема. Более того, можно сравнить стоимость снижения помех одного вида по сравнению с другим для улучшения качества приема сигнала. Это может дать информацию о том, не следует ли улучшать и оптимизировать характеристики ЭМС приемника и передатчика по критерию суммарной стоимости радиооборудования.

В Отчете МСЭ-R SM.2028 описана методика статистического моделирования для оценки комплексных сценариев, основанная на методе Монте-Карло. Первоначально метод был разработан для пересмотра предельных значений нежелательных излучений в составе Приложения 3 РР. Однако эта методика также пригодна для выполнения следующих работ при планировании использования спектра:

- исследования возможности совместного использования и совместимости различных радиосистем, работающих в одной или соседних полосах частот;
- оценка масок передатчика и приемника;
- оценка предельных значений таких характеристик, как уровни блокирования или перекрестной модуляции в дополнение к нежелательному излучению.

Метод Монте-Карло может виртуально применяться ко всем сценариям возникновения радиопомех. Эта гибкость достигается способом, используемым при задании характеристик системы. Ввод значения любой изменяемой характеристики (диаграмма направленности антенны, излучаемая мощность, трасса распространения, ...) задаются их статистическими функциями распределения. Вот почему даже очень сложные ситуации можно смоделировать с помощью относительно простых элементарных функций. Также можно оптимизировать множество различных систем, например:

- радиовещательные (наземные и спутниковые);
- подвижные (наземные и спутниковые);
- пункт-пункт;
- пункт-многие пункты и т. д.

Принцип действия метода лучше всего объясняется следующим примером, где полагают, что только нежелательные излучения являются помехами. Вообще говоря, метод Монте-Карло применим и к другим параметрами радиосвязи, таким как внеполосные излучения, блокирование приемника и перекрестная модуляция. Некоторые примеры применения этой методики:

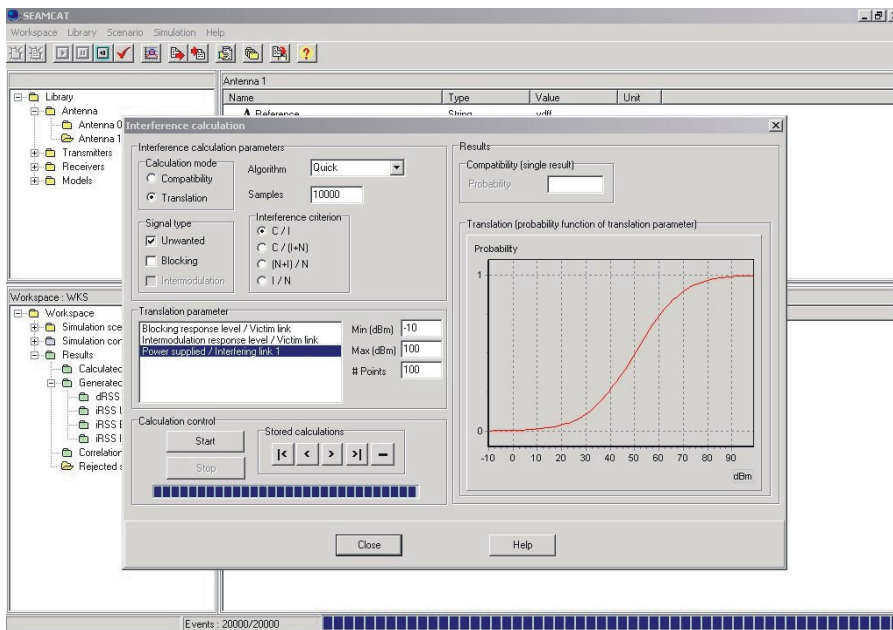
- исследование совместимости цифровой ведомственной системы подвижной связи (TETRA) и GSM на частоте 915 МГц;
- исследование совместного использования систем фиксированной и фиксированной спутниковой служб;
- исследование совместного использования устройств малого радиуса действия (Bluetooth) и RLAN в диапазоне 2,4 ГГц, отведенном для использования ISM оборудованием;
- исследование совместимости IMT-2000 и PCS1900 в участках спектра в районе 1,9 ГГц;
- исследование совместимости сверхширокополосных систем и других радиосистем, работающих в том же диапазоне.

Методика, содержащаяся в Отчете МСЭ-R SM.2028, была применена в пакете программного обеспечения Spectrum Engineering Advanced Monte Carlo Analysis Tool (SEAMCAT®). Пакет SEAMCAT можно получить бесплатно в Европейском офисе радиосвязи (European Radiocommunications Office – ERO), а также можно непосредственно загрузить с сайта: www.ero.dk.

Пакет SEAMCAT обеспечивает полную описанную выше в настоящем разделе функциональность с использованием простого графического интерфейса пользователя. Пример результата использования показан на рис. 5.2 и 5.3.

РИСУНОК 5.2

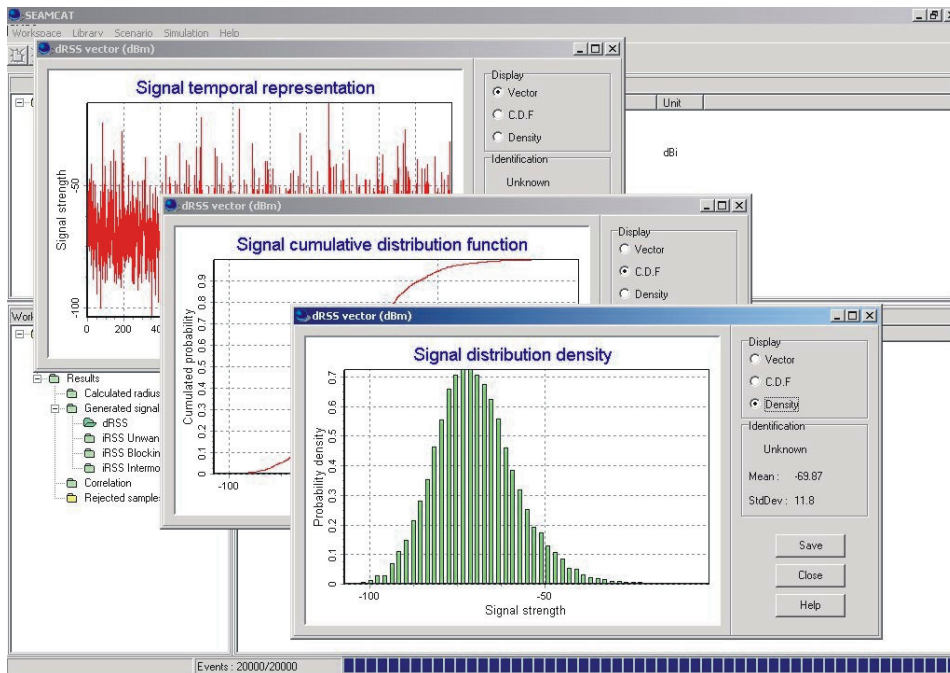
Пример графического интерфейса пользователя пакета SEAMCAT



SpecMan-052

РИСУНОК 5.3

Еще один пример графического интерфейса пользователя пакета SEAMCAT



SpecMan-053

5.5 Совместное использование полос частот

Растущий спрос на услуги новых и расширение существующих служб радиосвязи придает большую важность разработке технических средств для повышения эффективности использования спектра путем совместного использования.

Совместное использование спектра разными службами имеет место в случае, когда две или более службы радиосвязи эффективно используют одну и ту же полосу частот. В Статье 1 РР (пп. 1.166–1.176) определяются характеристики, которые следует учитывать при совместном использовании частот. Совместное использование частот является эффективным способом улучшения использования спектра. Перед присвоением новой частоты следует рассмотреть возможность совместного использования присвоенных частот.

Использование радиочастотного спектра зависит от частоты, времени, пространственного расположения станций, методов модуляции/кодирования и ортогонального разделения сигналов. При любом совместном использовании спектра следует учитывать одну или несколько из этих четырех характеристик. Совместное использование частот можно осуществить простейшим способом, когда любые две из этих характеристик одинаковы, а третья и/или четвертая характеристика отличается в степени, достаточной для обеспечения того, чтобы могли удовлетворительно работать все рассматриваемые службы (две или более). Совместное использование частот также возможно, когда все четыре характеристики одинаковы. В этом случае совместное использование частот осуществляется с применением технических условий, которые не снижают требований к качеству работы рассматриваемых служб.

5.5.1 Технические основы для совместного использования распределенных частот (различными службами)

С течением времени все большая часть спектральных ресурсов начинает использоваться совместно, что позволяет обеспечить возможность работы новых служб и повысить эффективность использования радиочастотного спектра. В таблице 5-3 перечислены некоторые технические методы, позволяющие упростить совместное использование частот. Методы совместного использования группируются по графам в соответствии с четырьмя характеристиками: частотой, временем, пространственным расположением и разделением сигналов. Некоторые из этих методов являются новыми или инновационными и могут обеспечить большую эффективность или придать гибкость в использовании спектра. Многие из этих методов являются результатом внедрения новых технологий, автоматизации анализа и появления новых идей. Некоторые из этих методов являются сложными и включают компьютерное управление использованием частот в реальном масштабе времени. Часто для реализации методов совместного использования частот, приведенных в таблице 5-3, отдельные технические характеристики оборудования необходимо специфицировать. Примерами некоторых таких характеристик являются:

- определение географического расстояния территориального разнесения между местами расположения оборудования служб, совместно использующих частоты;
- определение параметров модуляции служб, совместно использующих частоты, например, цифровая модуляция, расширение спектра;
- предельные значения мощности передатчика, предельные значения плотности потока мощности (п.п.м), азимуты передающей антенны;
- передачи только по архитектуре пункт-пункт;
- использование направленных и адаптивных антенн;
- ограничения, накладываемые на оборудование служб, совместно использующих частоты, по длительности рабочего цикла и типам передаваемых сообщений, например, запрет на непрерывное использование, передача только аналоговых сигналов, только передача данных;

- установленные критерии помех, то есть критерии коэффициента ошибки на бит, требование коррекции ошибок;
- согласованные менее строгие технические критерии использования частот для облегчения совместного использования частот.

ТАБЛИЦА 5-3

Методы упрощения совместного использования частот

Разнос по частоте	Пространственное разнесение	Разделение по времени	Ортогональное разделение сигналов ⁽¹⁾
Планы распределения каналов Сегментирование полосы частот Системы с быстрой перестройкой частоты Динамическое совместное использование: – динамическое присвоение частот в реальном масштабе времени ⁽¹⁾ Многостанционный доступ с частотным разделением каналов (МДЧР) Управление характеристиками спектра излучаемого сигнала Динамически изменяемое распределение спектра Ограничение допустимых отклонений частоты Многостанционный доступ с предоставлением каналов по требованию (DAMA) Разнос по частоте	Совместное использование частот в разных географических пунктах Пространственное разнесение Характеристики антенной системы: – адаптивная антенна (интеллектуальная антенна); – избирательность по поляризации антенны; – избирательность по диаграмме направленности антенны; – пространственное разнесение; – разнесение по углу или диаграмме направленности антенны. Многостанционный доступ с пространственным разделением каналов (SDMA) Физические преграды и экранирование станции	Управление рабочим циклом Динамическое присвоение частот в реальном масштабе времени ⁽¹⁾ Многостанционный доступ с временным разделением каналов (МДВР)	Кодирование и обработка сигнала Упреждающая коррекция ошибок Подавление помех Многостанционный доступ с кодовым разделением каналов (МДКР) Расширение спектра: – прямая последовательность – скачки частоты – импульсная ЧМ Коррекция мощности помехи/полосы частот: – совмещенный канал – динамическое управление уровнем передачи – ограничение плотности потока мощности (п.п.м.) и спектральной плотности мощности (с.п.м.) (рассеяние энергии) Сложность модуляции Кодовая модуляция Адаптивная обработка сигнала Поляризация антенны

⁽¹⁾ Динамическое присвоение частот в реальном масштабе времени упрощает совместное использование частот за счет одновременного использования частотных и временных интервалов. В связи с этим, данный метод представлен в двух колонках таблицы.

⁽²⁾ Эти методы разделения сигнала могут также применяться в технологии частотного, пространственного и временного разделения.

Некоторые из указанных в таблице 5-3 методов являются новыми или пересмотренными и могут обеспечить большую эффективность использования спектра или придать ему большую гибкость. Многие из этих методов являются результатом внедрения новых технологий, компьютерной автоматизации анализа и реализации новых идей. Некоторые из этих методов являются сложными и включают компьютерное управление использованием частот в реальном масштабе времени.

5.5.1.1 Разнос по частоте

Планы распределения каналов

Существует возможность распределять рабочие каналы на однородной или неоднородной основе в процессе конфигурации одной или нескольких систем связи. Этот способ ухода от помех требует предварительной координации для того, чтобы разумное распределение каналов позволило использовать преимущества выбранного типа модуляции.

Сегментирование полос частот

Этот способ, предусматривающий объединение нескольких каналов или выделение поддиапазона (для систем без каналообразующего оборудования) в интересах различных пользователей или вариантов использования подобен планированию каналов. В некоторых ситуациях этот вариант оказывается предпочтительным, поскольку приводит к минимизации или отсутствию необходимости координации, допуская совместное использование полосы несколькими пользователями.

Системы с быстрой перестройкой частоты

Системы с быстрой перестройкой частоты выбирают любую рабочую частоту внутри указанного диапазона в реальном масштабе времени, используя метод прослушивания эфира перед началом передачи. Эти системы не используют результатов взаимной координации и решений операторов других систем. Системы с быстрой перестройкой частоты выбирают неиспользуемые участки спектра для связи. Системы таких типов могут оказаться непригодными для сетей связи общего пользования или для передачи критичных данных, поскольку весьма подвержены воздействию помех.

Динамическое совместное использование

Использование передовых средств вычислительной техники при управлении спектром предоставляет огромные возможности для совместного использованию частот, а потому – огромные возможности для снижения неэффективности, вызванной жесткими ограничениями использования частотного диапазона для разных служб. Динамическое совместное использование частот различными системами одинаковых или подобных служб позволяет нескольким системам, использовать одни и те же частоты в одном и том же географическом регионе в разное время.

Многостанционный доступ с частотным разделением каналов (МДЧР)

Многостанционный доступ с частотным разделением каналов (МДЧР) состоит в назначении каждому пользователю части полосы частот и в ограничении его доступа только к назначенной части. Ортогональность достигается в частотной области.

Управление характеристиками спектра излучаемого сигнала

Управление характеристиками спектра излучаемого сигнала расширяет область доступного для радиосвязи спектра, ограничивая область спектра, теряемую из-за нежелательных (побочных и внеполосных) излучений.

Динамически изменяемое распределение спектра

Другой метод совместного использования, позволяющий гибко использовать спектральные ресурсы - динамически изменяемое распределение спектра, представляющее собой совместное в реальном масштабе времени использование участка спектра двумя службами, когда одна из служб имеет больший приоритет, чем другая.

Ограничение допустимых отклонений частоты

Допустимые отклонения частоты – это максимальный разрешенный уход центральной частоты излучения от присвоенной частоты или характерной частоты излучения от опорной частоты. Ограничение допустимого отклонения частоты уменьшает потерю спектра, управляя допустимым уходом частоты передаваемого сигнала, что увеличивает число систем, способных работать в пределах некоторой области спектра.

Многостанционный доступ с предоставлением каналов по требованию (DAMA)

Главным недостатком жесткого назначения каналов является трудность учета случайных изменений трафика. В случае узких каналов с низким трафиком от каждой станции, когда сеть или система обслуживает большое число станций, для повышения эффективности использования спектра предпочтительно использование технологии DAMA. Типичным примером такого применения является система ОКН (один канал на несущую с использованием DAMA и система SPADE (один ИКМ канал на несущую для многостанционного доступа по требованию).

Разнос по частоте

Когда присутствуют частотно-зависимые замирания, причем замирания на разных частотах имеют разный уровень с малой или незначительной корреляцией, использование частотного разнеса в сочетании с переключением на свободный от ошибок канал может обеспечить значительный выигрыш при разнесенном приеме. Выигрыш усиления при частотном разнесе зависит от характеристик замираний и коэффициента корреляции между частотами разнеса, а также параметров переключения на свободный от ошибок канал.

5.5.1.2 Пространственное разделение

Совместное использование частот в разных географических пунктах

Пользователи на различных географических территориях могут использовать одни и те же частоты, если их разделяют достаточно большие расстояния. Совместное использование частот в разных географических пунктах – это метод, говорящий сам за себя, и практически используемый в течение долгого времени.

Пространственное разнесение

Выбор места расположения передающего оборудования – это, прежде всего, выбор места эксплуатации на разумном удалении от других станций, работающих на той же частоте.

Характеристики антенной системы

Существуют различные возможности использования характеристик антенной системы для облегчения совместного использования частот или для снижения взаимных помех. Наиболее очевидный способ – применение настолько узконаправленных антенн, насколько позволяют существующие технологии.

Многостанционный доступ с пространственным разделением каналов (SDMA)

Этот метод был разработан для выделения передаваемого сигнала по пространственной ориентации в соответствии с управляемым изменением диаграммы направленности антенны. Этот метод имеет исключительную важность для новых приложений спутниковой связи, беспроводного абонентского доступа и сотовых систем подвижной радиосвязи.

Физические преграды и экранирование станции

Экранирование может ограничить направление, в котором передатчик способен излучать радиоволны и, тем самым, мешать другим системам, а приемник – принимать помеху. Такие преграды позволяют расширять совместное использование частот, координируя географическое размещение и совместную работу систем, которые могут создавать взаимные помехи друг другу. Экранирование может быть выполнено с использованием естественных препятствий, таких как растительность, особенности рельефа или здания.

5.5.1.3 Разделение по времени

Совместное использование частот

Пользователи могут совместно использовать спектр с разделением по времени, как, например, водители такси попеременно используют одну частоту или операторы радиосвязи гражданского диапазона (СВ) используют одни и те же частоты.

Управление рабочим циклом

Рабочий цикл складывается из длительности и частоты следования импульсов. Он также характеризуется отношением средней выходной мощности к максимальной выходной мощности.

Динамическое присвоение частот в реальном масштабе времени

Другой метод совместного использования частот, позволяющий гибко использовать спектр – динамическое выделение полос, представляющее собой совместное – изменяемое в реальном масштабе времени - использование блоков спектра двумя службами, причем одна служба имеет приоритет над другой. При динамическом присвоении частот каналы, находящиеся в спектральном блоке, делятся на две группы, величины которых динамически меняются в зависимости от ситуации.

Многостанционный доступ с временным разделением каналов (МДВР)

Метод многостанционного доступа с временным разделением каналов (МДВР) состоит в назначении каждому пользователю фиксированных заранее заданных канальных временных интервалов, пользователь имеет доступ ко всей полосе частот, но только во время отведенных ему интервалов.

5.5.1.4 Разделение сигналов

Кодирование и обработка сигналов

Существуют различные методы, обычно называемые кодированием (или кодовой модуляцией) и обработкой сигнала. Кодирование может быть частью процесса модуляции (канальное кодирование, как в методе МДКР), а может также производиться в исходном сигнале перед его передачей (кодирование источника, как, например, сжатие строк данных).

Упреждающая коррекция ошибок (FEC)

Одним из способов является использование в цифровых каналах упреждающего исправления ошибок для снижения отношения $C/(N + I)$. Применение метода FEC позволяет снизить пороговую мощность за счет уменьшения пропускной способности или увеличения необходимой полосы частот. В этом случае, методы кодирования источника используются для обнаружения ошибок и управления передатчиком для запроса повторной передачи ошибочного блока данных.

Подавление помех

Продвинутым методом подавления помех является нелинейное подавление помехи с использованием мощных алгоритмов обработки сигнала, использующих свойства корреляции спектра полезного сигнала и спектра помехи.

Многостанционный доступ с кодовым разделением каналов (МДКР)

Модуляция с расширением спектра или МДКР предоставляет значительные преимущества для единообразного совместного использования спектра одной и той же системой или различными системами.

Метод МДКР допускает наложение сигналов как по частоте, так и по времени. Разделение сигналов достигается за счет применения различных сигнальных кодов в соединении с соответствующими фильтрами (или, что-то же самое, корреляционным детектированием) в назначенных для этого приемниках. Каждому пользователю назначается отдельная кодовая последовательность, которой модулируется несущая, на которую накладываются передаваемые цифровые данные. Существует две общих формы: со скачками частоты и с фазовой манипуляцией. В первом случае частота периодически меняется в соответствии с некоторой известной последовательностью, далее несущая модулируется по фазе цифровой последовательностью данных и кодовой последовательностью. Множественное ортогональное кодирование достигается за счет увеличения занимаемой полосы частот (с целью расширить сигналы по частоте).

Расширение спектра

В передатчиках, использующих метод расширения спектра сигнала в полосе, многократно превышающей полосу исходного сигнала, используется predetermined повторяющийся код. В приемнике для преобразования сигнала к его первоначальному виду используется тот же самый код.

Преимуществом метода расширения спектра является подавление помех. Коммерческие виды использования включают персональную связь, сотовую телефонию, беспроводные системы аварийной сигнализации, локальные вычислительные сети и пейджинговые системы.

Использование системами с расширением спектра перекрывающихся полос частот позволяет повысить эффективность использования спектра (например, совместно с маломощными устройствами, не требующими получения разрешения), но с ростом числа систем расширением спектра увеличивается и вероятность возникновения помех. Распространение систем с использованием метода прямой последовательности (ПП) может существенно увеличить фоновый уровень шума, снижая тем самым эффективность работы узкополосных систем. При значительном увеличении числа систем со скачками частоты возникновение помех, хотя и кратковременных, может стать столь частым, что затруднит их работу.

Коррекция мощности помехи/полосы частот

Если предположить, что шум и помехи одинаково влияют на эффективность работы приемника, как это имеет место в некоторых системах, то, с учетом нелинейной природы приемлемого значения отношения несущей к уровню помехи (C/I) как функции отношения несущая-шум (C/N) при постоянной величине $C/(N + I)$, может быть использован метод коррекции мощности или полосы. Метод состоит в увеличении мощности передатчика в системе, подвергающейся действию помех. Увеличением мощности передатчика в системе с ограниченным уровнем шума на небольшую величину, например, на 3 дБ, достигается значительно более существенное снижение допустимого уровня помех, например на 10 дБ.

Сложность модуляции

Использование квадратурной амплитудной модуляции (М-КАМ) с большим числом состояний и продвинутой структуры сигнала позволяет увеличить скорость передачи по каналу с фиксированной шириной полосы частот или снижения требуемой ширины полосы частот для заданной скорости передачи, с одновременным увеличением отношения мощности к показателю использования спектра. Повышение сложности модуляции обычно требует использования более надежного кодирования с коррекцией ошибок, а для достижения требуемых качественных показателей передачи также может потребоваться более сложная динамическая канальная обработка сигнала.

Кодовая модуляция

Технология FEC позволяет улучшить использование мощности. Однако она снижает эффективность использования спектра из-за введения избыточности во временной области. Хорошим методом повышения использования мощности без ухудшения эффективности использования спектра является кодовая модуляция, соединяющая модуляцию с кодированием путем введения избыточности в параметры модулирующего сигнала.

Адаптивная обработка сигнала

Новейший метод адаптивной обработки сигнала является ключевым для реализации преимуществ систем высокоскоростной беспроводной цифровой передачи нового поколения. Это достигается использованием:

- адаптивного выравнивания (коррекции) в частотной и/или временной области;
- адаптивного управления мощностью передатчика;
- разнеса антенн, включая вертикальный пространственный разнос и/или горизонтальный пространственный разнос с различными адаптивными схемами сложения разнесенных сигналов;
- частотный разнос, включая переключение в реальном масштабе времени на канал, свободный от ошибок для коррекции изменения задержки распространения;
- устранения или подавления помехи/эхо-сигналов и обнаружение в реальном масштабе времени других пользователей для борьбы с помехами;
- (ортогональная) параллельная передача на многих несущих (OFDM) для борьбы с сильными дисперсионными искажениями для широкополосных сигналов;
- предискажения или метод нелинейной коррекции нелинейных искажений; и т. д.

Метод реализует в реальном масштабе времени адекватные меры противостояния изменениям среды передачи, вызывающим изменения уровня принимаемого сигнала и его дисперсии.

Поляризация антенны

Как указано выше, роль поляризации антенны, например, использование ортогональной поляризации очень важна на практике для обеспечения возможности многократного использования частот для наземной цифровой радиосвязи, спутниковой связи, узкополосных/широкополосных беспроводных систем радиодоступа, а также для систем подвижной связи. Подробное описание методов, приведенных в таблице 5-4, приводится в Рекомендации МСЭ-R SM.1132.

В следующем разделе некоторые методы совместного использования рассматриваются на конкретных примерах.

5.5.2 Совместное использование полос частот сухопутной подвижной и радиовещательной службами

Совместное использование полос с пространственным разнесением сухопутной подвижной и радиовещательной службами в диапазонах ОВЧ и УВЧ описано в Рекомендации МСЭ-R SM.851. Для обеспечения удовлетворительной работы двух служб указываются максимальные уровни напряженности поля помех на входе приемников.

Для защиты телевизионной и звуковой радиовещательных служб от сухопутной подвижной службы, применяющей угловую модуляцию, значение медианы напряженности поля, при котором в случае телевизионного вещания обеспечивается защита от помех, должно соответствовать приведенному в Рекомендации МСЭ-R BT.417. Эти значения являются максимальными, взятыми из собранных во всем мире данных о медианных значениях защищаемого уровня напряженности поля.

ТАБЛИЦА 5-4

Значения напряженности поля, обеспечивающие защиту радиовещания

Полоса частот (МГц)	Напряженность поля (мкВ/м)
44–108	48
66–108	54 для стерео ЧМ передач
137–254	56
470–582	65
582–960	70

Представленные в таблице значения применяются при высоте антенны 10 м над уровнем земли. Для определения соответствующих значений напряженности поля в конкретных городских зонах со зданиями высотой значительно более 10 м и для ретрансляционных передатчиков, когда могут потребоваться более высокие уровни напряженности поля требуются дополнительные исследования. Потенциальные помехи от базовой станции сухопутной подвижной службы рассчитывается, исходя из поля помех:

$$F_i = E(50, T) + A + B \cdot E(50, T) \quad (5)$$

это напряженность поля мешающего передатчика, превышенная в 50% мест в течение промежутка времени $T\%$ (от 1 до 10%) при высоте антенны 10 м, и определяемая по Рекомендации МСЭ-R P.370. A (дБ) – это требуемое защитное отношение для телевизионного вещания, более подробно рассматриваемое в п. 3.4.5 настоящего Справочника. B – избирательность антенны (дБ). Для смешанной поляризации $B = 0$; для ТВ вещания с горизонтальной поляризацией $B = -15$, за исключением некоторых стран Района 2, где $B = -9$; для звукового радиовещания величину B следует рассчитывать в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R BS.599. Результирующий эффект действия множественных помех от базовых станций рассчитывается как сумма мощностей.

Ниже приведены желательные значения медианы напряженности поля для защиты сухопутной подвижной службы, использующей угловую модуляцию, от помех, причиняемых радиовещательными службами, в совместно используемых полосах частот, при разносе каналов в приемнике сухопутной подвижной службы 25 или 30 кГц:

ТАБЛИЦА 5-5

Значения напряженности поля, обеспечивающие защиту сухопутной подвижной службы

Полоса частот (МГц)	Напряженность поля (мкВ/м)	
	Раздражающая помеха (Оценка 3)	Значительная помеха (Оценка 4)
44–68	16	19
68–87,5	15	20
87,5–108	14	20
137–254	14	21
470–582	20	24
582–960	30	38

При уменьшении оценки для распознавания речи требуются дополнительные усилия; следовательно, при оценке 5 мешающее воздействие почти отсутствует, при оценке 4 – создается "заметная" помеха, а при оценке 3 – создается "раздражающая" помеха. При разносе каналов 12,5 и 15 кГц приведенные значения следует увеличить на 3 дБ. Для разнеса каналов более 30 кГц требуются дополнительные исследования.

Принимаемая мощность на входе подвижного приемника вычисляется по формуле:

$$P_r \text{ (дБм)} = E - 20 \log F - L_c + G_r - 77,2, \quad (6)$$

где:

E : напряженность электрического поля (дБ(мкВ/м))

F : частота (МГц)

L_c : потери в кабеле между антенной и приемником (дБ)

G_r : усиление приемной антенны (дБи).

Напряженность поля мешающего передатчика, превышенная в 50% мест в течение промежутка времени (от 1 до 10%) при высоте антенны 10 м, определяется по Рекомендации МСЭ-R P.370. Избирательность антенны при воздействии горизонтально-поляризованных излучений ТВ вещания составляет 18 дБ для базовых станций и 8 дБ для сухопутных подвижных станций. Избирательность антенн не учитывалась для случаев передачи с вертикальной или смешанной поляризации.

В случае совместного использования полосы частот (с оценкой 3) сухопутной подвижной и звуковой радиовещательной службами для различных значений разнеса частот между несущими частотами двух служб защитные отношения для сухопутной подвижной службы, использующей разнос каналов 12,5 кГц, равны:

ТАБЛИЦА 5-6

Защитные отношения для сухопутной подвижной службы

Частотный разнос (кГц)	Защитное отношение (дБ)
0	8
25	6
50	-5,5
75	-17,5
100	-27,5

Для других значений оценки качества обслуживания и разнесов каналов требуются дополнительные исследования.

5.5.3 Совместное использование фиксированной и радиовещательной службами

Процедуры, используемые для определения критериев совместного использования частот радиовещательной службой (звуковой и телевизионной) и фиксированной службой, когда они работают одновременно в одной и той же или в соседних полосах частот диапазонов ОВЧ или УВЧ, рассматриваются в Рекомендации МСЭ-R SM.851 (для аналоговых систем).

5.5.4 Совместное использование с радиолокационными системами

Радиолокационные системы применяют для выполнения множества функций, включая радиолокацию, радионавигацию, измерение высоты, метеорологические приложения, в радиолокационной астрономии и для зондирования Земли. Большое разнообразие применений радиолокаторов делает их, по существу, наиболее многочисленной группой пользователей радиочастотного спектра.

Разнообразие характеристик радиолокаторов по используемой частоте, мощности, свойствам антенн и форме сигналов определяет весьма сложную электромагнитную обстановку. Большинство радиолокационных систем работает в сканирующем режиме и охватывает трехмерное пространство помех. Поскольку радиолокационные системы эксплуатируются на стационарных и подвижных наземных площадках, на борту судов и летательных аппаратов и на космических объектах, появление помех от радиолокационных систем другим службам радиосвязи неизбежно. Общим фактором является то, что влияние наземной и тропосферной компонент на распространение радиоволн в диапазоне от 200 МГц до 40 ГГц незначительны. Однако на частотах примерно от 5 ГГц до 40 ГГц влияние атмосферы, а особенно осадков, становится значительным.

Совместное использование частот радиолокационной службой с другими службами осуществляется обычно только на вторичной основе или без требований защиты от помех. Поэтому возможность совместного использования частот с нерадиолокационными системами следует тщательно рассматривать. Это, в первую очередь, обусловлено высокой мощностью радиолокационных систем и возможностью появления межсистемных помех. Однако, существует много примеров успешного совмещения радиолокационных станций с другими службами.

Один из примеров успешного совмещения радиолокационных систем и других служб имеется в диапазонах частот 5 ГГц. Национальные правила во многих странах допускают работу беспроводных локальных вычислительных сетей (RLAN) в диапазоне 5 ГГц, отведенном на первичной основе для радиолокации и используемом различными радиолокационными системами. Развитие технологии динамического выбора частоты (DFS), позволяющей RLAN избегать используемых радиолокаторами частот, облегчает возможность совместного использования.

5.5.5 Методы совместного использования систем с расширением спектра

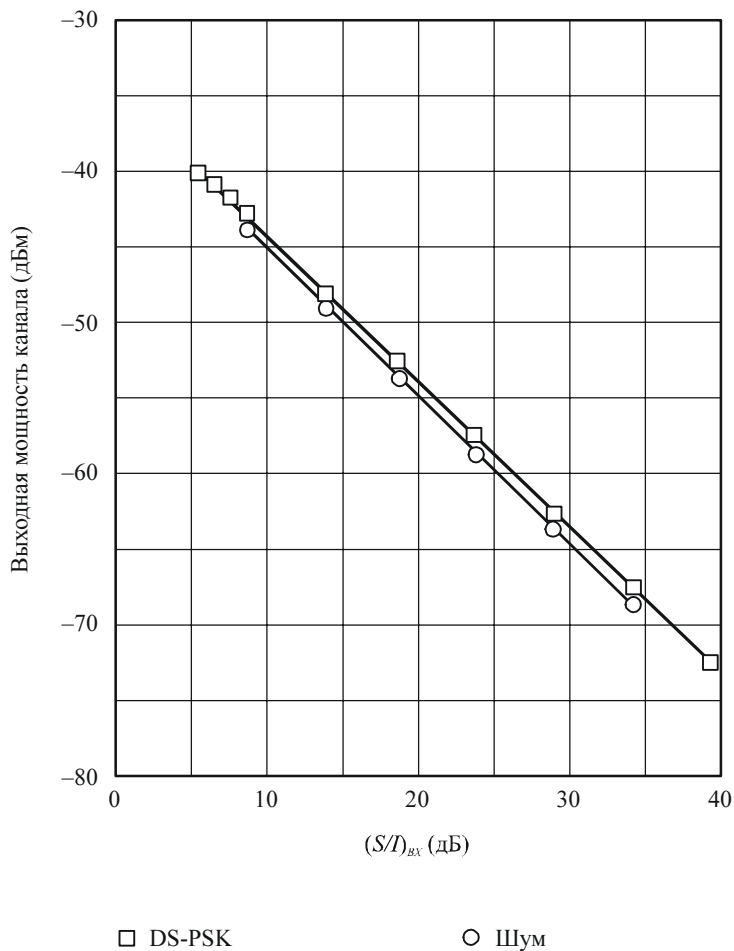
Систему с расширением спектра можно определить как систему, в которой средняя энергия передаваемого сигнала распределена по полосе частот, многократно превышающей информационную полосу частот. В таких системах обычно используется более широкая полоса частот передачи для обеспечения более низкой спектральной плотности и более сильного подавления мешающих сигналов, действующих в той же полосе частот. Поэтому они обладают возможностью использовать спектр совместно с обычными узкополосными системами, благодаря потенциально низкой мощности, попадающей в полосу пропускания узкополосного приемника. Кроме того, системы с расширенным спектром способны подавлять узкополосную помеху. Следует, однако, заметить, что совмещение систем с расширенным спектром с другими системами, существующими в той же полосе частот, увеличит уровень шума в канале и может повлиять на эксплуатационные характеристики узкополосных систем.

Рекомендация МСЭ-R SM.1055 содержит более подробную информацию по использованию технологии расширения спектра, включая примеры совместного использования с применением методов и процедур анализа помех обычным приемникам. В примере 1 из Рекомендации МСЭ-R SM.1055, основанном на данных измерений и результатах моделирования на ЭВМ, показано, что качественные показатели АМ, ЧМ или FDM/ЧМ речевых сигналов будут такими же, как и при воздействии сигнала расширенного спектра по методу прямой последовательности (DS) или белого гауссовского шума. На рисунке 5.4 показаны результаты измерений выходной мощности в верхнем канале смоделированной 600-канальной системы с FDM/ЧМ в присутствии шума и мешающей двоичной DS фазоманипулированного (PSK) сигнала. Небольшое различие между кривыми

обусловлено тем, что спектральная плотность мощности сигнала DS несколько больше, чем у шума. Качество АМ, ЧМ и FDM/ЧМ речевых сигналов в присутствии сигналов со скачками частоты (FH) или импульсного сигнала одинаковое, эти результаты также можно применить к случаю гибридного сигнала FH/DS. При проведении субъективных испытаний разборчивости частота повторения импульсов и длительность импульсного сигнала изменялись. Эти результаты сравнимы с результатами, полученными для случайного сигнала FH. Краткая информация о тенденциях, вытекающих из результатов этих измерений и компьютерного моделирования для случая АМ, приведена в работе [Hatch *et al.*, 1971].

РИСУНОК 5.4

Измеренная выходная мощность канала в зависимости от отношения S/I для системы FDM/ЧМ с DS/PSK и шумов



На основании этих результатов определены защитные отношения сигнал/помеха, которые затем использованы для вычисления минимально допустимых потерь распространения, представленных в таблице 5-7 для каждой из совместно работающих систем. Заметим, что эти результаты не следует применять для сравнения АМ, ЧМ и FDM/ЧМ систем передачи речи друг с другом в силу различных требований к уровню сигнала в каждом их трех случаев. Из данных таблицы 5-7 следует, что существует возможность совмещения в одном канале однополосных систем, т. е. сигналов DS/PSK 10 Мбит/с и АМ систем передачи речи, поскольку требования к величине потерь на распространение на 127 дБ меньше, чем такие же требования, установленные для сосуществования двух АМ систем передачи речи, и составляющие 144 дБ.

ТАБЛИЦА 5-7
Минимально допустимые потери на распространение (дБ)

Полоса излучения ⁽¹⁾ (кГц)	Помеха	Полезный сигнал					
		А3Е		F3Е		F8Е	
		0,7	0,9	0,7	0,9	0,7	0,9
1,4 ⁽²⁾	А3Е (АМ)	144	150				
1,5 ⁽²⁾	F3Е (ЧМ)			163	177		
400 ⁽²⁾	F8Е (FDM/ЧМ)					143,6	148,6
9 000	DS/PSK 10 Мбит/с	127	134	137	144	141,6	147,6
6 000	DS/MSK 10 Мбит/с	129,1	136,1	139,1	146,1	141,6	147,6
36 000	DS/PSK 40 Мбит/с	121	128	131	138	139	145
24 000	DS/MSK 40 Мбит/с	123,1	130,1	133,1	140,1	141,2	147,2
180 000	FH/DS/PSK (40, 100, 250, 5, 4,5)	111,7	123,7	134,7	145,7	131,7	137,7
120 000	FH/DS/MSK (40, 100, 250, 5, 3)	113,7	125,7	136,7	147,7	133,7	139,7
90 000	FH/DS/PSK (40, 100, 250, 2,5, 2,25)	114,7	126,7	137,7	148,7	134,7	140,7
60 000	FH/DS/MSK (40, 100, 250, 2,5, 1,5)	116,7	128,7	139,7	150,7	136,7	142,7

⁽¹⁾ Ширина полосы частот излучения по уровню 3 дБ (ширина занимаемой полосы частот, которая должна использоваться при определении ширины полосы частот, в пределах которой передатчик и приемник используют совмещенный канал).

⁽²⁾ Это значение приведено с учетом пикового значения спектральной плотности мощности в боковой полосе.

Некоторые результаты испытаний по влиянию помех в совмещенном и соседнем каналах на пять стандартных североамериканских телевизионных приемников в полосе частот 50–88 МГц с использованием модуляции NTSC показывают возможность совместной работы РС систем со скачками частоты и телевизионной радиовещательной службы. Для определения соотношений между требуемыми значениями отношения S/I и числом передач со скачками частоты необходимы дальнейшие исследования.

В другом примере совместного использования полос частот аэронавигационной системой/аппаратурой измерения расстояний (AN/DME) и однополосной системой МДВР в дополнение к низкой спектральной плотности используется еще ряд факторов. Энергия, передаваемая в системе МДВР, распределяется по всей полосе частот, используемой АМ/DME 960–1215 МГц, сравнимой с полосой пропускания приемника той же системы, равной 300 кГц. Незначительные модификации обеих систем для реализации совместного использования частот обеспечили более высокую эффективность использования спектра.

5.5.6 Сводная таблица Рекомендаций МСЭ-R по совмещению служб

ТАБЛИЦА 5-8
Рекомендации МСЭ-R по совмещению служб

Служба, испытывающая помеху	Источник помехи									
	Вещание	Стационарные	Подвижные	EESS/SR/SO	ПСС	ФСС	Радионавигация	Радиолокационная	Метеорологическая/Метеорологическая спутниковая	Межспутниковая
Радиовещательная		SM.851	SM.851							
Фиксированная	SM.851		F.1402	SA.1236 SA.1258 SA.1277 SA.1278 F.1502	M.1469 M.1472 M.1473 M.1474	SF.355 SF.1005 SF.1006 SF.1481 SF.1486				
Подвижная	SM.851	F.1402		SA.1154 SA.1236 SA.1277 SA.1278						
ССИЗ/СКИ/СКЭ		F.761 F.1247 SA.1277 SA.1278	SA.1154 SA.1277 SA.1278			S.1069 SA.1071 SA.1277 SA.1449		SA.516	SA.1277	SA.1278
ПСС				SA.1277					SA.1264	
ФСС		SF.355 SF.1005 SF.1006 SF.1481 SF.1486	S.1426 S.1427 M.1454	SA.1277			S.1068 S.1151 S.1340			
Радионавигационная					S.1341	S.1151				
Радиолокационная				SA.516						
Метеорологическая/Метеорологическая спутниковая					SA.1158 SA.1264					
Межспутниковая				SA.1278						
Радионавигационная спутниковая				SA.1347	M.1470					
Радиоастрономия ⁽¹⁾										
Воздушная	SM.1009									

⁽¹⁾ Рекомендация МСЭ-R RA.1031 рассматривает вопросы защиты радиоастрономических служб в полосах частот, используемых совместно с другими службами.

5.6 Защитные отношения

В пункте 164 Статьи 1 РР *защитное отношение* определено как "определенная при указанных условиях минимальная величина отношения полезного сигнала к мешающему на входе приемника, обычно выраженная в децибелах, которая позволяет получить установленное качество приема полезного сигнала на выходе приемника". Установленное качество приема определяется в терминах заданных качественных показателей, например, коэффициент ошибок на бит, степень ухудшения качества изображения или разборчивости речи в зависимости от типа излучения.

В таблице 5-9, взятой из Рекомендации МСЭ-R SM.669, представлены некоторые защитные отношения, а также заданные условия для различных уровней качества. В таблице также представлены случаи работы в совмещенном канале (когда несущие частоты передатчиков совпадают) и в смещенном канале (когда разнос несущих частот между полезным и мешающим передатчиками равен Δf), рассматриваемые в разделе, посвященном анализу помех по соседнему каналу.

В Рекомендациях МСЭ-R BS.559 и МСЭ-R BS.560 приведена дополнительная информация по защитным отношениям для звуковой радиовещательной службы.

Защитные отношения можно определить для одного класса излучения и для всех других классов излучения мешающего сигнала, включая шумовую помеху. Определение защитного отношения основывается на вычислениях и измерениях и зависит от заданного требуемого качества приема для защищаемой службы. Из таблицы 10 также можно видеть, что защитные отношения между определенными службами еще предстоит установить.

Вопросы совместимости между службами воздушной связи и ЧМ радиовещания, работающими в соседних полосах частот, рассматриваются в Рекомендации МСЭ-R SM.1009. В Приложении 10 Чикагской конвенции ИКАО приведены спецификации и характеристики, относящиеся к защите воздушных радиослужб, как, например, систем посадки по приборам (ILS), ОБЧ курсового всенаправленного радиомаяка (VOR), навигационного и связного оборудования.

ТАБЛИЦА 5-9
Защитные отношения (дБ)

Помеха → ↙ Полосный сигнал ↘		Класс излучения	500HA1B			6K00A2B			6K00A3E			3K00A3E			SM00C3F			7M00C3F-КМ00C3F			1K10F1B			16K0F3E			726KFHE			1M32PON			Шум			
		Характеристики	MOD4 PW = 10 мс			$m_i = 1$			$m_i = 0,3$						525 строк			625 строк			50 Бод PW = 10 мс			24 канала			PW = 5 мкс PRF = 300 ppm			Белый гауссовский шум						
Класс излучения	Характеристики	Уровень качества ⁽¹⁾	CO	OFF	П Р и м.	CO	OFF	П Р и м.	CO	OFF	П Р и м.	CO	OFF	П Р и м.	CO	OFF	П Р и м.	CO	OFF	П Р и м.	CO	OFF	П Р и м.	CO	OFF	П Р и м.	CO	OFF	П Р и м.	CO	OFF	П Р и м.				
500HA1B	$BW_{IF} = 500$ Гц, 50 Бод (S/N) _i = 18 дБ	$P_E = 10^{-2}$	11		3				6		4	14		4							12		3	8		4										
		$P_E = 10^{-4}$	12		3				7		4											13		3	11		4									
		$P_E = 10^{-6}$	13		3				8		4											14		3	13		4									
6K00A2B	$BW_{IF} = 8$ кГц, $m_s = 1,0$ (S/N) _i = 18 дБ	$P_E = 10^{-2}$	4		1				5		1												4		1						6	-	1			
		$P_E = 10^{-4}$	4		1				5		1												4		1						9	-	1			
		$P_E = 10^{-6}$	4		1				5		1												4		1								1			
6K00A3E ⁽²⁾	$BW_{IF} = 8$ кГц, $\Delta f = 0,5$ кГц $m_s = 0,3$ (S/N) _i = 45 дБ	MINIT	44	61	1				43	48	1	50	50	1							47	55	1	48		1			20	10	1					
		0,7 AI	4	8	1				7	8	1	17	14	1								3	3	1	19		1		-17	-22	1	21	-	1		
		0,3 AI	-7	-2	1				2	3	1	6	3	1								-2	4	1	8		1			-30	-37	1	10	-	1	
		GCQ	39	35	2				32	42	2	44	43	2								37	41	2	40		2			-3	-2	2	41	-	2	
		MCQ	28	20	2				14	24	2	26	25	2								19	23	2	22		2			-15	-20	2	23	-	2	
		JUQ	12	11	2				5	15	2	17	16	2								10	15	2	13		2			-24	-28	2	14	-	2	
3K00J3E или 3K00R3E	$BW_{IF} = 2,7$ кГц, $\Delta f = 0,5$ кГц (S/N) _i = 35 дБ	MINIT	25	42	1				20	20	1	42	41	1							30	40	1	35		1	38		1	1						
		0,7 AI	-14	-4	1				-14	-5	1	3	4	1							-25	-12	1	3		1	0		1	-38		1	9	-	1	
		0,3 AI	-28	-24	1				-28	-19	1	-12	-16	1								-43	-37	1	-10		1	-12		1	-52		1	-3	-	1
		GCQ	10	27	2				13	30	2	31	32	2								21	30	2	27		2	26		2	-15		2	32	-	2
		MCQ	-8	9	2				-5	12	2	13	14	2								3	12	2	9		2	3		2	-33		2	14	-	2
JUQ	-17	0	2				-14	3	2	4	5	2								-6	5	2	0		2	-1		2	-42		2	5	-	2		
5M00C3F	$BW_{IF} = 6$ МГц, 525 телев. строк (S/N) _i = 46 дБ	TASO 2,5				50	15	5	50	15	5				47	25	5							50	15	5										
7M00C3F- КМ00C3F	$BW_{IF} = 6$ МГц, 625 телев. строк (S/N) _i = 46 дБ	МСЭ-R4							58		6										52		6													
		МСЭ-R3							51		6											45		6												
1K10F1B	$BW_{IF} = 1050$ Гц, $D_{PK} = \pm 415$ Гц 50 Бод (S/N) _i = 18 дБ	$P_E = 10^{-2}$	0		1 и 3				2		1	10		4							6		3	0,5		1										
		$P_E = 10^{-4}$	0		1 и 3				3		1	11		4								7		3	1		1									
		$P_E = 10^{-6}$	1		1 и 3				3		1	15		4								8		5	2		1									
16K0F3E ⁽³⁾	$BW_{IF} = 16$ кГц, $D_{PK} = \pm 415$ Гц 50 Бод (S/N) _i = 18 дБ	MINIT	38	38	1																33	33	1	31	31	1	32	32	1	-11		1	-1	-	-	
		0,7 AI	0	0	1																	2	2	1	2	2	1	4	4	1	-24		1	1	-	1
		0,3 AI	0	0	1																	0	0	1	-5	-5	1	0	0	1				0	-	1
		GCQ	13	13	2																	15	15	2	14	14	2	16	16	2				11	-	2
		MCQ	2	2	2																	1	1	2	1	1	2	4	4	2				5	-	2
		JUQ	-1	-1	2																	1	1	2	0	0	2	1	1	2				2	-	2
726KFHE ⁽⁴⁾	24 канала Верхний канал $\Delta f = 44,5$ кГц (S/N) _i = 45 дБ	MINIT	47	60	1				55	64	1										55	60	1	55	60	1	46	57	1	25	20	1	-	-	-	
		0,7 AI	3	12	1				4	14	1											6	14	1	12	18	1	2	5	1		-34	1	9	-	1
		0,3 AI	0	15	1				0	4	1											2	6	1	2	6	1	1	-3	1		-39	1	1	-	1
		GCQ	24		2				25		2											29		2				29		2				31	-	2
		MCQ	6		2				7		2											11		2				9		2				13	-	2
JUQ	2		2				2		2											5		2				4		2				4	-	2		

Примечания к таблице 5-9:

- ⁽¹⁾ P_E : вероятность ошибок
MINIT: минимальный пороговый уровень помех
AI: индекс разборчивости
GCQ: хорошее коммерческое качество
MCQ: предельно допустимое коммерческое качество
JUQ: предельно допустимое качество
TASO: оценки по шкале Организации по изучению планирования телевидения
6-я Исследовательская комиссия МСЭ-R: шкала оценок 1–5
CO: совмещенный канал, где разнос частот равен нулю
OFF: разнос каналов, определяемый величиной Δf
 Δf : разнос частот между полезным и мешающим сигналами.
- ⁽²⁾ Для радиовещания см. нижеследующую таблицу со ссылками на другие защитные отношения. Значения в этой таблице для классов излучения A3E и J3E по отношению к уровню шума на 2 дБ выше указанных в Рекомендации МСЭ-R F.339* из-за различных характеристик модуляции.
- ⁽³⁾ Только для одной единственной линии, для многоканальных наземных радиорелейных систем см. Рекомендации МСЭ-R серии F.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – OT/ECAC [August 1975] Communications/Electronics Receiver Performance Degradation Handbook, The Frequency Management Support Division, Office of Telecommunications (OT), United States Department of Commerce (DOC) and the Electromagnetic Compatibility Analysis Center (ECAC), ESD-TR-75-013. (Available from US DOC National Technical Information Service (NTIS), Springfield, VA, USA, Order № AD-A016400.)

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Получено из искаженных (кривых) передач, использованных в Справочнике, указанном в Примечании 1.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Экстраполировано по Рекомендации МСЭ-R F.240*.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – MAУNER, R. [1972] Interference Performance Degradation to Digital Systems, Record of the 1972 IEEE International EMC Symposium.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Экстраполировано по Рекомендации бывшего МККР 418-3 (Женева, 1982 г.).

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Оценивалось по Рекомендациям МСЭ-R BT.500* и МСЭ-R VO.600*.

m_f : индекс модуляции мешающего сигнала

PW: ширина импульса

PRF: частота повторения импульсов

BW: ширина полосы

m_s : индекс модуляции полезного сигнала.

* Рекомендации бывшего МККР 240, 339, 500 и 600.

ТАБЛИЦА 5-10

Ссылки на данные по защитным отношениям других исследовательских комиссий МСЭ-R

Том МККР	Рекомендация ⁽¹⁾	Примечания
III	МСЭ-R F.240	Много значений защитных отношений, включая замирения
VIII	МСЭ-R M.589	Защитные отношения для радионавигации
VIII	МСЭ-R M.631	Защитные отношения для фазированной радионавигации
VIII	МСЭ-R M.441	Воздушная подвижная (R) (ИКАО, Прил. 10)
X-1	МСЭ-R BS.638	Защитные отношения для звукового радиовещания РЧ/ЗЧ
X-1	МСЭ-R BS.560	Защитные отношения для НЧ, СЧ, НЧ звукового радиовещания
X-1	МСЭ-R BS.641	Защитные отношения для ЧМ звукового радиовещания
X-1	МСЭ-R BS.412	Защитные отношения для ЧМ звукового радиовещания/ОВЧ
X/XI-2	МСЭ-R BO.566	Определения защитных отношений для радиовещания
XI-1	МСЭ-R BT.655	Защитные отношения для АМ ТВ
XI-1	МСЭ-R BT.565	Защитные отношения для 625 ТВ/радионавигации, 582–606 МГц

⁽¹⁾ Проследите, чтобы был получен последний вариант Рекомендаций.

5.7 Уровни шума

Внешний шум, такой как атмосферный шум, галактический шум, небесный фон и шум искусственного происхождения, неблагоприятно влияет на работу системы радиосвязи. Минимальный внешний шум, ожидаемый в наземных приемных пунктах от естественных и искусственных источников (исключая помехи) в диапазоне частот от 0,1 Гц до 100 ГГц, указан в Рекомендации МСЭ-R P.372. Показатель внешнего шума $F_a = 10 \log f_a$ для различных диапазонов частот представлен сплошной кривой на рис. 5.5 и 5.6. Другие представляющие интерес виды шумов, показаны пунктирными линиями. Общий рабочий коэффициент шума f определяется как:

$$f = f_a + (l_c - 1)(t_c / t_0) + l_c (l_t - 1)(t_c / t_0) + l_c l_t (f_r - 1), \quad (7)$$

где:

f_a : коэффициент внешнего шума

f_r : коэффициент шума приемника

l_c : потери в цепи антенны

l_t : потери в фидерной линии

t_0 : эталонная температура, принятая равной 288 К

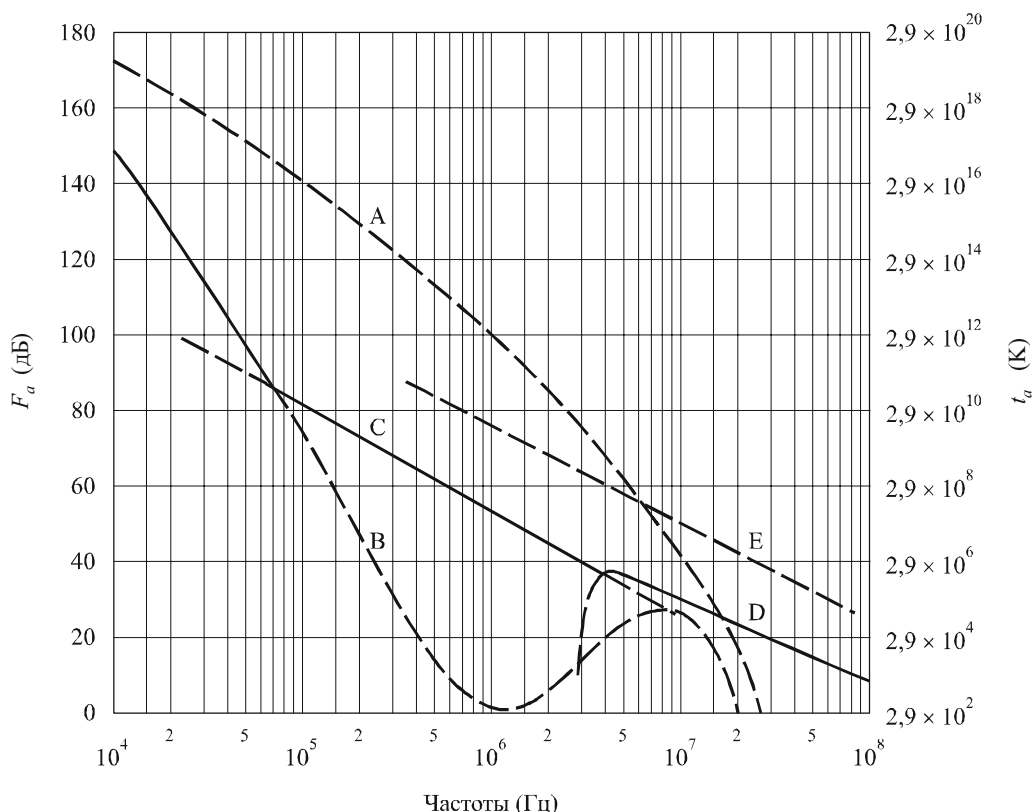
: t_c : фактическая температура антенны и прилегающей поверхности Земли

t_t : температура линии передачи.

Следует отметить, что многие виды внешних шумов являются импульсными по своей природе. Эксплуатационные показатели зависят не только от мощности мешающего шума, но и от отдельных статистических характеристик такого шума.

Это исследование показывает, что установки для выработки электрической энергии и распределительные станции могут быть источником сильных помех радиосвязи, и, что превентивное техническое обслуживание необходимо для снижения шума, мешающего службам радиосвязи.

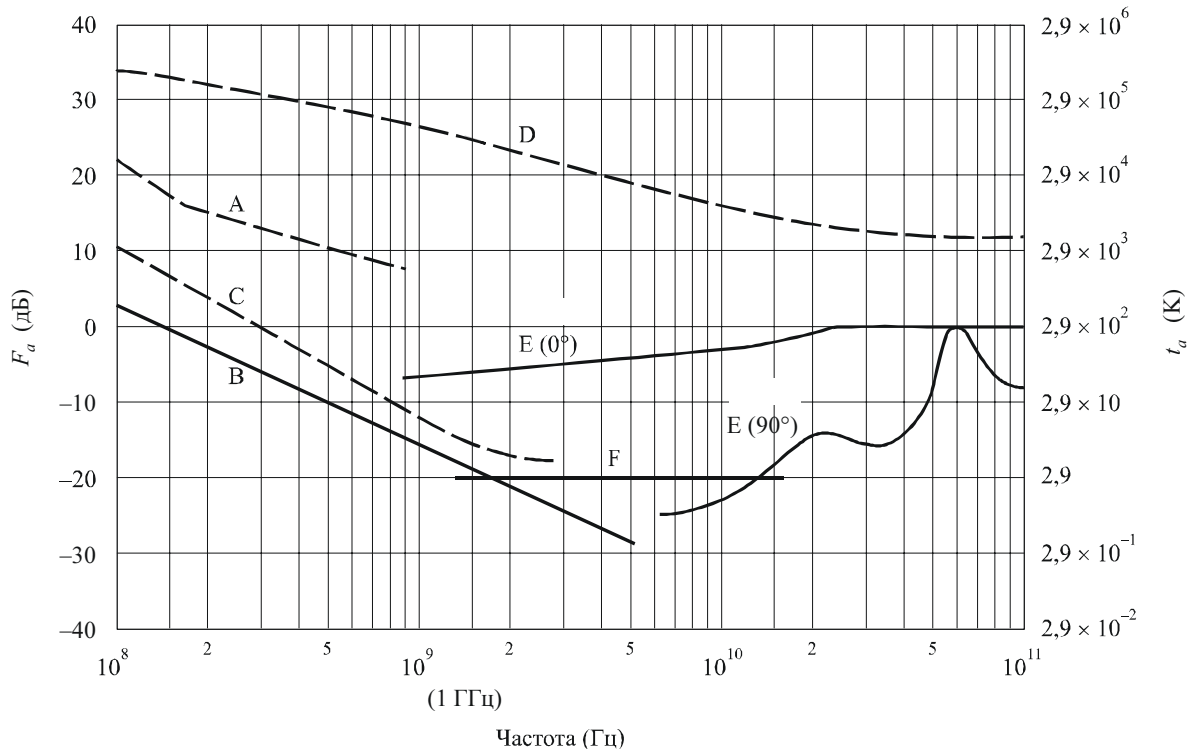
РИСУНОК 5.5
Зависимость F_n от частоты (от 10^4 до 10^8 Гц)



- A: атмосферный шум, уровень в течение более 0,5% времени
 - B: атмосферный шум, уровень в течение более 99,5% времени
 - C: шум искусственного происхождения, приемник расположен с умеренным уровнем шума
 - D: галактический шум
 - E: медиана уровня шума искусственного происхождения в промышленной зоне
- минимальный ожидаемый уровень шума

SpecMan-055

РИСУНОК 5.6
Зависимость F_a от частоты (от 10^8 до 10^{11} Гц)



- A: оценка медианы уровня шума искусственного происхождения в промышленной зоне
 - B: галактический шум
 - C: галактический шум (в направлении центра галактики с бесконечно узкой диаграммой направленности)
 - D: шум спокойного Солнца (ширина диаграммы направленности $\frac{1}{2}^\circ$ ориентирована на Солнце)
 - E: шум неба, вызванный наличием кислорода и водяных паров (антенна с очень узкой диаграммой направленности);
верхняя кривая, угол места 0° ; нижняя кривая, угол места 90°
 - F: черное тело (фоновый космический шум), 2,7 К
- минимальный ожидаемый уровень шума

SpecMan-056

5.8 Пределы излучения

5.8.1 Пределы CISPR

В настоящем разделе затрагиваются вопросы ограничения излучения от оборудования, которое генерирует или использует радиочастотную энергию для целей, отличных от связи, как, например, вычислительные системы или мощные линии электропередачи. Сюда относят промышленное, научное и медицинское оборудование (ISM), использующее радиочастотную энергию для генерирования теплового излучения для лечения людей, обработки материалов и производства изделий.

В настоящее время ISM и другое – не связанное – оборудование использует очень широкий спектр частот. Признанными на международном уровне организациями, разрабатывающими соответствующие стандарты, являются CISPR, Технический комитет 77 и его Подкомитеты 77А и 77В Международной электротехнической комиссии (МЭК). Кроме того, такими организациями являются Европейский комитет по электротехническим стандартам (CENELEC) и FCC США [Часть 18, Том 1 CFR].

Предельные значения уровней напряженности радиочастотного поля устанавливаются по результатам измерений, которые затем статистически оцениваются с целью определения характеристик распространения и возможных помех. Предложенные CISPR предельные значения представлены в таблицах 5-9 и 5-10. Оборудование разделено на две группы, а каждая группа, в свою очередь – на два класса.

Группа 1 включает все виды ISM оборудования, в которых намеренно генерируется и/или используется с использованием гальванической связи радиочастотная энергия, которая необходима для внутреннего функционирования этого оборудования.

Группа 2 включает все виды ISM оборудования, в которых намеренно генерируется и/или используется радиочастотная энергия в форме электромагнитного излучения для обработки материалов, а также оборудование электроискровой обработки.

Оборудование *класса B* – это оборудование, пригодное для использования в бытовых условиях и в местах, непосредственно присоединенных к низковольтной сети электроснабжения, обеспечивающей электроэнергию в жилых зданиях и для бытовых нужд.

Оборудование *класса A* – это оборудование, пригодное для использования во всех других условиях, кроме бытовых и присоединенных к низковольтной сети электроснабжения, используемой в жилых зданиях.

Установление удовлетворительных предельных уровней излучения для ISM оборудования осложнено различиями в технической политике различных государств. Например, в некоторых странах эта политика основывается на географическом положении или на плотности населения; некоторые администрации применяют строгие правила, тогда как другие вводят послабления для производителей оборудования; одни устанавливают ограничения для всех пользователей, а другие применяют стандарты лишь когда наличие помех зафиксировано. Некоторые администрации руководствуются ограничениями, разработанными CISPR, а другие продолжают применять свои собственные ограничения. Одни администрации используют предельные значения CISPR, а другие применяют собственные нормы.

В некоторых частотных диапазонах, несмотря на относительно высокий уровень излучения, число подтвержденных жалоб на помехи от ISM оборудования во всех странах невелико, не только в абсолютных цифрах, но и по сравнению с общим числом ISM установок. Основными источниками помех от ISM оборудования являются гармоники частот, распределенных для работы такого оборудования, а также ISM оборудование, работающее вне выделенной полосы частот, например, на частотах, близких к частотам для оповещения о бедствии. Однако необходимы дальнейшие исследования, поскольку в некоторых случаях источник помех невозможно определить и не все пользователи, подвергшиеся действию помех, подают жалобы.

5.8.2 Воздействие электромагнитных полей на здоровье

Значительное количество исследований выполнено в течение ряда лет для изучения влияния электромагнитных полей на организм человека. Мгновенные эффекты от кратковременного облучения известны, и установлены соответствующие предельные допустимые значения, например, для защиты рабочих. Долгосрочные эффекты известны не так хорошо и являются предметом проводимых в настоящее время исследований.

Стандарты безопасности: Чтобы гарантировать отсутствие вредного влияния ЭМИ на здоровье человека и безопасность искусственных устройств, генерирующих ЭМИ, приняты различные международные рекомендации и стандарты. Эти стандарты разработаны по материалам научных публикаций группами ученых, занимающихся исследованиями уверенно воспроизводимых вредных последствий для здоровья. Эти группы затем представили рекомендации для последующей подготовки стандартов соответствующими национальными и международными органами. Неправительственной организацией, формально признаваемой ВОЗ в области защиты от

неионизирующих излучений (NIR), является Международная комиссия по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP). ICNIRP установила международные правила и предельные нормы воздействия электромагнитных полей на человека для всех видов электромагнитного излучения, включая ультрафиолетовое (УФ) излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, а также и для радиочастотного и сверхвысокочастотного излучения.

Дальнейшие сведения можно получить во Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в Женеве, телефон (41 22) 791 2532, факс (41 22) 791 4858, или на ее сайте в сети интернет: www.who.int/.

5.9 Основные положения по проектированию технологических площадок

Рост числа радиослужб привел к росту числа требуемых технологических площадок и числа пользователей, совместно их использующих. Радиотехнические системы следует проектировать так, чтобы обеспечить эффективную работу отдельных систем с минимальными уровнем помех другим системам. Кроме того, может оказаться необходимым продемонстрировать оптимальное использование планируемых радиотехнических сооружений в части соответствия эстетическим требованиям, а также в отношении беспокойства общественности о воздействии на окружающую среду. ETSI в своих специальных публикациях предоставляет инженерам рекомендации по проектированию, подготовке спецификаций, монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию радиотехнических систем. Это в наибольшей степени относится к системам в диапазонах ОВЧ и УВЧ служб подвижной связи.

5.9.1 Проектирование совместного размещения оборудования

При близком расположении передатчиков друг относительно друга, различные нелинейные цепи передатчиков оказывают значительное влияние на приемное оборудование, поскольку создают помехи. Возникающий при совместном расположении круг проблем простирается от легких неприятностей до серьезных повреждений оборудования. Существует три основных типа помех:

- радиочастотные помехи (РЧП);
- электромагнитные помехи (ЭМП);
- интермодуляционные помехи (ИМП).

Радиочастотные помехи – это результат работы других радиочастотных устройств, например, радио и телевизионных передатчиков, и т. п. устройств, генерирующих радиочастотную энергию при нормальной работе. ЭМП создаются компьютерами, цифровыми устройствами, электрооборудованием, системами освещения, медицинскими приборами (диатермическими) и т. п. Интермодуляционные помехи – это вид помех, создаваемых в результате внутренней генерации в радиотехническом оборудовании, возникающей под воздействием внутренних или внешних источников возбуждения. При совместном размещении нескольких систем связи возможность возникновения интермодуляционных помех значительно возрастает.

Для разрешения проблем совместного размещения можно использовать:

- активное управление радиостанцией;
- подробные записи базы данных о совместно размещенном оборудовании и характеристиках специфических помех;
- возможности анализа помех, возникающих в результате совместного размещения.

Возможность получения в стационарных приемниках радиосигнала требуемого качества зависит от возможности обеспечить наилучшую возможную радиочастотную обстановку на радиостанции.

Для достижения этой цели уровень нежелательной энергии на приемной частоте должен быть минимальным. В большинстве случаев, минимизация уровня нежелательной энергии, излучаемой местными передатчиками, и фильтрация поступающих в приемник нежелательных сигналов устраняет принимаемую помеху вблизи приемника. Проблемы помех с большей вероятностью возникают на радиостанциях с несколькими антеннами. Если необходимые меры приняты, а приемник по-прежнему принимает шум, следует отыскать и устранить источник помех в ближайшем окружении приемника.

Перечень типичных проблем на радиостанциях и их решений включает:

- ржавчина – все материалы должны быть очищены от ржавчины (чтобы избежать возникновения нелинейностей);
- не следует использовать многожильные проводники, поскольку они могут быть подвержены коррозии и создавать, в результате, интермодуляционные составляющие;
- соединения металл-металл должны быть жестко закрепленными;
- весь металл должен быть удален со станции;
- ограждения цепного типа должны иметь виниловое покрытие;
- соединения разнородных металлов должны выполняться после проверки по таблице гальванической активности металлов. Соединения должны быть плотными и жестко закрепленными;
- следует избегать линий передачи без оболочки;
- не следует использовать соединений голым металлическим кабелем;
- треснувшие изоляторы линий электропередач (стеклянного типа) – весьма вероятный источник широкополосного шума;
- убедитесь в том, что все направленные передающие антенны ориентированы в сторону от приемных антенн, чтобы предотвратить выгорание. Соблюдайте 20 метровый разнос во избежание возможного выгорания;
- размещение и разнос антенн подлежит тщательному учету. Часто при проектировании игнорируют нормы минимально допустимого разноса, в результате башня или крыша переполняются дополнительными антеннами. Проектные решения следует принимать с учетом требований стандартов по несущей способности башен и крыш;
- если проблемы помех требуется свести к минимуму, то стандарты на оборудование должны применяться для всех установок станции.

Хотя полного отсутствия помех гарантировать невозможно, применение всех соответствующих стандартов и правильное управление станцией ведут к снижению числа проблем, вызываемых помехами, и затрат времени для их решения.

Разработана специальная модель (COSAM) для оценки взаимных помех на станции, где установлено большое количество передатчиков и приемников.

5.9.2 Пример совместного использования инфраструктуры: сотовая сеть 3-го поколения

Инфраструктура сети 3-го поколения состоит из четырех основных частей:

- станции для установки радиооборудования, включая необходимые пассивные сооружения (здания, источники питания, мачты и т. д.);
- антенны;
- радиооборудование доступа, базовые станции;
- центральное сетевое оборудование.

Операторы сетей 3-го поколения могут совместно использовать инфраструктуру с целью снижения первоначальных капиталовложений и повышения эффективности затрат, для обеспечения охвата критических зон (туннели, охраняемые объекты) и при создании зон обслуживания в сельской местности или на территориях с низкой плотностью населения. Такое решение позволяет впоследствии разделить сети с целью удовлетворения возрастающих потребностей в пропускной способности и качестве обслуживания. Такое построение планируется в Германии, Швеции и Соединенном Королевстве. Подробное регламентирование такого метода обычно не является обязанностью регулирующих органов, требуется установить лишь общие принципы использования.

Анализ различных возможностей совместного использования инфраструктуры приводит к следующим результатам:

- Возможные решения (о степени совместимости) определяют степень уменьшения первоначальных капиталовложений при оптимизации зоны обслуживания при создании сетей 3-го поколения. Это технически осуществимо в рамках международных стандартов (например, IMT-2000).
- Эти решения позволяют осуществить эволюционное разделение сетей на последующих этапах строительства в ответ на увеличивающиеся потребности по пропуску трафика и услугам.
- Они касаются только различных элементов инфраструктуры, проекта и эксплуатационного управления сетями, не затрагивая терминалы пользователей.
- Совместное использование элементов инфраструктуры в соответствии с принятым уровнем совместимости требует координации и кооперации операторов соответствующих сетей. В дополнение к общему нормативному регулированию совместное использование требует от операторов эффективного сотрудничества.
- Необходима очень четкая координация между взаимодействующими операторами.
- Все совместно используемые технические решения в различной степени влияют на построение сетей и на их эксплуатационные функции, в частности:
 - на согласование действий по управлению и техническому обслуживанию;
 - на емкость для удовлетворения потребностей каждого из операторов; техническое функционирование и качество обслуживания, что существенно при реализации совместных ресурсов; и
 - на выделение доступных ресурсов в конкурентной среде.
- Можно считать, что создание сети стандарта IMT-2000 происходит по индивидуальному плану с совместным – в различной степени – использованием сетей в соответствии с зонами обслуживания.

Наиболее эффективным является такое размещение, которое создает, в соответствии со средой и условиями, желаемый экономический эффект, экономя частотный диапазон, выделенный операторам для предоставления услуг. Следовательно, политика совместного использования должна гибко учитывать ситуацию в стране, допуская адаптивное принятие решений в каждом отдельном случае. Возможности совместного использования инфраструктуры зависят от сложившейся ситуации в правовой сфере.

Справочные документы

- BEM, D. J. [November 1979] Propagation aspects in the planning of radiocommunicaiton services, *Telecomm. J.*, Vol. 46, **XI**, p. 680-688.
- CHAN, G. K. [November 1991] Propagation and Coverage Prediction for Cellular Radio Systems, *IEEE Trans. Vehic. Techn.*, Vol. 40, **4**.
- ETSI [1991] Radio site engineering for radio equipment and systems in the mobile service, Version 0.0.7, European Telecommunications Standards Institute, Valbonne Cedex, France.
- HATCH, W., HINKLE, R. and MAYHER, R. [1971] Modelling of pulse interference in amplitude modulated receivers, IEEE International Electromagnetic Compatibility Symposium Record, Philadelphia, PA, United States of America.
- PALMER, F. H. [1981] The Communication Research Center VHF/UHF Propagation Prediction Program: An Overview. *Can. Electron. Eng. J.*, Vol. 6, **4**.

Библиография

- BERNOSKUNI, YU. V., BYKHOVSKY, M. A., PLEKHANOV, V. V. and TIMOFEEV, V. V. [1984] Effektivnyy metod podavleniya impulsnykh pomokh v troposfernykh sistemah svyazi (Effective method of suppressing pulse interference in trans-horizon communications systems). *Elektrosviaz*, 9, p. 11-14.

Документы МСЭ-R

- Справочник МСЭ-R Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн вдоль поверхности Земли и на участке Земля-космос от ОНЧ до СВЧ (Женева, 1997 г.)
- Справочник МСЭ-R Распространение радиоволн для сухопутной подвижной службы в диапазонах ОВЧ/УВЧ (Женева, 2002 г.)
- Справочник МСЭ-R Сведения о распространении радиоволн для предсказания параметров трассы Земля-космос (Женева, 1996 г.)
- Рекомендация 66 (Пересм. ВКР-2000) Исследование максимально допустимых уровней нежелательных излучений
- Рек. МСЭ-R BS.412 Стандарты планирования для ЧМ звукового радиовещания в диапазоне ОВЧ
- Рек. МСЭ-R BS.559 Объективные измерения защитных отношений по радиочастоте в НЧ, ОЧ и ВЧ радиовещании
- Рек. МСЭ-R BS.560 Защитные отношения по радиочастоте в НЧ, СЧ и ВЧ радиовещании
- Рек. МСЭ-R BS.638 Термины и определения, используемые при планировании частот в звуковом радиовещании

Рек. МСЭ-R BS.641	Определение защитных отношений по радиочастоте для звукового радиовещания с частотной модуляцией
Рек. МСЭ-R BT.417	Минимальные значения напряженности поля, для которых может быть обеспечена защита при планировании телевизионных служб
Рек. МСЭ-R BT.500	Методика субъективных оценок качества телевизионного изображения
Рек. МСЭ-R BT.655	Радиочастотные защитные отношения для АМ наземных телевизионных систем с частично подавленной боковой полосой, а которую действуют мешающие аналоговые сигналы изображения и звукового сопровождения
Рек. МСЭ-R BT.656	Интерфейсы для цифровых компонентных видеосигналов в телевизионных системах с 525 и 625 строками, работающих на уровне 4:2:2, описанном в Рекомендации МСЭ-R BT.601 (Часть А)
Рек. МСЭ-R F.240	Защитные отношения сигнал-помеха для различных классов излучения в фиксированной службе на частотах ниже примерно 30 МГц
Рек. МСЭ-R M.441	Защитные отношения сигнал-помеха и минимальные значения напряженности поля, требуемые в воздушной подвижной (R) службе в полосах частот выше 30 МГц
Рек. МСЭ-R M.589	Технические характеристики методов передачи данных и защита от помех радионавигационных служб в полосах частот от 70 до 130 кГц
Рек. МСЭ-R M.631	Применение гиперболических морских радионавигационных систем в полосе 283,5–315 кГц
Рек. МСЭ-R P.368	Кривые распространения земной волны для частот между 10 кГц и 30 МГц
Рек. МСЭ-R P.372	Радиощумы
Рек. МСЭ-R P.452	Процедура прогнозирования для определения СВЧ радиопомех между станциями на поверхности Земли на частотах выше примерно 0,7 ГГц
Рек. МСЭ-R P.453	Индекс рефракции радиоволн: его формула и данные о преломляющей способности
Рек. МСЭ-R P.525	Расчет ослабления в свободном пространстве
Рек. МСЭ-R P.526	Распространение радиоволн за счет дифракции
Рек. МСЭ-R P.530	Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования, необходимые для проектирования наземных систем, работающих в пределах прямой видимости
Рек. МСЭ-R P.531	Ионосферные эффекты, влияющие на радиосистемы, в состав которых входят космические аппараты
Рек. МСЭ-R P.533	Метод прогнозирования распространения ВЧ
Рек. МСЭ-R P.534	Метод расчета напряженности поля при распространении посредством спорадического слоя E
Рек. МСЭ-R P.581	Концепция "наихудшего месяца"
Рек. МСЭ-R P.618	Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования, необходимые для проектирования систем связи Земля-космос

Рек. МСЭ-R P.679	Данные о распространении радиоволн, необходимые для проектирования радиовещательных спутниковых систем
Рек. МСЭ-R P.680	Данные о распространении радиоволн, необходимые для проектирования морских подвижных систем связи Земля-космос
Рек. МСЭ-R P.681	Данные о распространении радиоволн, необходимые для проектирования сухопутных подвижных систем связи Земля-космос
Рек. МСЭ-R P.682	Данные о распространении радиоволн, необходимые для проектирования воздушных подвижных систем связи Земля-космос
Рек. МСЭ-R P.832	Мировой атлас проводимости почвы
Рек. МСЭ-R P.834	Влияние тропосферной рефракции на распространение радиоволн
Рек. МСЭ-R P.836	Поверхностная плотность водяных паров
Рек. МСЭ-R P.837	Характеристики осадков для моделирования распространения радиоволн
Рек. МСЭ-R P.838	Модель погонного затухания для дождя при использовании в методах прогнозирования
Рек. МСЭ-R P.841	Преобразование годовой статистики в статистику наихудших месяцев
Рек. МСЭ-R P.1147	Предсказание напряженности поля ионосферной волны на частотах от примерно 150 кГц до 1700 кГц
Рек. МСЭ-R P.1239	Справочные характеристики ионосферы МСЭ-R
Рек. МСЭ-R P.1240	Методика МСЭ-R для предсказания основной МПЧ, рабочей МПЧ и пути распространения
Рек. МСЭ-R P.1546	Метод предсказания для систем наземной связи точка-область в диапазоне частот 30–3000 МГц
Рек. МСЭ-R RA.1031	Защита радиоастрономической службы в полосах частот, используемых совместно с другими службами
Рек. МСЭ-R SM.326	Определение и измерение мощности АМ радиопередатчиков
Рек. МСЭ-R SM.328	Спектры и ширина полосы излучений
Рек. МСЭ-R SM.329	Побочные излучения
Рек. МСЭ-R SM.331	Шумы и чувствительность приемников
Рек. МСЭ-R SM.332	Избирательность приемников
Рек. МСЭ-R SM.337	Частотный и территориальный разнос
Рек. МСЭ-R SM.669	Защитные отношения для изучения совместного использования спектра
Рек. МСЭ-R SM.851	Совместное использование частот радиовещательной службой и фиксированной и/или подвижной службой в диапазонах ОВЧ и УВЧ
Рек. МСЭ-R SM.852	Чувствительность приемников для излучений класса F3E
Рек. МСЭ-R SM.853	Необходимая ширина полосы

Рек. МСЭ-R SM.1009	Совместимость радиовещательной службы (звук) в полосе примерно 87–108 МГц и воздушными службами в полосе 108–137 МГц
Рек. МСЭ-R SM.1045	Допустимое отклонение частоты передатчиков
Рек. МСЭ-R SM.1055	Использование методов расширения спектра
Рек. МСЭ-R SM.1056	Ограничение излучений от промышленного, научного и медицинского (ISM) оборудования
Рек. МСЭ-R SM.1132	Общие принципы и методы совместного использования частот радиослужбами
Рек. МСЭ-R SM.1134	Расчет интермодуляционных помех в сухопутной подвижной службе
Рек. МСЭ-R SM.1138	Определение необходимой ширины полосы частот с примерами расчета и соответствующими примерами обозначения излучений
Рек. МСЭ-R SM.1140	Процедуры для измерения характеристик приемника воздушной радиослужбы, используемые для определения совместимости между радиовещательной службой (звук) в полосе примерно 87–10 МГц и воздушными службами в полосе 108–137 МГц
Рек. МСЭ-R SM.1235	Влияние помех на качественные 8 МГц и воздушными службами в полосе 108–137 МГц характеристики работы систем с цифровой модуляцией
Рек. МСЭ-R SM.1446	Определение использования спектра и эффективности радиосистемы
Рек. МСЭ-R SM.1448	Определение координационной зоны вокруг земной станции в полосах частот от 100 МГц до 105 ГГц
Рек. МСЭ-R SM.1535	Защита служб безопасности от нежелательных излучений
Рек. МСЭ-R SM.1538	Технические и эксплуатационные параметры для устройств радиосвязи малого радиуса действия
Рек. МСЭ-R SM.1539	Изменение границы между внеполосными и побочными излучениями, необходимые для применения Рекомендации МСЭ-R SM.1541 и МСЭ-R SM.329
Рек. МСЭ-R SM.1540	Нежелательные излучения в области внеполосных излучений, попадающие в соседние распределенные полосы
Рек. МСЭ-R SM.1541	Нежелательные излучения в области внеполосных излучений
Рек. МСЭ-R SM.1542	Защита пассивных служб от нежелательных излучений
Рек. МСЭ-R SM.1633	Анализ совместимости между пассивными службами и активными службами, которым распределены соседние и близлежащие полосы частот
Отчет МСЭ-R SM.2021	Создание и подавление продуктов интермодуляции в передатчике
Отчет МСЭ-R SM.2022	Влияние на работу цифровых систем связи помех от систем с другими схемами модуляции
Отчет МСЭ-R SM.2028	Методика моделирования Монте-Карло для использования в исследованиях совместного использования частот и совместимости различных радиослужб или систем

ГЛАВА 6

ЭКОНОМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА

Содержание

	Стр.
6.1 Введение.....	18181
6.2 Традиционные методы финансирования управления использованием спектра.....	18181
6.2.1 Финансирование из национального бюджета.....	18282
6.2.2 Лицензии и платежи за использование частот	18282
6.2.3 Прочие сборы.....	185
6.2.4 Альтернативные методы организации деятельности по управлению использованием спектра	18686
6.3 Подходы к выдаче лицензий на использование спектра.....	18787
6.3.1 Первым прибыл–первым обслужен.....	187
6.3.2 Проведение конкурсов.....	18888
6.3.3 Конкурирующие ценовые предложения	18888
6.3.4 Лотереи.....	18989
6.4 Установление тарифов за использование ресурсов спектра.....	18989
6.4.1 Сборы за использование спектра.....	19090
6.4.2 Аукционы как один из методов назначения цены	19393
6.5 Права на использование спектра	19696
6.5.1 Права на использование спектра	19696
6.5.2 Финансирование управление перевода в другие полосы частот.....	20201
6.5.3 Затраты на перераспределение спектра (как метод управления использованием спектра)	201
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 К ГЛАВЕ 6 – Установление тарифов за пользование спектром.....	20201
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 К ГЛАВЕ 6 – Стоимость перераспределения спектра	202
1 Побудительные мотивы решения о перераспределении спектра.....	202
2 Стоимость перераспределения.....	203

	Стр.
3	Вычисление стоимости перераспределения с использованием остаточной балансовой стоимости..... 203
3.1	Оценка расходов пользователя при освобождении полосы частот..... 203
3.2	Остаточная балансовая стоимость $V_{сг}$ 204
3.3	Затраты на модернизацию оборудования 204
3.4	Расчет затрат на перераспределение 204
4	Вычисление стоимости перераспределения с использованием остаточной рыночной стоимости..... 205
5	Фонд перераспределения и процедуры перераспределения..... 206
5.1	Фонд перераспределения..... 206
5.2	Процедуры перераспределения..... 206
	Библиография 208

6.1 Введение

Эта Глава посвящена проблемам финансирования национальной программы управления использованием спектра. Она содержит некоторую информацию об использовании новых инструментальных средств, основанных на экономическом подходе к управлению спектром, для решения проблем, которые возникли у ряда Администраций, в основном в развитых странах, из-за увеличения спроса на ресурсы спектра, последовавшего за либерализацией рынка электросвязи. Рост спроса создал проблемы с присвоением частот, которые многие администрации оказались неспособны разрешить традиционными методами управления использованием спектра, что, в свою очередь, вызвало интерес к разработке и использованию новых инструментов управления использованием спектра, основанных на экономических подходах к использованию спектра. Ряд идей, рассмотренных в Отчете МСЭ-R SM.2012-2 (Экономические аспекты управления использованием спектра) представлен ниже; чтобы избежать использования рассмотренных в этом отчете теорий вне контекста, настоящее изложение сфокусировано на различных видах платы и механизмах формирования цен за использование спектра. Для детального анализа экономических подходов к использованию спектра следует обращаться к указанному отчету.

Таблица 6-2 является руководством по темам, связанным с оплатой за пользование спектром.

Кроме того, 2-я Исследовательская комиссия МСЭ-D при рассмотрении Вопроса 21/2 "Исчисление размера платежа за частоты" (ВКРЭ-02) выделила следующие аспекты:

- анализ различных методов, формул и подходов, применяемых в настоящее время в разных странах для исчисления платы за частоты, и сопоставление:
 - подходов и принципов исчисления платежа;
 - оснований и аргументов в пользу каждого подхода;
 - вкладов каждого подхода в совершенствование управления использованием спектра и его эффективности;
 - преимуществ и недостатков каждого из подходов (социально-экономических, технических и других аспектов);
- основные факторы, которые могут быть учтены при разработке новых формул или при пересмотре существующих;
- методы согласования и взаимного дополнения процессов перераспределения частот и оптимизации их использования с точки зрения экономики.

Результаты этой работы размещены на веб-сайте 2-й Исследовательской комиссии МСЭ-D.

6.2 Традиционные методы финансирования управления использованием спектра

Как указано в других главах настоящего справочника, управление использованием радиочастотного спектра включает выполнение различных действий, а количество предпринимаемых усилий зависит от требований отдельных Администраций. Количество предпринимаемых усилий по управлению использованием спектра зависит также от количества доступных ресурсов, а это требует создания механизма финансирования. Поскольку существует несколько различных механизмов финансирования (см. ниже), все они основываются на соответствующих нормах национального законодательства. Так, для многих администраций они часто используют:

- финансирование из государственного бюджета;
- установленные сборы;
- распределение спектра по результатам проведения конкурсов.

На некоторых этапах развития системы управления использованием спектра большинство администраций применяли один или комбинацию из этих методов для финансирования всех функций по управлению использованием спектра.

Дальнейшие примеры основных моделей финансирования представлены в Докладе 53 ЕСС "Распределение затрат и системы учета, используемые для финансирования администраций радиосвязи в странах СЕРТ". Этот доклад можно загрузить из раздела deliverables/reports с веб-сайта www.ero.dk.

6.2.1 Финансирование из национального бюджета

Этот метод — возможно наипервейший для финансирования управления использованием спектра, который следует использовать всем администрациям. При его применении некоторая часть годового государственного бюджета направляется на финансирование системы управления использованием спектра, а плата за выдачу лицензий на использование частот не взимается. Уровень возможного финансирования зависит от приоритетов правительства страны и налоговых поступлений в бюджет. При введении в стране системы управления использованием спектра финансирование ее из средств государственного бюджета оказывается, возможно, наиболее простым. Однако, с увеличением степени использования спектра возрастают требования к системе управления его использованием, что влечет увеличение связанных с этим затрат, и, в конечном счете, администрациям становится очевидно, что покрытие части или всех затрат необходимо осуществлять за счет соискателей лицензий на использование частот.

6.2.2 Лицензии и платежи за использование частот

Хотя финансирование за счет средств национального бюджета в административном смысле является наиболее простым, справедливее взимать с пользователей радиочастотного ресурса регистрационный сбор за выдачу лицензии. В противном случае за управление использованием спектра платят все налогоплательщики, даже если они не имеют никакой выгоды от использования радиосредств⁸. Поэтому многие администрации пришли к необходимости введения единовременных сборов за выдачу лицензии на использование частот, чтобы компенсировать затраты на управление использованием спектра. Платеж может взиматься со всех или с некоторых пользователей радиосредств. Существуют две наиболее общих формы сборов за пользование спектром - при начале использования и во время эксплуатации, а именно:

- простая оплата;
- платеж в порядке возмещения затрат.

На практике возмещение затрат можно рассматривать как вариант простой оплаты, поскольку именно администрация устанавливает размер сбора с соискателя лицензии на использование частот, однако, следует проводить различие между этими видами сборов, поскольку их структура и назначение строго подчинены требованиям национального законодательства и конституции. Во многих странах финансирование программ управления использованием спектра полностью или частично осуществляется за счет сборов с пользователей, многие используют также некоторые формы возмещения затрат.

⁸ Однако можно утверждать, что экономика в целом извлекает выгоду от использования радиосредств. Исследования динамики экономического развития Великобритании показали, что прямые и косвенные доходы от использования радиосредств составляют приблизительно 2% ВВП этой страны.

Примеры применения практики сборов за пользование частотами можно найти на веб-сайте⁹ ИК2 МСЭ-D.

6.2.2.1 Простая оплата

В случае простой оплаты, администрация устанавливает цену за лицензию на использование частот, которая может быть единой для всех видов лицензий или же может меняться в соответствии с определенным критерием. Единая ставка сбора для всех лицензий проста в использовании и в работе, но она не учитывает различий между пользователями, и пользователям незначительной доли общего ресурса может быть вменена к оплате такая же сумма, как и пользователям значительного ресурса. Более справедливый подход может быть обеспечен за счет введения критериев начисления платы за пользование спектром, таких как интенсивность использования спектра, ширина полосы используемых частот или географическая зона обслуживания.

Недостатком простой оплаты является то, что взимаемая сумма может не учитывать затраты администрации, так что доля возмещения затрат может оказаться как больше так и меньше, чем затраты администрации, к тому же существует вероятность отказа соискателей от использования спектра в случае слишком высокой платы. Помимо сказанного выше, вводимые критерии расчета ставок на основе определенного критерия могут не учитывать ни количества используемых ресурсов радиочастотного спектра, ни каких-либо затрат органа управления использованием спектра, и, следовательно, их введение снижает прозрачность системы оплаты и может сделать назначение суммы сбора различным пользователям совершенно произвольным. Рекомендуется, чтобы процесс разработки тарифных ставок оплаты был открытым и прозрачным. Этим отчасти определяется административный сбор. Административные сборы являются предметом пристального внимания правоохранительных структур (см. разъяснение принципа покрытия издержек). Однако если суммы сборов поступают непосредственно в государственный бюджет, то их необходимо считать налогами. В компетенции государства устанавливать базу налогообложения (доходы, капиталы), список налогооблагаемых видов деятельности, а также ставки налогов.

6.2.2.2 Возмещение издержек

Сборы на возмещение издержек начисляются для того, чтобы возместить затраты администрации на управление использованием спектра, но в размере, позволяющем избежать как предъявления излишних требований к соискателю лицензий, так и необходимости субсидирования управления использованием спектра за счет средств национального бюджета. Тарифы за пользование радиочастотным спектром, и, соответственно, платежи за оформление частотных лицензий, устанавливаются в соответствии с затратами органа управления использованием спектра на организацию процесса распределения и присвоения частот (например: присвоение частоты, согласования по объекту заказчика, прочие согласования) и устанавливаются с учетом всех необходимых действий по управлению использованием спектра. Затраты соискателя на оформление частотной лицензии являются единовременными. Помимо указанных платежей, пользователю может быть назначена ежегодная плата на возмещение затрат служб обеспечения помехозащищенности (принудительные затраты), см. также п. 6.2.3. Все платежи при получении частотных лицензий назначаются исходя из принципа возмещения затрат, размер которых явным и неявным образом зависит от вида лицензии.

Система начисления платежей, основанная на возмещении издержек, справедлива с точки зрения пользователей радиочастотного спектра, поскольку стоимость управления использованием спектра пропорционально распределяется между ними по известному алгоритму назначения оплаты. Однако, для учета и контроля затрат на управление использованием спектра требуется значительный административный ресурс. Для обеспечения максимальной прозрачности процедуры оплаты лицензий на использование частот представляется целесообразным в законодательном порядке

⁹ http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/SF-Database/index.asp.

использовать независимые расчетные счета, обоснованность и законность перечисления денежных средств на которые подлежат контролю со стороны государственных органов. Все указанное выше увеличивает административные непроизводительные затраты настолько, что покрытие издержек поступающими платежами становится невозможным без существенного усовершенствования всей финансовой системы.

Следует заметить, что конкретное наполнение и порядок осуществления платежей на возмещение издержек зависят от особенностей управления использованием спектра, законодательных актов и положений конституции той или иной страны. Любые разногласия препятствуют внедрению системы начисления платежей, основанной на возмещении издержек, и затрудняют обоснование затрат и обязательных платежей. Существует несколько причин возникновения разногласий:

- a) Возмещение издержек – это частный случай принципа страхового возмещения, который, в данном случае, может означать, что сумма платежей, вмененных лицам, получающим выгоду в результате деятельности администрации, равна сумме затрат на осуществление деятельности некоторого подразделения администрации. На самом деле, если строго следовать букве закона, принцип страхового покрытия утверждает, что сумма платежей, вмененных лицам, получающим выгоду в результате деятельности администрации, не должна превышать сумму затрат на осуществление деятельности некоторого подразделения администрации. Следовательно, постановления исполнительных или законодательных властей могут быть пересмотрены решением судебных инстанций в том смысле, что платы за возмещение затрат на осуществление деятельности администрации лицами, получающим выгоду в результате этой деятельности, могут покрывать затраты не целиком, а частично, причем разница погашается из средств федерального бюджета.
- b) В некоторых странах делают различие между величиной соответствующего суммарного дохода администрации и некоторой оценкой этой величины. В первом случае администрации не разрешено назначать соискателю лицензии заниженную или завышенную цену при возмещении расходов. В последнем случае указывают, что размер оплаты принят на основе оценки ожидаемых затрат, и потому доход может превышать или не достигать фактических затрат администрации. Заметим, что в тех странах, где применяется последний метод, может потребоваться проведение тщательных аудиторских проверок. Чрезмерно высокая плата может также приводить к накоплению излишков средств, которые можно использовать для снижения ставок оплаты в последующие годы, и наоборот.
- c) Величина компенсационных сборов может прямо или косвенно обосновываться объемами работы, как выполняемой для выдачи отдельной лицензии, так и необходимой в среднем для выдачи лицензий данной категории.
- d) Сложность процесса присвоения частот и объем действий, необходимых для выдачи лицензий на использование спектра, может меняться вследствие:
 - национальных особенностей – например, числа пользователей или географических особенностей, требующих использования подробных топографических баз данных;
 - международной координации – например, как следствие двусторонних или многосторонних соглашений, соответствующих примечаний Регламента радиосвязи или требований такой координации;
 - иных понесенных затрат (исследовательские работы по радиосвязи, участие в конференциях по радиосвязи и т. п.).
- e) Отнесение стоимости отдельных операций по управлению использованием спектра к определенной категории лицензий может выполняться по-разному в зависимости от:
 - решения о том, оплачиваются ли эти затраты заявителем, следует ли взимать фиксированную плату за лицензии или эти затраты компенсируются государством (возмещаются из государственного бюджета);
 - отнесения их к прямым или косвенным затратам (см. ниже).

Упомянутые выше факторы влияют на составляющие платежа за выдачу лицензий и на методы, которые администрация может применять для отслеживания своих доходов и расходов. Отличия могут также возникать при распределении между прямыми и косвенными затратами, несмотря на установленные определения, из-за различий в интерпретации отдельных видов затрат, отнесенных к каждой категории. Общее определение прямых и косвенных затрат приводится ниже.

– *Прямые затраты*

Они охватывают непосредственные и учитываемые расходы на выдачу лицензий по отдельным заявлениям. Например, стоимость рабочего времени персонала, занятого в процессе присвоения частот, устранение помех в месте расположения объекта, анализ помех, когда это может быть напрямую соотнесено с отдельным видом службы – как обеспечение отсутствия помех на общественных новостных и вещательных каналах, консультации в МСЭ и международные консультации на региональном уровне непосредственно для данной службы. В некоторых диапазонах частот и для отдельных служб, а также в случае расположения передатчиков вблизи границы с соседними странами в состав прямых затрат включают затраты на проведение международной координации.

– *Косвенные затраты*

Они охватывают расходы на выполнение функций по управлению использованием спектра в части, необходимой в процессе присвоения частот, а также накладные расходы по осуществлению административных процедур управления использованием спектра. Они представляют собой расходы, которые не поддаются идентификации или которые невозможно отнести к отдельным службам или соискателям лицензий, такие, как общие международные консультации, исследования распространения радиоволн для многих диапазонов и служб, общий мониторинг спектра и исследование помех по жалобам законопослушных пользователей, расходы на содержание персонала и оборудования, а также подготовку и участие в конференциях по радиосвязи и действия, предпринимаемые во исполнение их решений.

Однако, в некоторых администрациях используют весьма жесткое ограничительное определение прямых затрат, понесенных для выдачи лицензии отдельному соискателю, но не для всего класса таких лицензий, а некоторым администрациям возбраняется взыскивать плату на покрытие косвенных расходов.

Недостаток принципа возмещения затрат состоит в том, что он не дает возможности взимать с пользователей плату пропорциональную фактическому использованию и существующему уровню перегруженности спектра, что приводит к тому, что пользователям значительных объемов спектра работать выгоднее за счет пользователей малой части ресурсов. Это делает весьма затруднительным применение отдельных видов сборов, стимулирующих пользователей эффективнее использовать спектр, за счет применения более эффективных технологий или за счет работы в менее занятых диапазонах частот. Кроме того, исчисление затрат по категориям лицензий не учитывает платежеспособность пользователей в ущерб некоторым пользователям (например, пользователям в отдаленных сельских районах), тогда как другие пользователи не получают достаточных стимулов к эффективному использованию спектра. Затраты для выдачи отдельной лицензии весьма трудно учесть, и они не стимулируют пользователей к эффективному использованию спектра.

6.2.3 Прочие сборы

В дополнение к получению выручки и осуществлению затрат при выдаче лицензий, существуют другие виды деятельности администрации по управлению использованием спектра, приводящие к тратам и получению дохода. Возмещение таких расходов может основываться (или не основываться) на механизме простой оплаты, которая может покрывать или не покрывать затраты, понесенные в связи с осуществлением этой деятельности, или исчисляться по принципу возмещения. Некоторые примеры приводятся ниже.

– *Сбор за выдачу сертификата соответствия типа*

Это вид оплаты, которую администрации взимают за сертификацию отдельного изделия или серийно производимых изделий, представляющих собой терминальное или стационарное радиооборудование. Оборудование, которое однажды протестировано в аккредитованной испытательной лаборатории, или для которого одобрены технические условия, получает от администрации или компетентного органа сертификат соответствия и право свободного обращения на рынке. В некоторых регионах полученный сертификат принимается другими странами, а производитель снабжает оборудование декларацией соответствия. Следовательно, выручка от сборов за сертификацию может не быть значительной.

– *Плата за аккредитацию*

В некоторых странах тестирование терминального или стационарного радиооборудования выполняется администрацией, тогда как в других – независимыми аккредитованными испытательными лабораториями, которые не являются частью администрации, а в некоторых случаях, когда лаборатории все же являются частью администрации, сборы взимаются за аккредитацию лабораторий. Заметим, что если это выполняется аккредитованными органами, то администрации не могут взимать за это плату, хотя косвенно плата за электромагнитную совместимость (ЭМС) и сборы за регулирование ЭМС требуют расходов администраций в части надзора за рынком. Некоторые администрации предпочли, таким образом, включить плату за ЭМС в стоимость сбора за оборудование, подпадающее под этот тип регулирования или взимать сборы с производителей.

– *Сборы за инспекционный контроль*

В некоторых случаях администрации инспектируют установки до или после ввода оборудования в эксплуатацию. Контроль может выполняться регулярно или случайным образом. В некоторых случаях сборы за инспекционный контроль включаются в состав обычного сбора за выдачу лицензии, в некоторых случаях – это отдельный вид сборов.

– *Сборы за разбирательства по жалобам на помехи*

Администрации обычно расследуют жалобы на помехи со стороны обладателей лицензий или других членов общества. Чтобы избежать ложных жалоб или для покрытия административных расходов можно назначить плату во всех случаях или только в случаях жалоб, не получивших подтверждения.

– *Сборы за право на эксплуатацию (радиолюбители, морская связь)*

Для радиолюбителей и пользователей средств морской радиосвязи, до получения разрешения на эксплуатацию своего оборудования, соискатели обязаны сдать экзамен для получения свидетельства о праве на эксплуатацию. Администрации могут взимать плату за экзамены и за выпуск свидетельства о праве на эксплуатацию.

– *Ежегодный сбор*

Это сбор для возмещения затрат органа управления, которые не компенсируются упомянутыми выше видами сборов.

6.2.4 Альтернативные методы организации деятельности по управлению использованием спектра

Администрации могут предпочесть создание систем альтернативных традиционным централизованным, действующим под управлением и финансируемым правительством национальным системам управления использованием спектра. Хотя государственное управление использованием спектра остается в ведении правительства, альтернативные методы могут повысить действенность и эффективность его усилий, за счет использования негосударственных ресурсов для создания и финансирования определенных видов деятельности управления использованием спектра.

Ряд администраций изыскивали и используют ресурсы управления использованием спектра внутри страны, но вне государственного процесса управления, включая:

- группы организаций или лиц, непосредственно заинтересованные в эффективном использовании спектра, в форме консультативных комитетов, деловых объединений, профессиональных организаций и близких к правительству ассоциаций;
- координаторов частот (и координационных групп) и назначенных управляющих использованием спектра; и
- консультантов по управлению использованием спектра и вспомогательных подрядчиков.

Эти альтернативные средства управления могут быть использованы в дополнение к государственному управлению использованием спектра. Выбор применяемого метода зависит от диапазона частот, вида радиослужбы и/или специфики применения радиосредств, имеющихся возможностей государственной организации управления использованием спектра и опытом, почерпнутым из других источников. Государственный орган управления использованием спектра может определять пределы ответственности и полномочия, делегированные этим группам в соответствии с выполняемыми ими функциями. Администрации могут также обнаружить, что для выполнения всех действий по управлению использованием спектра требуется комбинация различных методов.

Цели использования других государственных органов в процессе управления использованием спектра:

- сэкономить правительственные финансовые или человеческие ресурсы; Однако, если к деятельности по управлению использованием спектра привлекаются третьи лица, которые имеют экономические интересы вне сферы деятельности администрации, проблема финансирования деятельности по управлению использованием спектра остается актуальной, поскольку деятельность этих третьих лиц должна быть оплачена соответственно услугам, которые они оказывают;
- повысить эффективность использования спектра;
- повысить эффективность процессов присвоения частот и координации;
- предоставление консультаций государственному органу по управлению использованием спектра.

6.3 Подходы к выдаче лицензий на использование спектра

Из-за различия потребностей отдельных пользователей радиосредств и периодов времени, в течение которых частотный диапазон может быть открыт для выдачи лицензий, требуются различные подходы к выдаче лицензий на использование спектра. Если число соискателей превышает возможности доступных ресурсов спектра и, особенно, если присвоение должно быть сделано в течение короткого периода времени, режим "первым прибыл–первым обслужен" может оказаться неприемлемым, и требуются механизмы, подобные тендерным процедурам, сравнительным предложениям цены и лотереи.

6.3.1 "Первым прибыл–первым обслужен"

Наиболее часто используемый администрацией алгоритм присвоения частот – "первым прибыл–первым обслужен". Частоты присваивают в порядке поступления заявлений на основании сведений о доступности частот, по завершении соответствующих действий по управлению использованием спектра и в случае, если соискатель удовлетворяет установленным требованиям. Этот механизм приемлем, когда нет дефицита спектрального ресурса, а присвоения надлежит сделать потенциально большому числу пользователей или в течение длительного периода времени. Этот

алгоритм чаще всего используется при финансировании из государственного бюджета или за счет сборов за использование спектра и, скорее всего, в обозримом будущем останется наиболее эффективным, хотя он может быть соединен (с возмещением или без возмещения издержек) с методами регулирования спроса (например, установление тарифов административными средствами).

6.3.2 Проведение конкурсов

Этот способ используется, вероятно, чаще всего, для определения того, кому из соискателей следует предоставить доступ к ограниченным ресурсам спектра, для целей радиовещания или предоставления услуг подвижной связи общего пользования. Метод основан на конкуренции соискателей, представляющих свои предложения об организации предоставления услуг для последующего рассмотрения администрацией. Предложения обычно включают информацию о числе абонентов, качестве обслуживания, скорости ввода в эксплуатацию и бизнес-плана оператора. Для радиовещательных служб предоставляются сведения о сетке вещания: количество часов детских программ, образовательных программ, новостных передач. Предложения обычно подготавливаются в соответствии с установленными и опубликованными администрацией критериями. Со стороны администрации отсутствуют обязательства о назначении спектрального ресурса кому-либо из соискателей, если ни один из них не соответствует предъявленным требованиям.

Анализ предложений может потребовать значительного времени и ресурсов, а процесс принятия решения может оказаться не слишком прозрачным. Результаты анализа могут быть субъективными, и если причины отклонения предложений проигравших конкурс соискателей не вполне ясны, а сами предложения соответствуют опубликованным администрацией критериям, проигравшие соискатели могут опротестовать результаты в суде. Любое юридическое вмешательство может существенно изменить запланированное администрацией время начала предоставления услуг, а от администрации может потребоваться повторное проведение конкурса.

Проведение конкурса может оказаться дорогостоящим и длительным процессом, даже в отсутствие угрозы юридического вмешательства. Такой механизм применим только в случае малого числа соискателей ограниченного числа лицензий. Кроме того, хотя при проведении конкурса может учитываться квалификация соискателя, а проведение конкурса имеет целью выдать лицензию организации, наилучшим образом удовлетворяющей условиям конкурса, может оказаться, что для победы в конкурсе выигравший соискатель преувеличил свои технические/качественные показатели и теперь вынужден разворачивать службу там, где, например, качество или емкость системы превосходят эксплуатационные требования или же обнаруживается, что система неспособна удовлетворить заявленным требованиям.

6.3.3 Конкурирующие ценовые предложения

Этот метод основывается на тендерной процедуре, но вместо присвоения администрацией ресурсов спектра бесплатно или за установленную плату, от соискателей кроме соответствия опубликованным администрацией критериям требуется представить предложение в стоимостном выражении. Таким образом, конкурсанты сами определяют цену за использование ресурсов спектра.

Введение стоимостной составляющей в предложения соискателей дает весьма ограниченную оценку стоимости ресурсов спектра, которая может не соответствовать истинной рыночной цене, поскольку предложения соискателей в этой части, поданные в ответ на опубликованные администрацией условия, могут оказать значительное влияние на формирование цены. Для предотвращения вступления соискателей в картельный сговор с целью уменьшения монетарной составляющей их предложений, обычным методом установления нижнего предела монетарной составляющей конкурсных предложений принятие Правительством решения о стоимости ресурсов спектра является.

Как и при проведении тендера, достоинством состязательного процесса является возможность учесть уровень квалификации будущего обладателя лицензии и, до некоторой степени, – стоимость ресурсов спектра.

Как и при проведении любых тендеров, все поступившие предложения рассматриваются в администрации. Как и в предыдущем случае, у администрации отсутствуют обязательства относительно выдачи лицензии кому-либо из соискателей. Анализ предложений упрощается, если число соискателей равно числу выдаваемых лицензий, соискатели представляют ясные предложения, превосходящие все требования администрации, и дают наилучшие денежные предложения. Однако в большинстве случаев процедура рассмотрения оказывается более сложной, поскольку финансовая составляющая – суть только один элемент предложения, а наибольшая предложенная цена не является гарантией победы в конкурсе. Кроме того, при введении финансовой составляющей требуется всесторонняя оценка деятельности соискателей и, особенно, их финансовых планов. Процесс рассмотрения конкурирующих предложений может оказаться столь же длительным и трудоемким, как проведение конкурсов. Пока нет очевидных победителей, вопрос о том, является ли решение администрации настолько же субъективным, как и при проведении конкурсов, является спорным и, возможно принятое решение, даже более подвержено судебному разбирательству, поскольку оцениваются различные (финансовые, и иные) составляющие.

6.3.4 Лотереи

Использование этого метода позволяет справляться с очень большим количеством заявлений, а сам метод основан на случайном выборе победителей из числа конкурирующих соискателей. В простейшем виде проведение лотереи является несложным, быстрым и прозрачным, но разрешение на использование ресурсов спектра может достаться тому, кто не достоин этого. Поскольку при выполнении назначения отсутствует необходимость в субъективном решении и рассмотрении соискателей, существует лишь незначительные возможности для судебного разбирательства по поводу принятого решения. Однако, до тех пор, пока не установлено никакой платы за участие, выигравший соискатель получает разрешение на использование ресурсов спектра безвозмездно. Следовательно, администрация может принять решение об установлении платы за участие в лотерее, а, возможно, и иных требований к участникам, чтобы гарантировать, что выигравший соискатель в состоянии предоставлять услуги. Эти дополнительные требования могут ограничить число участников, а также обеспечить некоторую часть стоимости ресурсов спектра.

6.4 Установление тарифов за использование ресурсов спектра

Поскольку ресурсы радиочастотного спектра ограничены, но возможно их повторное использование, они должны использоваться рационально и эффективно, чтобы избежать нежелательных помех, извлечь максимальную выгоду от их использования для каждой администрации и обеспечения равноправного доступа к ресурсам спектра для всех существующих и потенциальных пользователей. Однако, либерализация в телекоммуникациях и стремительное развитие технологий открывают дверь для разнообразных новых вариантов использования спектра, и эти технологии, хотя и обеспечивают весьма эффективное использование спектра, подстегивают рост интереса и увеличение спроса на ограниченные ресурсы спектра. В результате, на некоторых географических территориях для некоторых услуг и определенных диапазонов частот спрос на использование спектра превысил имеющиеся ресурсы. В то же время, тенденция к сокращению циклов разработки увеличивает давление на органы управления использованием спектра и требует от них более быстрого принятия решений о том, кто и с применением какой технологии должен получить доступ к использованию спектра.

При этих обстоятельствах тарифная политика и большинство методов присвоения, рассмотренных выше, могут оказаться неоптимальным решением для управления процессом предоставления доступа к ресурсам спектра, поскольку, в основном, они не несут никакого стимула для достижения

определенных целей администрации. Рассмотренные в настоящем разделе сборы направлены, в частности на обеспечение влияния на поведение пользователей спектра. Будучи правильно использованы, эти сборы:

- обеспечивают прозрачный механизм содействия эффективному использованию спектра;
- предупреждают накопление пользователями разрешений на использование спектра, которые им в действительности не требуются;
- стимулируют использование недостаточно загруженных участков спектра;
- создают механизм ускоренного присвоения в условиях высокого спроса на ограниченные ресурсы спектра и жесткой конкуренции между пользователями.

Кроме того, при значительном количестве соискателей использование некоторых традиционных методов присвоения частот затруднительно, а соискатели чаще прибегают к судебному разбирательству, поскольку процесс принятия решения администрацией (особенно в условиях конкуренции) недостаточно прозрачен.

Эти особенности выявили необходимость разработки новых методов управления использованием спектра, с употреблением, кроме прочего, экономических критериев в качестве нового инструмента управления использованием спектра для определенных служб и в качестве инструмента для определения тарифов оплаты за частотные лицензии. Экономические критерии объединяются с иными, более традиционными инструментами управления использованием спектра для усовершенствования процесса управления использованием спектра и создания предпосылок для принятия взвешенных решений к выгоде пользователей радиочастотного ресурса и экономики в целом.

6.4.1 Сборы за использование спектра

Одним из факторов, подверженных влиянию цены за использование спектра, являются методы использования сборов за пользование ресурсами спектра, которые были обстоятельно рассмотрены в связи с необходимостью принятия какой-либо концепции для оценки стоимости спектрального ресурса в итоговой сумме сборов. Примеры использования таких методов перечислены ниже.

а) Сборы за пользование спектром на основе совокупного дохода пользователей

Сумма взимаемого сбора может исчисляться как процентная доля от совокупного дохода компании. Используемая для расчета суммы сбора величина совокупного дохода компании должна быть напрямую связана с использованием компанией ресурсов спектра, чтобы избежать трудностей при выполнении учета и проведении аудита.

б) Стимулирующие платежи за пользование спектром

Стимулирующие платежи – суть попытка решения задач управления использованием спектра с помощью тарифных ставок, то есть создания стимулов для эффективного использования спектра. Преимуществом метода стимулирующих платежей является то, что он отражает, до определенной степени, факт нехватки и дифференциальную ренту спектрального ресурса. Следовательно, при использовании этого метода определение ставок не ограничивается затратным подходом, а структура платежей разрабатывается таким образом, чтобы приблизиться к рыночному уровню стоимости¹⁰ ресурсов спектра. Конечной целью стимулирующих платежей является поощрение эффективного использования спектра, а также приведение спроса на частоты в равновесие с возможностью их предоставления посредством:

¹⁰ Следует определить величину рыночной стоимости спектрального ресурса.

- поощрения пользователей к применению оборудования, позволяющего использовать спектр более эффективно;
- возврата спектрального ресурса, надобность в котором отсутствует;
- использования менее загруженных областей спектра.

Таким образом, использование стимулирующих платежей может также обеспечить поддержку политики перемещения пользователей.

При разработке тарифов пытаются учесть степень дефицита ресурсов спектра. При разработке тарифов могут учитываться различные составляющие использования спектра, а для различных диапазонов частот и служб могут потребоваться различные методы расчета, чтобы получить гибкую стимулирующую систему сборов. В типовом случае метод может учитывать ряд критериев, например:

- *Диапазон частот*

Подлежащая оплате сумма может меняться для того, чтобы побудить пользователей к вводу в эксплуатацию новых служб в менее дефицитных областях спектра или к перемещению действующих служб в участки спектра, имеющие свободные полосы. Администрациям следует также отмечать, что для некоторых служб требуются определенные частоты или определенные диапазоны частот для работы, как, например, для КВ связи, метеорологических служб.

- *Ширина полосы частот*

Сумма оплаты меняется соответственно величине занятого пользователем спектрального ресурса. Это делается для того, чтобы стимулировать пользователей к применению оборудования с большей эффективностью использования спектра, вернуть ненужные им ресурсы спектра, а новых пользователей – запрашивать только минимально необходимые им ресурсы. Этот метод фактически применяется при назначении сборов за каждый канал в случае фиксированных служб и служб ведомственной подвижной радиосвязи.

- *Исключительное использование*

Имеет два аспекта. Во-первых: при использовании всех других критериев для радиослужб ставка оплаты для пользователей спектра с исключительным доступом к каналу связи должна быть выше, чем сумма сбора с пользователей, довольствующихся совместным использованием полосы частот. Во-вторых, при совместном использовании полосы частот и применении всех других критериев для радиослужб, ставка оплаты для пользователей спектра, использующих значительное количество оборудования радиосвязи, должна быть выше, чем сумма сбора с пользователей, довольствующихся малым количеством оборудования, поскольку первые занимают ресурсы спектра в большей степени, чем последние (первые снижают возможности последних по использованию спектрального ресурса).

- *Местоположение*

Взимаемая с операторов плата на территориях с высокой плотностью населения (например, в центральной части городов) выше, чем с операторов на территориях с меньшей плотностью населения (например, в сельской местности). Заметим, что на практике использование спектра в некоторых сельских районах может оказаться более интенсивным, чем в иных городах, а степень использования зависит от вида службы и частотного диапазона.

– *Зона обслуживания*

Суммы сборов зависят от зоны обслуживания передатчика (которая определяется как некоторая территория, на которой не могут работать другие службы, поскольку она используется обладателем лицензии, а ее площадь ограничивается зоной обслуживания плюс буферная защитная зона). Понятие зоны обслуживания может также использоваться в отношении числа обслуживаемых абонентов (потенциальных зрителей или слушателей).

– *Транкинговые системы радиосвязи*¹¹

Имеются различия в ставках оплаты использования производительных транкинговых систем и традиционных систем радиосвязи.

Недостатком стимулирующих сборов является отсутствие даже сложных методик учета изменения состояния рынка.

Необходимо весьма осторожно подходить к назначению тарифов за выдачу лицензии, чтобы не допустить возникновения значительных различий между величиной сборов и рыночной стоимостью. Кроме того, разработка методики расчета тарифов стимулирующих сборов может оказаться непростой задачей, поскольку она должна точно отражать изменения в использовании частот радиочастотного спектра на всей территории страны. Стимулирующие сборы не могут применяться ко всем без исключения службам.

с) *Сборы за упущенную выгоду*¹²

Сборы за упущенную выгоду призваны моделировать процесс оценки стоимости спектрального ресурса. Для его осуществления может потребоваться проведение финансового анализа, исследования спроса и предложения с целью определения оценочной стоимости и высокая квалификация исполнителей. Тарифы сборов за упущенную выгоду эффективны, поскольку позволяют создать представление об истинной рыночной стоимости спектрального ресурса, тем самым, поощряя действующих пользователей в желании использовать альтернативные средства связи и вернуть ненужные им ресурсы спектра. Заметим, что все вышеуказанное можно считать примером метода определения суммы сборов за упущенную выгоду.

Чрезвычайно трудно рассчитать тарифы сборов за упущенную выгоду, которые учитывали бы все факторы влияющие на цену ресурсов спектра в каждом конкретном месте, аналогично крайне затруднительно создать точную модель торгов, и затраты на ее создание могут превысить затраты на проведение торгов "вживую". Каждый отдельно взятый потребитель принимает решение о необходимости создания модели, исходя из оценки ее стоимости и принципиальной возможности ее создания на базе имеющихся данных. Финансовые исследования или прогнозы могут быть в некоторой степени полезны, но моделирование рынка всегда остается неблагоприятной работой. Тем не менее, такие методы могут иметь преимущества по сравнению с другими, основанными на понятии цены с точки зрения управления использованием спектра, так как позволяют сбалансировать спрос и предложение и способствуют росту экономического благосостояния. Кроме того, сборы за упущенную выгоду применяются к держателям обычных лицензий в течение продолжительного периода времени, в то время как аукционы по получению лицензий обычно приносят единовременную прибыль.

В таблице 6-1 представлены преимущества и недостатки традиционных и рыночных методов расчета тарифов и сборов.

¹¹ См. материалы 9-й Исследовательской комиссии МСЭ-R.

¹² См. Итоговый доклад МСЭ-D 1998 г. (ИК2) (Документ 3).

ТАБЛИЦА 6-1

Методы	Преимущества	Недостатки
Простые платы	Могут быть вменены всем пользователям. Не требуют длительного анализа и исследований с целью установления методов расчета и тарифных ставок в зависимости от применения ресурсов радиочастотного спектра. Легко выполнить, частично или полностью возмещает затраты на оформление частотной лицензии.	Плата не отражает ни затраты администрации, ни то, во сколько пользователь оценивает спектр. Применяемый в одиночку, этот метод не стимулирует технически или экономически рост эффективности использования спектра.
Возмещение издержек	Для пользователей спектра, которые уверены, что они оплачивают только затраты, порожденные их взаимодействием с органами управления использованием спектра. Налоги, взимаемые на общих основаниях, не используются для финансирования деятельности администрации, а плательщики легко определяются.	Применяемый в одиночку, метод не стимулирует технически или экономически рост эффективности использования спектра. Процесс распределения прямых и косвенных затрат органов управления использованием спектра при помощи методик формирования ставок оплаты и тарифов труден для применения. Из-за юридических ограничений не все затраты органов управления использованием спектра могут быть возмещены за счет взимания сборов.
Сборы на основе совокупного дохода пользователей	Связывает стоимость ресурсов спектра и доходы от коммерческой деятельности по их использованию. Легко исчисляется.	Может применяться только к пользователям, чьи доходы непосредственно связаны с использованием спектра. Не стимулирует эффективность использования спектра в случае, если доходы пользователя не зависят от используемого ресурса спектра. Рассматривается как дополнительный налог.
Стимулирующие сборы	Стимулирует эффективное использование спектра. Возмещает часть или всю стоимость затрат на оформление частотной лицензии, хотя преследует другие цели.	Для приблизительной оценки рыночной стоимости ресурсов спектра Могут потребоваться значительные усилия. Не могут применяться ко всем без исключения службам.
Сборы за упущенную выгоду	Дает точную оценку рыночной стоимости ресурсов спектра. Стимулирует эффективное использование спектра.	Требует сбора и анализа огромного количества данных. Применим только к части ресурса спектра (при проведении изысканий в расчет принимаются только пользователи и проекты, соперничающие в получении полосы частот).

6.4.2 Аукционы как один из методов назначения цены

Аукционы предоставляют собой новый вид механизма присвоения, при котором пользователи самостоятельно определяют его стоимость. При этом цена спектра зависит только от ситуации на рынке и частот, предоставляемых выигрывающему участнику торгов. Аукцион может быть основан целиком на ценовом предложении, или администрация может устанавливать критерии, исходя из

которых определяются стартовые условия для претендентов, выразивших желание принять участие в аукционе, также администрация может устанавливать стартовую цену. Эти критерии могут совпадать с условиями участия в лотерее, однако ни при проведении аукциона, ни в лотерее, для определения победителя они не используются.

- Аукционы могут стимулировать эффективное использование спектра, побуждая выигравших соискателей стремиться к скорейшему и максимальному извлечению выгоды от его использования. Существуют некоторые опасения по поводу того, что аукционы увеличивают накладные расходы операторов связи при начале предоставления услуг, но участники торгов, безусловно, должны адекватно оценивать свои финансовые потоки, а достаточная практика ведения бизнеса должна гарантировать, что все указанное выше учтено в их предложении.
- Аукционы обеспечивают более быструю и эффективную процедуру присвоения частоты спектра по сравнению с традиционными тендерными торгами или лотереями. Аукционы предоставляют возможность участия значительному количеству претендентов, что особенно важно в условиях ограниченности доступных ресурсов спектра. Однако, поскольку при проведении аукционов отмечены случаи протекционизма и коррупции со стороны администрации, производящей присвоение частот, следует обеспечить прозрачность процедуры проведения торгов и предусмотреть возможность юридического вмешательства. Следует отметить, что, чем большее количество критериев и ограничений применяется при проведении аукциона, тем больше вероятность снижения рыночной стоимости ресурса спектра и, возможно, уровня конкуренции. В некоторых случаях, чтобы ясно определить эксплуатационные ограничения лицензии на использование частот, администрация может потребоваться применить средства управления использованием спектра, которые они прежде сочли ненужными, например, средства мониторинга, средства ведения базы данных местности, средства автоматизированного анализа помех.

Чтобы аукцион проходил без помех, правила и порядок проведения аукциона должны быть известны и однозначно поняты всеми участниками до начала аукциона. Любой администрации, планирующей проведение аукционов на право использования спектра, следует свериться со справочными и нормативными изданиями по данной теме и ознакомиться с опытом работы "первопроходцев" проведения аукционов по продаже спектра, проанализировать успехи и проблемы, с которыми они столкнулись при организации и проведении аукциона, а также понять, какое влияние оказывают возникающие проблемы на операторов систем связи, изготовителей телекоммуникационного оборудования и конечных пользователей.

Если проведение традиционного аукциона представляется затруднительным, может быть использована автоматизированная система аукционных торгов. В этом случае для технической поддержки процесса торгов требуется создание специальной технической службы. Чтобы гарантировать достаточный уровень "грамотности" участников аукциона, необходимо также проводить обучение и тренировки в приближенных к реальным условиям руководителей управления использованием спектра и потенциальных участников.

Существует несколько видов проведения аукционов, например:

- "Английский" аукцион
Аукционист увеличивает цену до тех пор, пока не останется единственный участник торгов;
- Аукцион закрытых торгов по первой цене
Участники торгов ведут закрытые торги, и самая высокая цена побеждает;
- Аукцион закрытых торгов по второй цене
Участники торгов ведут закрытые торги, и участник, предложивший самую высокую цену выигрывает, но оплачивает цену предложения, занимающего вторую позицию;
- "Голландский" аукцион
Аукционист объявляет высокую цену и снижает ее до тех пор, пока один из участников торгов не выкрикнет "мое";

– Совместное проведение нескольких циклов торгов

Впервые организованный Федеральной комиссией по связи США, аукцион этого вида предполагает неоднократное предложение цены за каждый из лотов, которые одновременно выставляются на торги. Самое высокое предложение цены по каждому лоту доводится до сведения участников торгов перед следующим кругом, когда предложения снова принимаются по всем лотам. По завершении каждого цикла не всегда выявляется участник, предлагающий самую высокую цену, но к моменту закрытия торгов он определяется однозначно. Процесс продолжается до тех пор, пока на каком-либо цикле не поступает новых предложений ни по одному из лотов. Этот вариант сложнее однократных аукционов, но прозрачнее процесса закрытых торгов и поэтому предоставляет участникам торгов большую маневренность, позволяя объединять лоты различными способами, кроме того, победитель промежуточных циклов не объявляется, что обеспечивает участникам торгов высокий уровень конфиденциальности при предложении цены.

Преимущества

Преимущество аукционов в том, что они обеспечивают максимальную цену частотной лицензии и предполагают незамедлительное извлечение дохода, но это не значит, что эти доходы будут высокими, поскольку стоимость заявки зависит от многих факторов. Когда аукционы используются для выдачи частотных лицензий внутри существующей структуры, обладающей правом распределения частот, победитель определяется только среди участников, имеющих отношение к указанной структуре. Например, если конкретный участок спектра в конкретной области оценен наиболее высоко операторами систем радиовещания, но распределен операторам мобильной радиосвязи, доходы и экономические выгоды, полученные от использования этого спектра, будут меньше, чем в случае, если бы операторам систем радиовещания позволили участвовать в аукционе.

Увеличение в масштабе всей страны количества служб, действующих на основании лицензии, полученного в результате аукционных торгов, санкционирует преимущественное использование спектра для оказания услуг, пользующихся наивысшим спросом.

Недостатки

Однако, службы, использующие диапазон частот, имеют потенциальный недостаток – увеличение стоимости работ по устранению помех между обладателями лицензии на использование частот в смежных областях спектра и на соседних территориях. Сходные проблемы распределения частот возникают также в случае переуступки прав на использование спектра после первоначального распределения ресурса спектра. В будущем, по мере все большей конвергенции в использовании спектра, влияние указанного отрицательного фактора будет уменьшаться.

Аукционы не являются универсальным средством решения проблем и подходят только для определенных условий и видов частотных лицензий. Их нельзя использовать, если право на использование спектра не может быть определено должным образом. Они также не подходят для распределения значительного по объему спектрального ресурса по низкой стоимости ни по заявкам служб, предоставляющих социально необходимые услуги, ни в случае, если конкуренции нет или она ограничена. Фактически, единственным наиболее важным фактором продвижения аукционов частотных лицензий является конкуренция между претендентами на победу, таким образом, действенный закон о конкуренции, гарантирующий, что участники торгов не договорятся об установлении и поддержании цены, становится необходимым условием проведения аукционов.

В отдельных ситуациях и для определенных служб проведение аукционов может быть неэффективным или непрактичным. Один из случаев – отсутствие конкуренции за ресурсы спектра. Что наблюдается, например, в сетях фиксированной радиорелейной связи, где существует много отдельных соединений, осуществляемых посредством узкого направленного луча, и вероятные операторы не видят реальной возможности добиться возврата вложенных средств за разумное время.

Второй случай – когда службы, предоставляющие услуги с использованием спектральных ресурсов в сфере деятельности, связанной с национальными интересами, например, национальной обороны или научных исследований, могут испытывать трудности с вложением средств в финансовое обеспечение ресурсов спектра, что может привести к тому, что в условиях распределения ресурсов спектра между всеми провайдерами только посредством аукционных торгов, социально значимые услуги будут не в полной мере предоставлены обществу.

Если бы при присвоении частот для всемирных или международных спутниковых систем требовалось проведение аукционов в каждой из стран, потенциальные поставщики услуг должны были, вероятно, расходовать значительные средства только для того, чтобы участвовать в каждом аукционе, причем такой громоздкий процесс с неизбежностью задержал бы внедрение остро необходимых услуг. Кроме того, каждый последующий аукцион усугублял бы неопределенность ситуации для потенциальных поставщиков услуг, потому что они не могли бы гарантированно победить на аукционах во всех странах, где планируется предоставлять услуги. Если их бы сомнения оказались достаточно весомыми, обеспечение и развитие международных спутниковых систем было бы заблокировано.

Ограничения

Если администрация решает использовать аукционы, она должна осознавать, что обычно, чем больше правил, условий или ограничений накладывается на использование ресурса спектра, выставленного на аукционные торги, тем ниже будет финансовый доход от проведения аукциона, следовательно, руководствуясь собственными приоритетами, администрации могут рассмотреть возможность некоторых уступок. Следует также отметить, что администрации могут сделать свой выбор в пользу ограничения предложения по распределяемому ресурсу спектра, что обычно увеличивает доходность аукциона; однако, в этом случае также существует вероятность компромисса, поскольку ограничение предложения приведет к сужению ассортимента услуг, оказываемых потребителям, более высоким ценам на потребительские товары и общему спаду экономической эффективности.

Чтобы стимулировать конкуренцию, может оказаться необходимым предоставить дополнительные гарантии для принимающих участие в аукционе. Например, в некоторых ситуациях, часть или все потенциальные участники торгов могут оказаться основными поставщиками услуг, которые пытаются укрепить свою монополию или олигополию (ограниченное число конкурентов). Введение ограничений на обладание правом участия в аукционе или ограничений на суммарное количество ресурса спектра, которое может выиграть один участник, могут смягчить остроту проблемы, хотя и ограничивают число участников.

Решения относительно использования дохода от аукциона принимаются на уровне правительства.

6.5 Права на использование спектра¹³

6.5.1 Права на использование спектра

Введение сборов за пользование спектром подвело некоторые администрации и держателей лицензий к необходимости определения прав и видов разрешенной деятельности по имеющейся лицензии, что в них включено, какова их область применения, главным образом, в странах Организации экономического сотрудничества и развития. Имеется две альтернативы: одна – лицензия на эксплуатацию оборудования, другая – права по пользованию спектром. Практически, существует многообразие вариантов в установлении цены/политики взимания платы, прав на пользование

¹³ Права на использование спектра должны быть ясно определены МСЭ, в частности, в отношении спутниковых служб.

спектром/лицензий на эксплуатацию оборудования, но на практике применение некоторых видов весьма нежелательно.

ТАБЛИЦА 6-2

Установление тарифов за использование ресурсов спектра

Темы	Подтемы	Раздел №
Стимулирующие тарифы за пользование спектром ["ценность" спектра]	<ul style="list-style-type: none"> - "экономические переменные" для вычисления тарифов (формула тарифов): <ul style="list-style-type: none"> - ширина полосы частот - исключительность пользования; - географическое расположение - зона обслуживания - и т. п. - тарифы на основе суммарной выручки - тарифы "за упущенную выгоду" 	<p>п. 6.4; п. 6.4.1</p> <p>п. 6.4.1b)</p> <p>п. 6.4.1a)</p> <p>п. 6.4.1c)</p>
Тарифы на основе затрат	- Основаны на основе всех видов расчетов распределения затрат при присвоении частот для систем	<p>п. 6.2.2.2</p> <p>п. 6.2.3</p>
Простая оплата	Простая плата за право использования общественного ресурса	<p>п. 6.2.2.1</p> <p>п. 6.3.4</p>
Аукционы Конкурирующие ценовые предложения Проведение аукционов	Выигрывает предложивший лучшую цену	<p>п. 6.4.2</p> <p>п. 6.3.2</p>
Продажа на вторичном рынке	Права на использование частоты передаются после оплаты новым пользователем прежнему пользователю	<p>п. 6.7</p> <p>п. 6.5.4</p> <p>п. 6.5.5</p>

Следует отметить, что не обязательно выбирать только один из представленных в таблице видов ценообразования. В одной стране могут существовать параллельно разные методы формирования цены или же различные составные части ценообразования могут быть объединены в единое целое.

6.5.1.1 Права на пользование спектром, получаемые владельцем лицензии

В некотором смысле спектральные ресурсы подобны земельным, поскольку также могут быть разделены на "участки", которые могут быть переданы в пользование или арендованы. Однако, участки спектра не так легко определить или очертить, как земельные, поскольку распространение радиоволн не ограничивается физическими или политическими границами. Кроме того, хотя термин "продажа спектра" часто употребляется вместе с сочетанием "конкурсные торги", в действительности, это только концептуальная идея. Практически это выдаваемая лицензия, а аукцион – это только рыночный инструмент для выдачи лицензий.

Область применения прав, приобретаемых пользователем спектра, определяется полученной лицензией со всеми его условиями и исключениями. Но эти условия и исключения не имеют влияния на природу права! Только в пределах их применимости. Пользователь наделяется этими правами при присвоении ресурсов спектра. Область применения прав обычно включает подробные технические или эксплуатационные характеристики радиосистемы, которую предполагается разместить в определенном пункте или в пределах определенной территории. Они могут также включать требования, например, периода действия или совместного использования частот.

При использовании традиционных методов выдачи лицензий полагалось, что администрации, кроме прочего, имеют право менять условия лицензии, разрешать жалобы на возникновение помех и нести ответственность за выполнение соответствующих международных согласований по использованию спектра. Введение оплаты за пользование спектром, методом, например, проведения торгов, приводит соискателя к вопросу о том, какова область применения условий, которые он должен выполнять. Такие вопросы возникают в силу того, что:

- пользователь спектра рассматривает лицензию в качестве актива¹⁴ (безотносительно к периоду действия лицензии, но большая длительность действия лицензии означает большую его ценность), который может быть использован для финансирования программ собственного развития. Чем меньше ограничений налагается на использование ресурсов спектра, тем выше ценность лицензии и наоборот: с ростом числа ограничений снижается его ценность.
- перед каждым проведением торгов обычно устанавливается перечень условий, при выполнении которых предполагается выдать лицензию на использование спектра, этот перечень может быть приложением к положению о правах на использование спектра, делегируемых с получением лицензии, и о правах, обладателем которых является администрация. Если условия противоречат положению о правах на использование спектра или не в полной мере отражают права, связанные с получением лицензии, то они могут:
 - препятствовать проведению торгов или,
 - если после этого они становятся предметом спора между обладателем лицензии и администрацией, возникают сомнения в стоимости лицензии, что может повлечь судебное преследование администрации или возбудить требование о выплате компенсации.

Если администрация предлагает ввести права на использование спектра, их определение и правовые основы весьма важны при проведении торгов. Некоторая степень гибкости в определении прав на использование спектра весьма желательна, за некоторыми ограничениями. В частности, возможности обладателя лицензии изменять предоставляемые им услуги вызывают проблемы, особенно при наличии нескольких близко расположенных границ между странами, касающиеся:

- возможных технических проблем и возникновения помех, связанные с работой служб различных типов в той же самой полосе частот или на той же частоте;
- влияния изменения предоставляемых услуг (использование изменения как преимущества в рыночных условиях) обладателем лицензии на абонентов существующей службы.

В первом случае, даже если предоставление некоторых услуг возможно в той же полосе частот, решение следует принимать для каждого конкретного случая. Существует также проблема защиты от "заграничных" помех, возникающая, если национальные присвоения сделаны не в соответствии с указанным в Статье 5 РР.

В последнем случае обладатель лицензии может на практике столкнуться с проблемой при изменении предоставляемой услуги, поскольку ему весьма желательно возместить первоначально сделанные в оборудование/услугу инвестиции, а решение об изменениях для предоставления новой услуги требует учета числа лет, оставшихся до окончания срока действия лицензии. Кроме того, иные факторы могут влиять на возврат инвестиций (в равной степени для существующей и предполагаемой к внедрению службы), такие как доступность какого-либо нового оборудования для предоставления перспективной услуги, период времени, необходимый для развертывания новой

¹⁴ Использование термина "активы" в настоящем разделе не вполне соответствует его стандартному бухгалтерскому определению.

службы, а также любое новое абонентское оборудование. Полномочия по правам определяются в соответствии с национальными законами.

6.5.1.2 Права на использование спектра, сохраняемые за администрацией

Права на использование спектра, сохраненные за администрацией, весьма важны для нее и для любого соискателя лицензии на использование спектра. Они также важны для администраций соседних стран¹⁵. Следовательно, предоставляя держателю лицензии большие права и, возможно, допуская изменение некоторых аспектов предоставляемых услуг или их технических характеристик, администрация должна быть уверена в том, что она удерживает достаточную степень управления спектром и имеет возможность принять управление в случае возникновения необходимости. С точки зрения международной координации администрации следует сохранять необходимые права для:

- обеспечения канала для международных отношений по вопросам радиосвязи;
- принятия ответственности за все радиосигналы, возникающие на подведомственной территории;
- выполнения обязательств по международным соглашениям и конвенциям (например, Конвенции МСЭ), возможности освободить ресурс до истечения срока действия выданной лицензии при необходимости, например, выполнить условия международного соглашения о перераспределении спектра в региональном или глобальном масштабе.

Перечисленные выше права на использование спектра являются, видимо, минимально необходимыми для администраций, но на практике могут возникать и дополнительные требования в зависимости от национального законодательства, структуры и организации национального процесса управления использованием спектра. Дополнительные требования для разных обладателей лицензий могут отличаться, поскольку могут включать, среди прочего, различные уровни ответственности для разных лицензий, требования по управлению службой, по типу радиосистем, по их зонам обслуживания, по диапазонам частот, по исключительности или совместности использования и по способу использования радиосистем.

6.5.1.3 Срок действия лицензий

Срок действия лицензий различен в разных странах. Обычно срок действия находится в интервале от 1,5 до 10 лет, хотя некоторые специальные виды лицензий могут выдаваться на неопределенный период с ежегодной уплатой сборов. Ежегодная уплата сборов не делает срок действия лицензий годовым. Лицензии с большим сроком действия по умолчанию не предполагают больших гарантий обладания ими, поскольку это определяется условиями, прилагаемыми к лицензии. Однако, ежегодное возобновление лицензии может оказаться более удобным для администрации в случае прекращения действия лицензии, хотя также имеется и противоположная возможность аннулирования лицензии, выданной на несколько лет.

¹⁵ В этом отношении понятие соседних стран зависит от дальности распространения, которая может составлять до 1000 миль и, возможно, более в зависимости от частоты и пролегания трассы распространения над сушей или над морем.

6.5.1.4 Передаваемые или гибкие права на использование спектра

Не существует никакого способа получить лучшие условия на использование для подавшего заявку позже, а администрации требуется уверенность в том, что ресурсы спектра используются эффективно. Два не исключających друг друга вида решений для этой проблемы были исследованы в ряде стран.

- *Передаваемые права на использование спектра* – возможность передачи прав обладателем лицензии полностью или частично третьей стороне.
- *Гибкие права на использование спектра* – предоставление обладателю лицензии возможности изменять права на использование спектра, как-то метода модуляции, предельной плотности обслуживаемых абонентов, мощности передачи, частот и т. п.

В некоторых странах передача прав или гибкие права на использование спектра с разрешения администрации в какой-либо форме возможны при существующем законодательстве. Однако это требует непосредственного участия администрации в процессе принятия решений, что вносит ограничения и задержки.

Чтобы избежать ненужных ограничений при применении прав на использование спектра и иметь уверенность в их полной экономической эффективности, определение прав на использование спектра должно быть гибким. Меньшее количество ограничительных определений позволяет держателю лицензий формировать набор предоставляемых конечным пользователям услуг и иметь уверенность в том, что не создается никаких помех другим пользователям спектра. При другой крайности, более жесткое определение прав на использование спектра ограничивает возможность переназначения частот в пределах имеющегося распределения и устанавливает жестко заданный набор технических характеристик, но может не обеспечивать достаточной гибкости для достижения приемлемых показателей экономической эффективности. Приемлемые решения лежат где-то посередине между двумя крайностями и заключаются в достижении равновесия между экономической эффективностью и ограничением на технические характеристики и могут достигаться, при некоторых обстоятельствах, предоставлением обладателям лицензий возможности обсуждения их прав на излучение.

6.5.1.5 Вторичный рынок

Существование вторичного рынка – предварительное условие введения передачи прав на использование спектра в пределах условий имеющейся лицензии и географической области. Если вторичный рынок не существует, для небольших пользователей с разрешением на передачу прав может оказаться затруднительным получение текущей рыночной цены за ресурсы спектра, что может поставить их в невыгодное положение по отношению к большим пользователям. В настоящее время, права большинства обладателей лицензий на использование частот во всем мире являются непередаваемыми, а на вторичном рынке с очевидностью требуются как возможность передачи прав, так и определенные гарантии обладателям в части использования для своей деятельности и сроков действия лицензий. Возможность торговли ресурсами спектра стимулирует их эффективное использование, а держателям предоставляется механизм экономического возврата не требующихся более ресурсов спектра.

Любая передача прав подлежит регистрации органом по управлению использованием спектра, рынок ресурсов спектра, подобно любому рынку требует регулирования во избежание злоупотреблений. В частности, возможно возникновение потребности в правовом регулировании конкуренции во избежание тезаврирования и замораживания цены ресурсов спектра. По мере развития рынка спектральных ресурсов вероятно возникновение потребности в создании новых организаций для торговли частотами и, возможно, оказания маркетинговых услуг.

6.5.2 Финансирование управление перевода в другие полосы частот

Растет ли экономическая выгода от использования радиосвязи, или уменьшается, зависит от рациональности использования и эффективности управления спектром. В силу значительного влияния установления ставок оплаты и прав на использование спектра на процесс управления использованием спектра весьма желательно управлять такими изменениями в силу возможных последствий для экономики, для процесса выдачи лицензий, для промышленности и для пользователей радиосредств. В частности, необходимо учитывать влияние любых изменений по отношению к существующему уровню финансирования управления использованием спектра, как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Характер последствий, которые могут возникнуть, зависит от:

- деятельности администрации по управлению использованием спектра и ее организационной структуры;
- степени проникновения и типа услуг радиосвязи и электросвязи в стране;
- типа и масштаба предполагаемых перемен;
- национального законодательства.

6.5.3 Затраты на перераспределение спектра (как метод управления использованием спектра)

Перераспределение – инструмент управления использованием спектра, позволяющий предвидеть временной график доступности частот для новых соискателей. Эти вопросы изучались 1-й Исследовательской комиссией МСЭ-R (см. Рекомендацию МСЭ-R SM.1603). Пример процесса перераспределения спектра основывается на опыте Франции. Однако, общие выявленные принципы могут применяться в других странах (см. Приложение 2).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

К ГЛАВЕ 6

Установление тарифов за пользование спектром

Схема управления использованием спектра, основанная на строгом соблюдении принципов свободного рынка, введена в Новой Зеландии Актом радиосвязи в 1989 году. Общенациональные права по управлению избранными диапазонами частот в течение 20 лет были переданы Министерством торговли через аукционы. Эти права по управлению могут быть проданы, поделены или объединены. Держатель прав по управлению диапазонами частот продает лицензии на установленный срок самому себе или предполагаемому пользователю, приобретатель лицензии и связанных с ней прав приобретает полномочия на установку передатчиков с указанной несущей частотой, мощностью и типом излучения в указанных местах для использования в любых целях, выбираемых держателем в соответствии с условиями лицензии. Держатель лицензии и прав оплачивает ежегодный сбор на покрытие расходов Министерства и несет ответственность за то, чтобы излучение вне пределов полосы частот, указанной в лицензии, не превышает установленных уровней. Эти права, закрепленные в лицензии, также разрешено продать. Управление диапазонами частот, не попадающими под действие этой схемы, включая полосы, где проблемы возникновения помех на международном уровне вызывают беспокойство, по-прежнему осуществляется Министерством торговли.

До настоящего времени нигде не нашлось последователей радикального курса, принятого Новой Зеландией. Несомненно, географическая изолированность Новой Зеландии допускает применение описанной практики, которая вряд ли реализуема где-либо еще. Однако многообразие значительно более ограниченных инициатив в установлении тарифов за пользование спектром, объединяющих экономическое принуждение с более традиционными методами управления использованием спектра, применяется в ряде стран, например, в отношении систем ведомственной радиосвязи.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

К ГЛАВЕ 6

Стоимость перераспределения спектра

1 Побудительные мотивы решения о перераспределении спектра

Общество в целом должно извлекать значительную выгоду от перераспределения радиочастотных диапазонов посредством предоставления прав на их использование. Это выгода проявляется, говоря экономическим языком, в максимальном превышении доходов государства над его расходами. Другими словами, необходимо достичь точки равновесия, когда никакое другое использование ресурсов спектра не приводит к дальнейшему увеличению этого показателя в соответствии с критерием оптимальности Парето.

В поисках этой точки равновесия полезно сравнить предпочтения (выгоду) различных вовлеченных участников. Их совокупная польза выражается в терминах личной выгоды и социальной значимости для общества. Личная выгода соответствует прибылям, которые они могут извлекать от использования диапазонов частот, тогда как значимость соответствует важности службы для всего общества. Подсчет личной выгоды абсолютно несложен, а социальную значимость выразить количественно относительно сложно. При попытке количественно оценить социальную значимость службы можно обратиться к идее упущенной выгоды, иными словами, подсчитать, чего стоило бы обществу отсутствие такой службы.

При рассмотрении процесса перераспределения ресурсов спектра необходимо сравнивать полезность в терминах личной выгоды и общественной значимости для стороны, уступающей права на использование полосы частот и для получающего эти права соискателя.

Пусть $U_{\text{уступающ.}}$ и $U_{\text{получающ.}}$ означают соответствующую пользу (включая личную выгоду и социальную значимость) для оператора, освобождающего спектральный ресурс и для оператора его замещающего. Пусть $C_{\text{освобожд.}}$ означает затраты на перераспределение для уступающего права:

если $U_{\text{получающ.}} > U_{\text{уступающ.}} + C_{\text{освобожд.}}$, то переуступка оптимальна в социальном и экономическом аспектах,

если $U_{\text{получающ.}} < U_{\text{уступающ.}}$, то переуступка не является оптимальной в социальном и экономическом аспектах, и

если $U_{\text{уступающ.}} < U_{\text{получающ.}} < U_{\text{уступающ.}} + C_{\text{освобожд.}}$, необходимо сделать выбор.

2 Стоимость перераспределения

Предполагается, что в результате перераспределения спектра пользователь принимает обязательства освободить выделенную ему полосу частот и продолжить свою деятельность в другой частотной полосе или, исходя из собственных возможностей, отказаться от использования радиосвязи в пользу иных решений без использования радиосредств. Необходимость освободить частотную полосу может привести к дополнительным расходам, которые данный пользователь не понес бы в случае отсутствия такого обязательства. Следовательно, возникающие дополнительные расходы могут быть названы "стоимостью передислокации". Определенная выше стоимость освобождения полосы частот $C_{\text{освободж.}}$ является частью стоимости перераспределения.

В частности, в области телекоммуникаций, доход от продажи оборудования, необходимость которого обусловлена фактом перемещения, в большинстве случаев неизвестен. Инвестиции в развитие телекоммуникационных сетей часто оказываются так называемыми невозвратимыми издержками пользователей. Это означает, что при прекращении деятельности пользователи не могут вернуть сделанные инвестиции. Расчет остаточной стоимости оборудования предоставляет способ теоретически оценить стоимость в случае, когда его невозможно продать. Следует различать остаточную балансовую стоимость и остаточную рыночную стоимость. Поэтому существуют два метода расчета стоимости перераспределения, представленные ниже:

- расчет с использованием остаточной балансовой стоимости;
- расчет с использованием остаточной рыночной стоимости.

3 Вычисление стоимости перераспределения с использованием остаточной балансовой стоимости

Метод балансовой стоимости применяется, в частности, когда сторона, освобождающая ресурс, ведет стандартный бухгалтерский учет. Более того, если сторона, освобождающая ресурс, осуществляет коммерческую деятельность, метод учитывает налоговые льготы в силу амортизации используемого оборудования.

3.1 Оценка расходов пользователя при освобождении полосы частот

Перевод средств в другую часть спектра или освобождение спектрального ресурса

Прежде всего необходимо выяснить, возможно ли продолжение деятельности пользователя без использования радиочастот. Если это невозможно (как, например, для оператора мобильной связи), пользователь, освобождающий ресурс, переносит свою деятельность в другую полосу частот, а затраты в связи с перемещением в другую полосу частот оцениваются величиной C_d . В противном случае (как, например, для организации, имеющей фиксированные радиорелейные линии связи), следует рассмотреть две следующих возможности:

- пользователь перемещается в другую полосу частот, и имеется оценка стоимости C_d ;
- пользователь отказывается от использования частот в пользу альтернативной проводной системы, а оценку делают только для величины C_s – затрат на освобождение спектрального ресурса.

При выборе между этими двумя возможностями следует руководствоваться только экономическими критериями, решение принимается в пользу наименее затратного из двух.

Пусть C_i – это издержки, понесенные пользователем при освобождении частотной полосы. C_i равно C_d , если пользователь обязан занять другую частотную полосу, или меньшему из C_d и C_s , если пользователь имеет возможность применить проводное решение.

3.2 Остаточная балансовая стоимость V_{cg}

В этом методе учитывается амортизация оборудования освобождающего спектр пользователя на основе остаточной балансовой стоимости V_{cg} этого оборудования. Стандартное определение остаточной балансовой стоимости единицы оборудования выглядит как:

V_{cg} = цена приобретения готового к использованию оборудования минус амортизация.

V_{cg} представляет остаточную стоимость оборудования в результате амортизации. Если на этом этапе выясняется, что владелец не может более использовать это оборудование, последний, по правилам бухгалтерского учета, имеет потери в размере V_{cg} .

3.3 Затраты на модернизацию оборудования

В силу эволюции технологий и старения оборудования держатель лицензии на использование полосы частот вынужден производить модернизацию оборудования даже в отсутствии какой-либо необходимости изменения полосы частот. Пусть C_r – величина затрат на модернизацию оборудования без изменения характеристики и перераспределения в другую часть спектра.

3.4 Расчет затрат на перераспределение

Рассмотрим пользователя полосы частот, чье существующее оборудование имеет остаточную балансовую стоимость V_{cg} , и который должен освободить эту полосу при передислокации. Освобождение полосы означает, что он вынужден израсходовать сумму, равную C_i (см. п. 1.3.1), чтобы иметь возможность продолжить свою деятельность. Факт освобождения полосы означает, вероятно, что он не сможет использовать имеющееся оборудование, то есть понесет убытки в размере V_{cg} (см. п. 1.3.2). Если бы он продолжал работать в прежней полосе, то вынужден был бы израсходовать сумму C_r (см. п. 1.3.3). Следовательно, имеем следующую зависимость:

Стоимость перераспределения = дополнительная стоимость для пользователя
обязанного освободить полосу частот = $C_i + V_{cg} - C_r$

Примечания:

- если при расчетах получена отрицательная стоимость перераспределения, это означает, что пользователь заинтересован в освобождении полосы частот, которую он в настоящее время занимает;
- расчет стоимости перераспределения полосы частот в каждом случае требует проведения экспертной оценки для определения фактических издержек для существующей и новой сети.

Результаты расчета сильно зависят от степени амортизации оборудования и архитектуры существующей сети.

4 Вычисление стоимости перераспределения с использованием остаточной рыночной стоимости

Рыночный подход позволяет, кроме прочего, не учитывать следующие два аспекта:

- действительный срок службы оборудования может отличаться от срока, используемого для бухгалтерского учета¹⁶ (определяемого на основе нормативных сроков амортизации);
- вероятность того, что освобождающий ресурс пользователь не применяет режим амортизации.

Анализ стоимости сетей

Как только новый пользователь осознал свою заинтересованность в использовании радиоволн для предоставления своих услуг, и когда определено, что расходы нового пользователя больше расходов освобождающего ресурс плюс стоимость перемещения (другими словами, $U_{\text{получающ.}} > U_{\text{уступающ.}} + C_{\text{освободж.}}$) освобождающего ресурс, пользователь имеет пять альтернатив:

- *Освобождающий ресурс пользователь прекращает деятельность*: освобождающий ресурс пользователь предлагает услугу, ценность которой для общества незначительна, а технология – не оправданной к применению; в этих случаях предпочтительно, чтобы освобождающий ресурс пользователь прекратил свою деятельность.
- *Совместное использование полос частот для одной службы*: существующий оператор неэффективно использует частоты, или в его распоряжении имеется неоправданно большая полоса; в этом случае он может, без технических неудобств, согласиться на организацию другого оператора для предоставления тех же услуг.
- *Совместное использование полос частот для различных служб*: получающий разрешение может использовать полосу частот без необходимости передислокации службы существующего оператора, а последний может продолжать использовать ресурс спектра, не испытывая помех от нового. Это – возможное решение для совместного использования полос частот для различного использования.
- *Освобождающий ресурс пользователь переносит свою деятельность в другую полосу частот*: получающий разрешение приобретает право исключительного использования всей полосы частот, а существующий оператор обязан перенести свою деятельность в другую полосу частот.
- *Освобождающий ресурс пользователь переносит свою деятельность на совершенно другую платформу*: вновь получающий разрешение желает извлечь выгоду из исключительного использования всей полосы частот, а существующий оператор должен переместить свою деятельность. После изучения ситуации обнаруживается, что стоимость возобновления деятельности в другой полосе частот выше, чем стоимость организации этой же деятельности с использованием проводных средств (металлический или волоконно-оптический кабель и т. п.). Для сохранения службы предпочтительно, чтобы пользователь освободил полосу частот и перенес свою деятельность на альтернативную платформу.

Каждый из этих случаев можно подвергнуть экономическому исследованию с позиции различных способов инвестирования.

¹⁶ Амортизация для целей бухгалтерского учета отличается от рыночной амортизации. Оборудование с истекшим сроком амортизации может часто эксплуатироваться еще в течение нескольких лет прежде, чем будет заменено. В конкретных условиях рыночная амортизация представляет собой сумму нормы амортизации (утрату номинальной стоимости оборудования в течение года) и величины, отражающей уменьшение стоимости основных средств по учетной ставке k (или стоимости капитала). Только компенсация этой части средств, финансируемой за счет заимствования (долга), включается в финансовые потери, фиксируемые в бухгалтерском учете. В результате амортизация для целей бухгалтерского учета соответствует расходам при постоянном использовании (инвестиции, деленные на срок эксплуатации оборудования по нормам бухгалтерского учета) и уменьшает финансовые потери, возмещаемые иначе, чем в случае рыночной амортизации. В последнем случае, компенсация исчисляется для полной стоимости инвестиций в основные средства при условии, что часть финансирования осуществлена за счет внутренних ресурсов. Таким образом, амортизация покрывает суммы финансовых потерь и уменьшение стоимости инвестиций из внешних источников (уменьшение капитала акционеров и т. п.).

Стоимость перераспределения спектра была проанализирована по результатам работы, проведенной во Франции по тарификации абонентских линий и вычислению стоимости сети путем сравнения различных вариантов построения (называемых также конфигурацией). Рассмотрим случай, когда оператор должен освободить свою полосу частот (полностью или частично) и перенести в другую полосу частот или на другую платформу (или просто пересмотреть свой подход к использованию полосы частот в связи с "подселением" другого оператора). Удаление оператора (называемого освобождающим ресурс) не должно наносить ему ущерб. При перемещении нужно предусмотреть стимул для освобождающего ресурса. В противном случае, он не пожелает освободить полосу частот или попытается задержать освобождение. Аналогично, перемещение оператора не должно вызывать образования прибыли. В результате следует отыскать равновесие посредством вычисления суммы "справедливой" компенсации. Это достигается путем сравнения ситуации, когда освобождающий ресурс должен оплатить стоимость перемещения, и ситуации, когда тот же самый оператор не должен перемещать свою деятельность и несет затраты только на модернизацию оборудования.

5 Фонд перераспределения и процедуры перераспределения

5.1 Фонд перераспределения

Фонд управляется органом, ответственным за управление использованием спектра (AFNR: Agence Nationale des Fréquences – Национальное агентство по частотам) с определенным бюджетом, который строго отделен от общего бюджета AFNR. Он может финансироваться различными способами, включая взносы общественных организаций для осуществления перераспределения. До настоящего времени единственный взнос поступил от Министерства финансов.

Министерство финансов вносит первоначальный взнос в фонд – 3 миллиона евро ежегодно – с ежегодным увеличением, сумма которого определяется ежегодно по обстоятельствам, соответственно характеру выполненных работ. С 1997 по 2001 гг. вклады Министерства финансов составили 65 миллионов евро из-за необходимости передислокации служб в связи с назначениями для работы сетей GSM 1800, IMT-2000 и устройств с малым радиусом действия SRD (включая технологию Blue Tooth). Позднее взносы будут также поступать и от частных лиц. Пользователям тоже может быть предложено сделать взносы в фонд при получении разрешения на использование новой полосы частот. Например, операторы сетей GSM вносят взносы в 2002 году за использование дополнительных частот в диапазоне 1,8 ГГц, а операторы сетей IMT-2000 сделают взносы непосредственно после получения прав на использование частот, т. е. в сентябре 2001 года.

Министерства и независимые органы (или делегированные для этой цели организации), извлекающие выгоду при передислокации частот, подписывают конвенцию о передислокации с AFNR.

Руководство ANFR, в котором представлены все заинтересованные министерства и независимые органы, согласовывает эти конвенции. Суммарная величина конвенций, подписанных за период с 30 июня 2002 года, составляет 59 миллионов евро. Организации, получившие выплаты из фонда передислокации – это, главным образом, оператор France Telecom и Министерство обороны. Другие бенефициарами являются EDF (Eau de France – французский "водоканал") и SNCF (Société National de Chemins de Fer – национальное общество железных дорог).

5.2 Процедуры перераспределения

Процедуры инициируются частью администрации, ответственной за присвоение частот, до изменения назначения диапазона частот. Во Франции органы, ответственные за присвоение частот, известны как "affectataires".

По их запросу государственные органы поручают ANFR выполнение следующих задач:

- подготовить оценку различных составляющих стоимости и правила перераспределения;
- предложить план выполнения перераспределения;
- организовать контроль за исполнением процедуры;
- управлять фондом перераспределения.

В решении этих задач ANFR полагается на работу ряда комиссий, которые отыскивают и вырабатывают единую позицию. Следующие комиссии участвуют в работах по перераспределению ресурсов спектра:

CPF: Комиссия по планированию частот (Commission pour la Planification des Fréquences)

Эта комиссия получает, исследует и координирует запросы на выделение частоты, исходящие от заявителей.

Она решает следующие задачи:

- создание и ведение национальной таблицы распределения частот и согласование, при необходимости, использования диапазонов частот;
- исследование всех вопросов, относящихся к использованию и распределению частот, имеющих национальное или международное значение;
- издание распоряжений для CAF: Комиссия по присвоению частот (Commission d'Assigination des Fréquences), которая подотчетна ей и которая выполняет функции апелляционного органа.

CSPR: Комиссия по сбору данных и перспективного анализа по радиосвязи (Commission de Synthèse et Prospective des Radiocommunications).

CSPR участвует в анализе перспектив использования радиочастотного спектра с целью оптимизации его использования общественными и ведомственными пользователями и представляет предложения по правилам электромагнитной совместимости, по планированию использования спектра и проекты стандартов, необходимых для гарантии надлежащего функционирования систем радиосвязи.

CSPR объединяет представителей заинтересованных подразделений, а также операторов сетей общего пользования и заинтересованных представителей промышленности.

CSPR действует с помощью четырех подкомиссий:

- CCE: Commission de Compatibilité électromagnétique (Комиссия по электромагнитной совместимости).
- CVS: Commission de Valorisation du Spectre (Комиссия по оценке спектра).
- CRDS: Commission des revues du Spectre (Комиссия по ревизии спектра).
- CFRS: Commission du Fonds de Réaménagement du Spectre (Комиссия по фонду перераспределения спектра).

Обычно все решения принимаются единогласно. Однако, когда это невозможно, решение принимается руководством ANFR, которое является наивысшим решающим органом по вопросам радиочастотного спектра. Процедура апелляции может быть инициирована администрацией премьер-министра по запросу члена руководства ANFR.

До настоящего времени, перераспределение во всех случаях осуществлялось по обычной процедуре при единодушном согласии в заинтересованных комиссиях и с гарантией абсолютной прозрачности.

Библиография

Документы МСЭ-R

Отчет МСЭ-R SM.2012 – Экономические аспекты управления использованием спектра

ГЛАВА 7

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УПРАВЛЕНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА

Содержание

	Стр.
7.1 Введение.....	213
7.2 Приложения к действиям управления использованием спектра	213
7.2.1 Когда необходима автоматизация процесса управления использованием спектра.....	214
7.2.2 Преимущества автоматизации процесса управления использованием спектра..	216
7.3 Главные компоненты автоматизированной системы управления использованием спектра.....	217
7.4 Переход к компьютеризированной системе	220
7.5 Заключение	221
Справочные документы	222
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 К ГЛАВЕ 7 – Разработка и внедрение Международным союзом электросвязи компьютеризированной системы управления использованием спектра	223
1 Введение.....	223
1.1 Разработка WinBASMS и ее возможности	223
1.2 Недостатки WinBASMS.....	225
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 К ГЛАВЕ 7 – Управление использованием спектра в Малайзии	226
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 К ГЛАВЕ 7 – Описание Системы управления использованием спектра и мониторинга (SAAGER).....	228
1 Введение.....	228
2 Система управления использованием спектра	229
2.1 Обработка заявки	229

	Стр.
2.2	Присвоение частот 231
2.2.1	Процесс присвоения частот..... 231
2.2.2	МСЭ и Национальный план распределения частот 232
2.2.3	Приграничная координация 232
2.3	Выдача лицензий..... 232
2.4	Разработка методов использования спектра..... 232
2.5	Отчеты..... 234
3	Радиоконтроль 235
3.1	Возможности программного обеспечения..... 236
3.2	Измерения..... 236
3.3	Отображение карты и управление 237
3.4	Приемник радиоконтроля..... 237
3.5	Радиопеленгатор (DF)..... 238
3.6	Моделирование радиоконтроля для обучения 239
3.7	Функции системы радиоконтроля 240
3.8	Отчеты..... 240
4	Использование системы CONATEL 240
4.1	Жалобы и обнаружение нарушения 241
4.2	Расширяемость 242
5	Опыт других организаций по применению автоматизированной системы управления использованием спектра, использующей CONATEL 242
5.1	Введение..... 242
5.2	Обработка заявок..... 243
5.3	Присвоение частоты 243
5.4	Экономика спектра 243
5.5	Выдача лицензий..... 243
5.6	Исследование методов использования спектра..... 244
5.7	Радиоконтроль 244

	Стр.
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 К ГЛАВЕ 7 – Программное обеспечение и пример автоматизации управления использованием спектра в Центральной и Восточной Европе	245
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 К ГЛАВЕ 7 – Национальное управление использованием спектра в Турции.....	249
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 К ГЛАВЕ 7 – Обновление предыдущих систем для управления использованием спектра	260
1 Краткий обзор.....	260
1.1 Введение.....	260
2 Постановка задачи	260
3 Существующая ситуация.....	261
3.1 Разнородная программная среда.....	261
3.2 Разнородная среда данных	262
4 Навстречу современной унифицированной и интегрированной системе	263
4.1 Выбор платформы.....	265
4.2 Анализ действий клиента	266
4.3 Уроки научного построения приложения.....	266
4.4 Преобразование данных	267
5 Расширенная система управления использованием частоты.....	268
6 Переход к FMS	270
7 Будущее.....	270
8 Заключение	270
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 К ГЛАВЕ 7 – Управление использованием спектра на национальном уровне и система радиоконтроля в Перу	272
1 Описание системы.....	272
1.1 Введение.....	272
1.2 Преимущества, ожидаемые Министерством транспорта и связи	273

	Стр.
2	274
2.1	274
2.2	274
2.3	277
2.4	277
2.4.1	277
2.4.2	278
2.4.3	278
2.4.4	278
2.4.5	278
2.4.6	278
2.4.7	279
2.5	279
2.5.1	279
2.5.2	280
2.5.3	281
2.6	281
2.7	282
2.7.1	282
2.7.2	283
2.8	283
Библиография	284

7.1 Введение

Когда количество данных является большим, а требования для аналитических исследований сложны и разнообразны, методы автоматизации становятся необходимостью. Автоматизация может также улучшить реализацию некоторых методов анализа и баз данных. Компьютерные системы предлагают средства хранения данных в легкодоступной форме, управления данными, формирования отчетов на основании этих данных и выполнения аналитических исследований.

Уже в течение длительного времени используются эффективные компьютерные системы, которые обрабатывают большое количество данных или выполняют сложные аналитические расчеты. Технологический прогресс уменьшил стоимость компьютерных систем, увеличил вычислительные возможности, и позволил применять компьютерные методы в управлении использованием спектра каждой администрации, включая те, у которых относительно маленькие требования для управления использованием спектра или небольшие базы данных. Бюро развития электросвязи (БРЭ) предоставило по две таких компьютерных системы каждой из наименее развитых стран. Оно также спонсировало развитие основного программного обеспечения управления использованием спектра (WinBASMS), которое доступно сегодня на четырех языках. Эта система будет скоро модернизирована и получит название SMS4DC.

Бюро радиосвязи осуществляет проверку планируемых частотных присвоений и анализирует потенциальные проблемы воздействия помех, и, в случае положительных результатов, регистрирует эти присвоения в Международном справочном регистре частот (МСРЧ) или обновляет планы. Чрезвычайно важно, чтобы аналогичную работу проводили также и администрации. В частности, в целях эффективного использования радиочастотного спектра стандартные файлы данных и методы анализа должны быть доступны для использования всеми администрациями.

Цель этой главы состоит в том, чтобы определить тематику и обратиться к недавним документам по этой теме. Данный раздел не должен заменить Справочник по автоматизированным методам управления использованием спектра (2005 г.) или Рекомендации, подготовленные 1-й Исследовательской комиссией МСЭ-R по этой теме.

7.2 Приложения к действиям управления использованием спектра

В зависимости от размера, частоты или сложности процесса управления использованием спектра, компьютеры должны использоваться частично или полностью во всех видах работ по управления использованием спектра в национальном масштабе. Потребности системы управления использованием спектра у различных администраций существенно различаются, и важно, чтобы каждая администрация разрабатывала базы данных и технические приложения, необходимые для удовлетворения своих конкретных потребностей. При определении этих потребностей администрация должна учитывать как национальные потребности, так и международные соглашения.

Автоматизация может обеспечить различные функции по управлению использованием спектра. Эти функции включают:

- частотное планирование;
- распределение частот;
- присвоение частот и выдачу лицензий на их использование;
- координацию частотных присвоений;

- международную нотификацию;
- стандарты, спецификации и разрешение на применение оборудования;
- радиоконтроль;
- хранение и обработку данных управления использованием спектра;
- статистику и расширенную отчетность;
- предоставление возможности подачи радиочастотных заявок;
- оплату и автоматическое уведомление при продлении;
- расчеты ЭМС, включая распространение радиоволн.

Важнейшей частью каждой системы управления использованием спектра является база данных с различной информацией. Многие из этих элементов данных описаны в Словаре данных радиосвязи (Рекомендация МСЭ-R SM.1413). В интересах быстрого и экономически эффективного применения автоматизации к управлению использованием спектра, желательно, чтобы администрация включала в базы данных только те элементы данных, файлы данных и базы данных, которые являются необходимыми для выполнения ее требований по управлению использованием спектра. Необходимо включить в базы данных список элементов данных, требуемых для международной координации. В интересах установления общего подхода к получению и накоплению данных, обслуживанию и поиску, данные управления использованием спектра могли бы включать следующие категории:

- данные распределения полос радиочастот;
- данные о присвоении частот;
- данные о владельце лицензии на использование частот;
- данные о характеристиках оборудования;
- платежи;
- географические данные о местности;
- данные частотной координации;
- данные частотной нотификации;
- данные радиоконтроля;
- данные соблюдения требований законов.

7.2.1 Когда необходима автоматизация процесса управления использованием спектра

Первый вопрос, который поднимается, когда рассматривается автоматизация процесса управления использованием спектра страны, должен быть: "Это действительно необходимо?". Категорический ответ в каждом случае – "Да". Однако если автоматизированная система управления использованием спектра должным образом не разработана, то она становится для администрации еще одной проблемой, а не ее решением.

Для того чтобы любая автоматизированная система управления использованием спектра успешно работала, администрация, рассматривающая возможность реализации такого проекта должна поставить перед собой вопросы, лежащие в нескольких областях и ясно их сформулировать. Области, которые нужно рассмотреть и вопросы, на которые нужно ответить, включают:

- Существование регуляторной инфраструктуры для управления использованием спектра. Это означает, что полномочия по управлению использованием спектра и ее модули поддержки находятся на своем месте и эффективно работают. Они включают не только законодательство, инструкции и действующую политику и процедуры.
- Определение области действия проекта по внедрению автоматизированной системы управления использованием спектра и его целей. Почему рассматривается автоматизация? Были изданы новые законы с требованием, чтобы ресурсы были бы направлены на выполнение других функций в пределах полномочий администрации? Должна ли автоматизация стать инструментом для того, чтобы справиться с увеличивающейся рабочей нагрузкой? Какие части процессов или задач в пределах каждого модуля управления использованием спектра нужно рассмотреть для автоматизации? Стоит ли оставлять нетронутыми некоторые процессы, выполняемые сегодня вручную?
- Определение доступных внутренних и внешних ресурсов. Должна быть сделана оценка того, каких финансовых и человеческих ресурсов требует проект. Потребуется ли обращаться за специальным финансированием?
- Как должна быть реализована или разработана система, за счет внутренних ресурсов, в соответствии с контрактом или за счет покупки доступного программного обеспечения или их комбинацией? Обладает ли администрация необходимыми регуляторными и техническими средствами анализа, или ей потребуется помощь?
- Какие пределы или границы, если таковые имеются, должны быть определены при развитии автоматизации? Будет ли величина проекта определять его развитие в несколько стадий или лет?
- Разработка рабочих планов и графиков, с отображением стадий проекта, задач и информацией о промежуточных этапах. Нужно рассмотреть использование любых графических иллюстраций, типа графиков Гантта для рабочих планов и планирования.
- Определение пользовательских спецификаций. Потребности и требования конечных пользователей должны быть ясно определены, чтобы гарантировать их надлежащее воплощение в подробных спецификациях проекта. Требуется ясно определить возможности функций управления использованием спектра, которые должны быть автоматизированы, и степень, с которой будет автоматизирована каждая из них. Любой контракт, который будет заключен, должен содержать ясное и всестороннее определение работы.
- Определение эксплуатационных требований. Каждая задача или деятельность имеет свои собственные эксплуатационные требования, которые должны легко интерпретироваться в последовательность шагов типа потоковых диаграмм или псевдокода.
- Разработка функциональных и технических спецификаций. Эти спецификации отражают развитие системы и являются основанием детального проекта.

- Доступность организационной и процедурной документации для существующих систем и операций. Разработчикам системы потребуется доступ к этой документации, поскольку они обязательно должны сами стать как бы регуляторными/техническими экспертами прежде, чем смогут начать автоматизацию существующих действий и процедур.
- Если нужно проверить подрядчиков, должна быть проверена история их деятельности. Имеет ли подрядчик квалификацию или опыт проведения системных разработок необходимые для выполнения и внедрения проекта? Требуется внимательно рассмотреть проекты контрактов с тем, чтобы определить или оценить любой приемлемый опыт, который может быть применен к предложенному контракту.

Вышеупомянутые элементы даны лишь в качестве рекомендаций для администраций, полезных в ходе принятия решений о создании, проектировании, разработке и внедрении компьютеризированной системы управления использованием спектра.

7.2.2 Преимущества автоматизации процесса управления использованием спектра

Автоматизированные методы стали обычным делом в администрациях, позволяющим управлять данными и выполнять необходимый анализ, связанный с управлением использованием спектра. Кроме того, технологические разработки привели к неуклонному сокращению стоимости компьютерных систем, в особенности мощных микрокомпьютеров, таким образом, воплощая в жизнь автоматизированные методы управления использованием спектра.

С целью извлечения максимальных выгод от введения автоматизированных решений по управлению использованием спектра, на первом этапе необходимо оценить пользу от применения компьютерных систем в конкретной ситуации управления использованием спектра. Необходимо проанализировать различные типы существующих компьютерных аппаратных средств и программного обеспечения. Их использование должно вылиться в ясно определенную структуру с четкими функциями национального управления использованием спектра.

После того, как это сделано, администрации могут пользоваться преимуществами от такой интегрированной системы, обеспечивая своевременное и эффективное решение следующих задач:

- проверка согласования запроса на присвоение частоты с национальной и международной таблицей распределения радиочастот и соответствующих примечаний к этим таблицам;
- проверка того, что комплект оборудования (передатчик, приемник и антенна), предложенный для использования в некотором радиоканале, прошел соответствующий процесс сертификации или соответствует другим стандартам соглашения о взаимном признании;
- более точный и оптимизированный ответ на запросы на присвоения частоты, за счет выбора соответствующих каналов, с учетом мелких деталей, например, характеристик местности;
- автоматическую и децентрализованную интерактивную выдачу и продление лицензий с выставлением счетов (закон должен признать действующими электронные подписи);
- соответствующая обработка данных радиоконтроля (см. Справочник МСЭ-R по радиоконтролю, 2002 г.);

- установление более быстродействующей системы выставления счетов клиентам за использование спектра, имеющей возможность выдачи платежных документов;
- более точная подготовка заявок и их электронная подача в МСЭ для автоматической проверки правильности данных;
- наличие возможности электронного обмена данными между администрациями или между администрацией и МСЭ (см. Рекомендацию МСЭ-R SM.668).

Общее количество элементов данных, необходимых для осуществления всех этих функций, довольно велико. Цели национальных органов управления в значительной степени определяют потребность во многих элементах данных. Например, количество данных, требуемых для получения значащего и правильного результата вычислений ЭМС, растет с ростом загрузки спектра. Оно связано с плотностью размещения оборудования радиосвязи, в стране и, таким образом, с инфраструктурой страны. Это может привести к сотне полей данных для всех файлов согласно Приложению 1 Справочника МСЭ-R по автоматизированным методам управления использованием спектра (Женева, 2005 г.). Однако во многих случаях требуется гораздо меньше данных.

Многие из работ МСЭ уже автоматизированы. Система анализа наземных частотных присвоений (Terasys) и Система анализа спутниковых частотных присвоений (SNS) Бюро радиосвязи – это компьютеризированные инструментальные средства, используемые Бюро, для обработки уведомлений о частотных присвоениях, представленных администрациями. Эти системы также поддерживают Международный справочный регистр частот и Планы частотных присвоений. Эти данные доступны в самых разных форматах, включая CD-ROM. Таким образом, эти данные легко доступны для национального использования как в режиме ответов на конкретные запросы, так и в виде базы данных. Кроме того, Еженедельный циркуляр радиосвязи (ИФИК БР) с информацией о нотифицированных и зарегистрированных присвоениях доступен в электронной форме на компакт-диске каждую неделю.

7.3 Главные компоненты автоматизированной системы управления использованием спектра

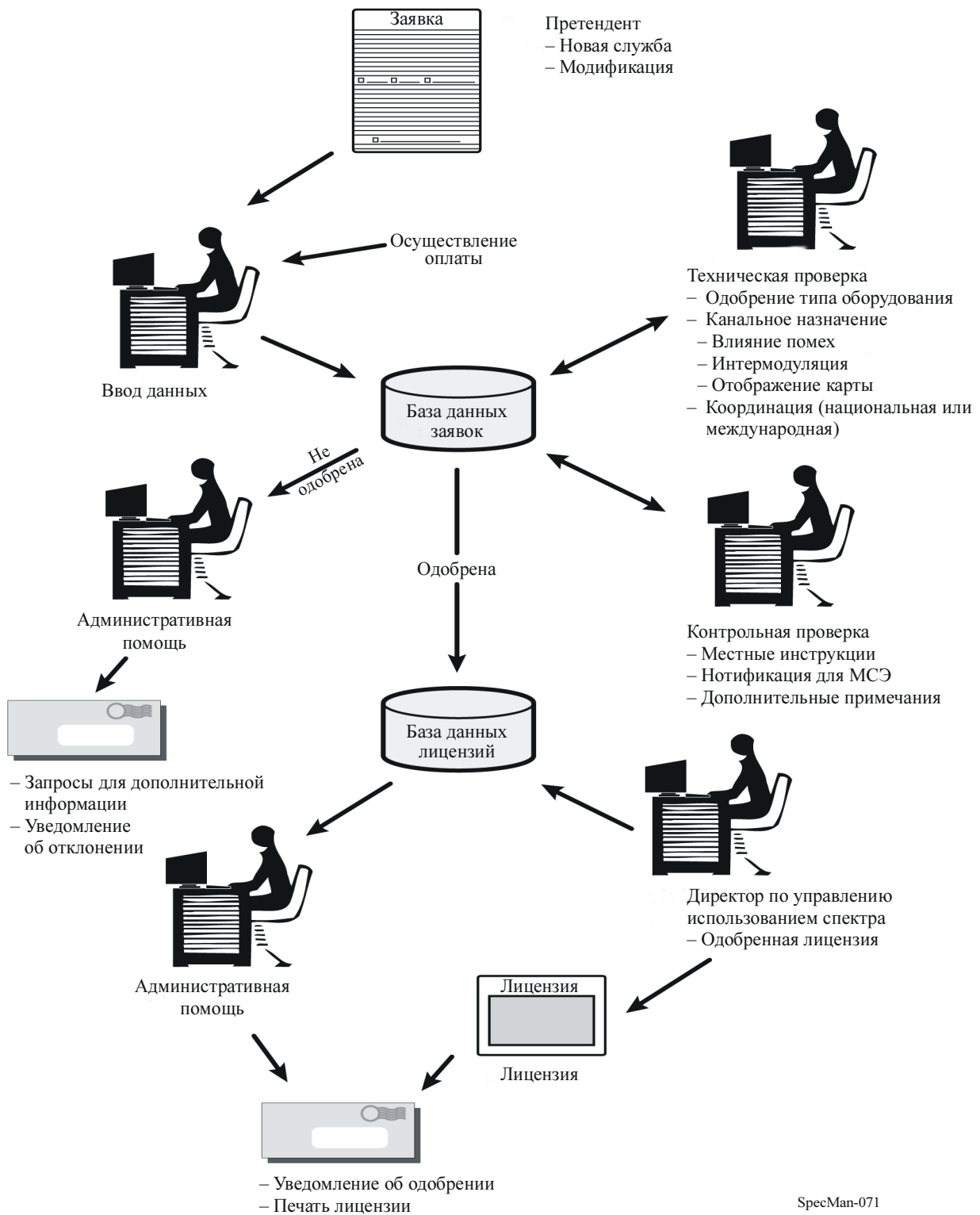
Для того чтобы оценивать применение компьютерных систем к определенной ситуации управления использованием спектра, необходимо проанализировать различные типы имеющихся аппаратных средств и программного обеспечения. Пример компьютерной системы управления использованием спектра показан на рисунке 7.1.

Поток данных должен быть точно определен (должно быть ясно, откуда прибывают данные, что с ними должно быть сделано и куда они должны поступать). Структура файлов данных должна быть точно определена, а так же записи и поля, в которых эти данные будут сохранены. Кроме того, необходимо определить объем данных, частоту их модификаций и процедуру их обновления.

Администрации, которые желают иметь в своем распоряжении определенные модели использования спектра, должны тщательно следить за тем, чтобы все необходимые данные для этих моделей были бы всегда доступны и современными. Необходимо тщательное проектирование формата данных и баз данных, включая методологию модификации, для получения адекватного результата на выходе любого компьютеризированного модуля распределения спектра.

РИСУНОК 7-1

Пример процесса компьютерной обработки запроса для выдачи лицензий



Для того чтобы содействовать введению автоматизации в управлении использованием спектра, в будущем двусторонние или многосторонние договоры и соглашения необходимо включать элементы данных, подлежащих согласованию. Поэтому определение, формат и возможное кодирование основных элементов данных должны быть согласованы в международном масштабе. Форматы данных должны быть также скоординированы с Бюро Радиосвязи (см. Рекомендации МСЭ-R SM.668 и SM.1413). Это также означает, что список требуемых элементов данных не может быть окончательным, а должен адаптироваться к новым результатам и требованиям. После этого может быть разработано прикладное программное обеспечение, определены задачи и указаны обязанности. Только теперь может быть протестирован и подготовлен к внедрению или адаптации набор совместимых аппаратных средств и программных продуктов. Еще одним важным фактором в этом процессе выбора является доступность технического обслуживания. Кроме того, необходим квалифицированный персонал, который обучен и работает на постоянной основе. После выполнения всех этих действий, стратегия и план по внедрению автоматизации в национальное управление использованием спектра могут быть определены.

Рекомендация МСЭ-R SM.1048 содержит указания по проектированию основной автоматизированной системы управления использованием спектра (BASMS). Программное обеспечение для этой системы было разработано, главным образом, для развивающихся стран, и теперь распространяется бесплатно Бюро развития электросвязи. Последняя версия (WinBASMS 2.1) работает в среде Windows (3.1, 95, 98, NT4, W2000, Me, XP) на трех языках (английский, французский или испанский). Существует также и русская версия (2.0). Ранее БРЭ организовывал семинары по обучению Администраций связи работе с этим программным обеспечением. Рекомендация МСЭ-R SM.1604 призывает МСЭ модифицировать это программное обеспечение. В настоящее время в БРЭ реализуется проект по осуществлению этого, и программное обеспечение будет переименовано в SMS4DC.

Определенные средства, которые регуляторное агентство должно получить при автоматизации, включают:

1. систему, облегчающую обработку заявок и выдачу лицензий;
2. систему учета для сбора платы;
3. технические средства анализа для проведения исследований, с целью исключения воздействия помех. Везде, где возможно стандартизация должна быть поддержана так, чтобы различные страны достигли определенных соглашений между собой, касающихся заявок для служб в приграничной области;
4. географические карты и географическую информационную систему для целей отображения;
5. легкодоступный и простой интерфейс к средствам мониторинга спектра.

Более детально о средствах, которые будут автоматизированы, рассказано в Рекомендации МСЭ-R SM.1370.

Существуют возможности, которые регуляторное агентство не должно ожидать от автоматизации, они включают:

1. автоматическое присвоение частот;
2. автоматизированное частотно-территориальное планирование;
3. обеспечение качества обслуживания сотовых систем.

7.4 Переход к компьютеризированной системе

Переход от ручных методов анализа к автоматизированным имеет многочисленные преимущества и становится обязательным, поскольку для обработки требуется все больший объем данных.

Перед началом перехода к автоматизированной системе должны быть приняты во внимание следующие факторы:

- существует инфраструктура, которая должна быть проанализирована, ее перемещение должно быть спланировано, а сама система – перенесена перед началом автоматизации системы. Вот некоторые из шагов, требуемых для этого планирования:
 - a) изучение методов, которые могут использоваться, для приспособления традиционных ручных процедур к автоматизированной системе;
 - b) возможное принятие новых процедур пользователями;
 - c) обучение костяка специализированного персонала для выполнения задач автоматизации;
 - d) наличие фондов для развития и долгосрочных приложений;
 - e) наличие поставщика компьютерного оборудования, способного осуществлять локальную и долгосрочную поддержку и обслуживание как оборудования (аппаратных средств), так и программ (программного обеспечения); и
 - f) поиск компромисса по отношению к уровню требуемых данных;
- первоначально переход от ручного процесса к автоматизированному создаст новые виды проблем;
- начальный период системного развития и выполнения может быть дорогостоящим. Пользователь должен понять, что это требует времени прежде, чем он сможет получить все преимущества и финансовые выгоды от автоматизированной системы.

Каждая администрация использует собственный набор документов (лицензии, заявки, планы распределения, счета и т. д.) в своих действиях по управлению использованием спектра. Зачастую, эти документы выполнены на бумажных носителях, хотя часть из них уже существует в электронной форме. Для того, чтобы перейти к автоматизированной системе управления использованием спектра, необходимо, тщательно рассмотреть все эти существующие документы с тем, чтобы они соответствовали определенным требованиям, предъявляемым администрацией в области управления использованием спектра, и обеспечивали получение данных на выходе в требуемом формате. Успех перехода от существующей системы к автоматизированной в большой степени зависит от графика перехода и усилий, направленных на удовлетворение потребностей и переработку необходимых документов так, чтобы они могли быть использованы новой системой. Смена данных, используемых администрацией в настоящее время, должна быть полностью понятна, чтобы они могли быть использованы автоматизированной системой. Эти требования должны явиться частью договорных отношений между администрацией и подрядчиком, чрезвычайно важной для успешного выполнения программы перехода. В любом процессе проведения тендеров рекомендуется, чтобы администрация предоставила потенциальным подрядчикам информацию о требованиях к входным и выходным данным и существующим базам данных так, чтобы их конкурсные предложения должным образом оценивали и предусматривали действия по переходу от одной системы к другой. Администрация обязана также должным образом оценить и гарантировать квалификацию своего собственного персонала, требуемую для успешного перехода. Это будет способствовать более строгой оценке возможностей подрядчика, а также способствовать осуществлению обещаний.

В прошлом в таких проектах было множество контрактных проблем. Споры относительно условий контракта только оставляют обе стороны с чувством неудовлетворенности. Гораздо лучше так спланировать процесс перехода, чтобы в нем справедливо оценивались усилия, требуемые от всех сторон, и обеспечивалась возможность спокойной работы. Указания недостатков не приводят обе стороны к успешному завершению работ. По этим причинам важно формально описать существующие процессы сбора данных и их источников данных, например, следующим образом:

1. Определить тип и формат всех существующих данных, включая эксплуатационные данные и данные управления, например, общие административные данные (отдел, коды региона, правила оплаты, этапы технологического процесса, типы разрешений, типы сертификатов оборудования, типы владельцев, ...), а также общие технические данные (типы служб, типы станций, типы оборудования, типы подвижной связи, частотные планы, защитные отношения, кривые подавления внеполосных излучений, ...). Обычно определяют два типа данных:
 - неповторяемые данные (иногда называемые справочными данными), такие как частотные планы, планы распределений и т. д.;
 - повторяемые данные, такие как административные и технические данные.
2. Определить детальную стратегию перевода существующих данных в новые форматы, включая список данных, правила их перевода, временной график для выдачи данных со стороны администрации, временной график преобразования данных подрядчиком, испытания, которые будут проведены для проверки того, что процесс преобразования прошел успешно, и испытания, которые будут проведены для проверки того, что процесс преобразования закончен полностью.

Во избежание недоразумений, такая совместная ответственность должна явиться частью контракта. Эти документы должны определить работу, которая будет выполнена, график выполнения этой работы и обязанности каждой стороны. Должны быть определены основные данные и рабочие данные, эти данные должны быть собраны администрацией в надлежащем формате и представлены подрядчику в начале периода перехода. Данные, представленные администрацией, должны быть правильными, а любые избыточные должны быть устранены. Данные с любых бумажных носителей записей часто переводятся в промежуточный электронный формат (например, EXCEL). Эти данные могут тогда быть объединены в новую систему, используя сценарии, предлагаемые подрядчиком в соответствии с требованиями документов.

Во время процесса перевода данных, администрация должна жестко контролировать любые модификации исходных данных, выданных подрядчику, так как эти изменения не будут сделаны подрядчиком при переводе данных. После того как данные успешно перемещены и проверены для модификации данных, администрация должна будет использовать новую систему. Рабочий процесс наиболее эффективен, если взаимоотношения администрации и подрядчика полностью понятны всем сторонам и поддерживаются ими.

7.5 Заключение

В связи с тем, что с ростом объема данных, числа сделок, а также количества и сложности аналитических операций, стоимость содержания ручных систем управления использованием спектра увеличивается, и использование автоматизированных систем управления использованием спектра становится насущной необходимостью. В настоящее время доступны компьютерные системы, которые обладают требуемыми возможностями обработки и хранения данных, осуществляющие значительную работу по разумной стоимости.

В соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1048, для развивающихся стран МСЭ-R и МСЭ-D была совместно разработана базовая автоматизированная система управления использованием спектра (BASMS) для основных радиослужб и для отдельного пользователя. Программное обеспечение для этой системы теперь доступно от БРЭ, но оно не поддерживается и будет скоро заменено на SMS4DC в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1604.

Новая Рекомендация (МСЭ-R SM.1370), описывающая рекомендации по проектированию расширенной автоматизированной системы управления использованием спектра (AASMS), была разработана 1-й Исследовательской комиссией МСЭ-R и должна сформировать основу для предложений, выдвинутых Администрациями, заинтересованными в таких системах.

Специальные исследования, которые могут помочь администрациям, рассматривающим возможность автоматизации, описаны в Приложениях 2–7 этой Главы. Надеемся, что эти результаты дадут полезную информацию, и помогут избежать обычных ошибок, сделанных, при покупке и внедрении таких систем. Мы не поддерживаем и не критикуем ни одну из описанных систем. Шаги в процессах, которые гарантируют или препятствуют успеху, призваны служить подсказкой, а не являются деталями определенных систем.

Справочные документы

Справочник МСЭ-R по радиоконтролю (Женева, 2002 г.)

Руководство МСЭ-R по автоматизированным методам управления использованием спектра (Женева, 2005 г.)

Документы МСЭ-R

Рек. МСЭ-R SM.182	Автоматический контроль занятости радиочастотного спектра
Рек. МСЭ-R SM.668	Электронный обмен информацией для целей управления использованием спектра
Рек. МСЭ-R SM.1047	Управление использованием спектра на национальном уровне
Рек. МСЭ-R SM.1048	Рекомендации по проектированию для базовой автоматизированной системы управления использованием спектра (BASMS)
Рек. МСЭ-R SM.1370	Разработка руководства для проектирования улучшенных систем автоматического управления использованием спектра
Рек. МСЭ-R SM.1413	Словарь данных радиосвязи
Рек. МСЭ-R SM.1537	Автоматизация и интеграция систем мониторинга спектра с автоматизированным управлением использованием спектра
Рек. МСЭ-R SM.1604	Рекомендации для модернизированной системы управления использованием спектра для развивающихся стран

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

К ГЛАВЕ 7

Разработка и внедрение Международным союзом электросвязи компьютеризированной системы управления использованием спектра

1 Введение

Базовая автоматизированная система управления использованием спектра (BASMS) и ее версия для Windows WinBASMS – первая компьютеризированная система управления использованием спектра, разработанная МСЭ совместно Секторами МСЭ-R и МСЭ-D и особенно Бюро развития электросвязи (БРЭ) МСЭ-D. Это превосходный пример сотрудничества между этими двумя секторами МСЭ. В течение ряда лет центр совместных действий перемещался между Секторами.

Разработка компьютеризированной системы управления использованием спектра началась в 1992 г. с формулирования общих рекомендаций для BASMS. Это потребовало трех международных встреч 1-й Исследовательской комиссии по радиосвязи (ИК) и специалистов БРЭ, решающих эту задачу, которые закончились принятием Рекомендации МСЭ-R SM.1048.

Затем Группа экспертов (GOE) из БРЭ разработала необходимые спецификации и контролировала создание, проверку и внедрения соответствующего программного обеспечения. Внедрение первой версии DOS (BASMS) системы было начато в 1995 г., в 1997 г. система была доработана для поддержки платформы Windows (WinBASMS), и ее пользовательский интерфейс был переведен с английского языка на французский, русский и испанский. WinBASMS уже внедрена многими странами.

На базе полученного опыта ИК1 МСЭ-R в 1998 г. разработала Рекомендацию МСЭ-R SM.1370, касающуюся основных требований Улучшенной автоматизированной системы управления использованием спектра (AASMS). В настоящее время GOE разрабатывает спецификации для модернизации WinBASMS и для соответствующего программного обеспечения для новой SMS4DC (Система управления использованием спектра для развивающихся стран).

1.1 Разработка WinBASMS и ее возможности

Цель программного обеспечения WinBASMS состоит в том, чтобы дать развивающимся странам инструмент эффективного управления использованием спектра, прежде всего, для радиовещания, фиксированных и подвижных радиослужб и соответственно ускорить развитие в этих странах беспроводной технологии.

BASMS состоит из базы данных системы управления и множества основных инструментальных средств для управления использованием спектра.

Интересно, что в ретроспективе, при разработке Рекомендации МСЭ-R SM.1048, было проведено множество дискуссий о том, как усложнить BASMS. Наконец было решено ограничить систему основными инструментальными средствами, необходимыми для управления использованием спектра, так как ожидалось, что в большинстве стран, которые будут использовать систему, имеется относительно небольшое количество частотных присвоений, которыми требуется управлять, и комплекса технических инструментальных средств не требуется.

Рекомендация МСЭ-R SM.1048 тогда использовалась как руководство БРЭ и GOE, по внедрению программного обеспечения BASMS. Запрос на подачу предложений (RFP) был разработан GOE и обнародован в 1994 году. Контракт для разработки программного обеспечения BASMS был предоставлен в 1994 г. Американской компании Applied Spectrum Research. Разработка программного обеспечения была закончена в 1995 г. после прохождения ею альфа-тестирования в GOE. Первый бета-тест и обучение применению программы BASMS были проведены в Женеве в августе 1995 г.

В 1996 г. стало очевидно, что имеется большой интерес в преобразовании BASMS и переводе ее с платформы DOS к платформе Windows и в расширении ее возможностей и особенно числа языков, чтобы включить французский и испанский языки для других стран. GOE исследовал это дополнение наряду с другими модификациями, которые не изменяли основные функции программного обеспечения. Контракт был предоставлен канадской фирме CGI в 1997 г. для изменения программного обеспечения так, чтобы обеспечить возможность выбора языка интерфейса - английский, французский или испанский, для перехода на структуру, основанную на ОС Windows и усовершенствовать к представления базы данных и технические вычисления.

Программные усовершенствования были закончены в 1997 году. Для семинара в Бишкеке, Республика Киргизия, Государственное агентство связи Киргизии разработало WinBASMS с переводом его пользовательского интерфейса на русский язык. Имеется также и русский перевод WinBASMS руководства.

Программа WinBASMS теперь бесплатно распространяется на английском, французском и испанском языке (версия на русском также доступна по специальному запросу) на региональных и областных Семинарах по внедрению WinBASMS, организуемые БРЭ по Плану действий МСЭ/БРЭ, утвержденному в Валетте и в пределах миссий МСЭ/БРЭ по технической поддержке управления использованием спектра и развития радиосвязи.

Программа WinBASMS для использования и обслуживания отдельным пользователем. Администрацией могут использоваться многочисленные копии WinBASMS, облегчая выполнение различных рабочих функций по управлению использованием спектра. Например, если число частотных присвоений чересчур велико, чтобы обрабатывать их одной WinBASMS станцией, то для различных диапазонов частоты или различных служб может использоваться несколько таких станций.

WinBASMS может использоваться для поддержки функциональных требований, определенных в Справочнике МСЭ по управлению использованием спектра на национальном уровне, 1995 год.

Некоторые инструментальные средства были специально разработаны для приложений WinBASMS.

1.2 Недостатки WinBASMS

Являясь первой международной реализацией в этой области, WinBASMS не свободна от некоторых недостатков. Главные среди них – следующие:

- допущены существенные упущения в моделировании распространения радиоволн, особенно данных по Рекомендации МСЭ-R P.370;
- чрезвычайно упрощены процедуры вычисления воздействия помех, исходя из частотного присвоения;
- не разработан вопрос частотной координации и особенности нотификации МСЭ;
- не разработан раздел базы данных радиоконтроля;
- существование маленьких ошибок, которые затрудняют действия.

Также необходимо упомянуть, что отсутствие в пределах WinBASMS многопользовательской поддержки, по мнению многих экспертов, составляет самое серьезное препятствие по широкому внедрению системы во многих развивающихся странах, которые имеют существенное число частотных присвоений. Некоторые эксперты указали также, что желательно введение возможности многоуровневых расчетов, таких как цифровая база данных наземных частотных присвоений, и соответствующего программного обеспечения, чтобы обеспечить более точные вычисления во время процесса подбора частот.

Поэтому, очевидно, что WinBASMS должна быть модернизирована, чтобы быть востребованной значительно большим числом стран. В этом контексте очень важно связать модернизацию WinBASMS с разработкой AASMS, чтобы получить оптимальный результат. В этом контексте может быть упомянута Рекомендация МСЭ-R SM.1604 "Руководство по применению модернизированной системы управления использованием спектра для развивающихся стран".

Эта Рекомендация и план действий, сформированный в результате работы ВКРЭ-02 в настоящее время используются БРЭ в ходе разработки замены для WinBASMS, которая будет называться SMS4DC, и в которой должны быть устранены имеющиеся неточности. Надеемся, что это программное обеспечение будет доступно в период ВКРЭ-06.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

К ГЛАВЕ 7

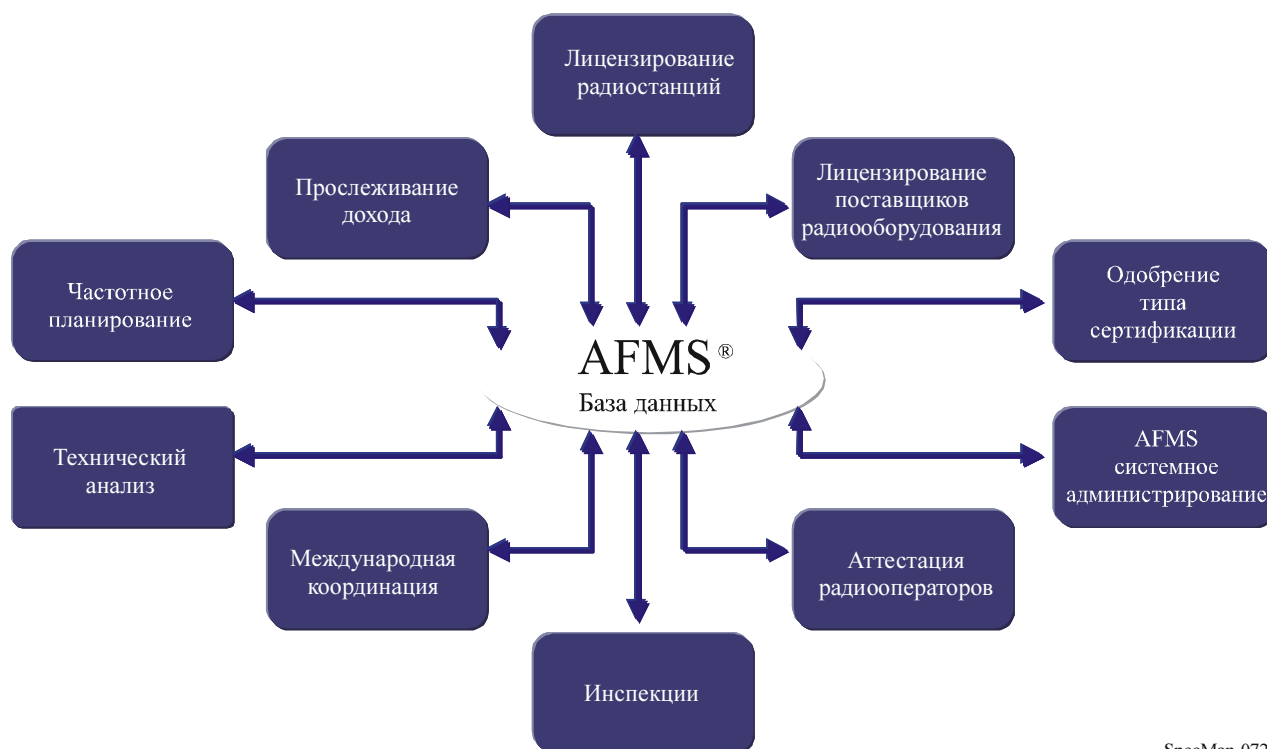
Управление использованием спектра в Малайзии (отчет об исследовании)

AFMS – это компьютерная система на базе Windows, она реализует выполнение всех требований для управления большими объемами информации, имеющей отношение к выдаче лицензий на работу радиостанции. AFMS базируется на международных стандартах и технических спецификациях. В систему включен модуль ввода данных для того, чтобы ввести информацию о применении радиостанции. Как показано на рисунке 7.2, существуют модули для получения административного дохода и контроля, планирования частот, технического анализа, координации частот и нотификации, контроля использования спектра, лицензирования дилера, выдачи лицензий, а также автоматизированной выдачи и продления лицензий на радиостанции. Все модули работают в рамках базы данных частотных присвоений и лицензирования в формате ORACLE.

Малазийское правительство заключило контракт на автоматизированную систему управления использованием спектра, основанную на канадской модели управления использованием спектра. Система была разработана так, чтобы она отвечала требованиям Jabatan Telekomunikasi Malaysia (JTM). Система была полностью интегрирована и состояла из всеохватывающей системы управления использованием спектра, действующей в централизованной VAX сети, расположенной в Куала-Лумпур, которая включала интерфейс системы радиомониторинга.

РИСУНОК 7.2

Модули AFMS



SpecMan-072

До установки AFMS малазийское правительство осуществляло регистрацию частоты и хранило соответствующую информацию о выдаче лицензий на бумажных носителях. Оказалось, что бумажное делопроизводство очень неэффективно. Оказалось, что использовать сведения о присвоении частоты, доходах и лицензировании на бумажных носителях, чрезвычайно трудно для управления и контроля. Влияние вредных помех становилось все более серьезной проблемой для операторов беспроводной связи в Малайзии, обеспокоенных тем, что решение их проблем могло бы, в конечном счете, стать небезопасным и дорогостоящим. С ростом числа радиостанций в быстро развивающемся обществе в Малайзии стало ясно, что автоматизация необходима.

Инсталляция, оказалось, была более трудной, чем ожидалось из-за недостатка полной и точной информации и неадекватно конфигурированных данных о частотных присвоениях. Полная и точная информация является необходимой, чтобы установить эффективную процедуру присвоения частоты и создать базу данных выданных лицензий. Хотя некоторая информация может быть определена по умолчанию, автоматизированные приложения для получения точных результатов требуют надежной информации.

Как и с любой технологией, устаревание – это реальность, на которую администрация должна обратить пристальное внимание. Малайзия продолжала искать пути обновления технологии, помощи экспертов и консультантов и обучения, для чего в течение 1990-х годов было заключено множества контрактов. В 1999 г., когда МСЭ спонсировал выставку "Telcom '99" в Женеве, Швейцария, Малайзия одобрила контракт на модернизацию компьютерных систем в JTM, который был преобразован в Малазийскую комиссию по связи и мультимедиа (МСМС). Благодаря прогнозированию малазийского правительства, текущий контракт учитывает важные положения о консультации и обучении управлением использованием спектра.

Как следствие создание эффективной базы данных частотных присвоений и выданных лицензий, а также эффективных и современных действий по управлению использованием спектра, в Малайзии значительно выросли доходы от выдачи лицензий, а также увеличилось и количество пользователей радиосвязи. В то же время, эксплуатационные расходы поддерживались на постоянном уровне. Доходы от выдачи лицензий, по принципу возмещения расходов, могут использоваться на финансирование программы управления использованием спектра.

Успех инициативы управления использованием спектра в Малайзии определен, прежде всего, пониманием со стороны малазийского правительства необходимости передачи не только технологии, но и знаний.

Адрес веб-сайта МСМС – <http://www.cmc.gov.my>.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

К ГЛАВЕ 7

Описание системы управления использованием спектра и мониторинга (SAAGER)

1 Введение

Это Приложение описывает автоматизированную систему управления использованием электромагнитного спектра и мониторинга (SAAGER), используемую Национальной комиссией электросвязи (CONATEL) Венесуэлы. Система SAAGER – полностью совместимая с требованиями МСЭ система управления использованием спектра и радиоконтроля, а ее аппаратные средства отвечают или превосходят рекомендации, сформулированные в Справочниках по управлению использованием спектра и радиоконтролю МСЭ-R. Система была поставлена компанией TCI, США (www.tcibr.com).

Система позволяет Министерству инфраструктуры (MINFRA), действующему в рамках CONATEL, эффективно использовать радиочастотный спектр. Система имеет следующие возможности:

Планирование и управление использованием электромагнитного спектра

- Планирование использования ресурсов спектра.
- Содержит последнюю их разработанных МСЭ технологий, которая является расширяемой, поскольку инфраструктура электросвязи Венесуэлы неуклонно растет.
- Позволяет сотрудничать с соседними странами по проблемам присвоения частот и воздействия помех.

Контроль и техническая проверка электромагнитного излучения

- Выполнение всех, рекомендуемых МСЭ, электромагнитных измерений.
- Позволяет предотвращать и решать проблемы помех во время развертывания и эксплуатации критических служб типа мобильных телефонов, наземных радиорелейных линий, профессиональной подвижной радиосвязи и беспроводного радиодоступа.
- Составляет для персонала радиоконтроля список несанкционированных сигналов и их характеристик.
- Определяет незаконных операторов и дает возможность их судебного преследования и сбора штрафов, а также защиту законных операторов спектра от воздействия помех.

Радиолокация электромагнитного излучения

- Определяет линии пеленга и места создания помех, правонарушителя или других несанкционированных сигналов в помощь обеспечению выполнения венесуэльских правил радиосвязи.

Стандартизация оборудования электросвязи

- Поддерживает базу данных одобренных типов оборудования электросвязи так, чтобы только одобренное оборудование получило лицензию в Венесуэле.

Система состоит из следующих частей и оборудования, количество которых обозначено в круглых скобках:

- *Национальный центр управления (1)*: Расположен в Каракасе, является центром системы, имеющей базу данных системы управления использованием спектра; выдает рабочие задачи, направляет и управляет действиями станций радиоконтроля; получает и обобщает результаты.
- *Вспомогательные центры управления (5)*: Расположены в Каракасе, Маракайбо, Кристобале, Сан-Фелипе и Матурине; имеют технические возможности радиоконтроля в диапазонах ВЧ/ОВЧ/УВЧ.
- *Мобильные модули (10)*: Два – во вспомогательном центре управления обеспечивают возможности ВЧ/ОВЧ/УВЧ радиоконтроля, диапазоны частот ВЧ/ОВЧ/УВЧ (три модуля) и диапазоны частот ОВЧ/УВЧ (семь модулей).
- *Портативные наборы оборудования (10)*: Обеспечивают возможности технической проверки.

Места расположения оборудования показаны на карте Венесуэлы, приведенной в п. 3.5 этого Приложения.

2 Система управления использованием спектра

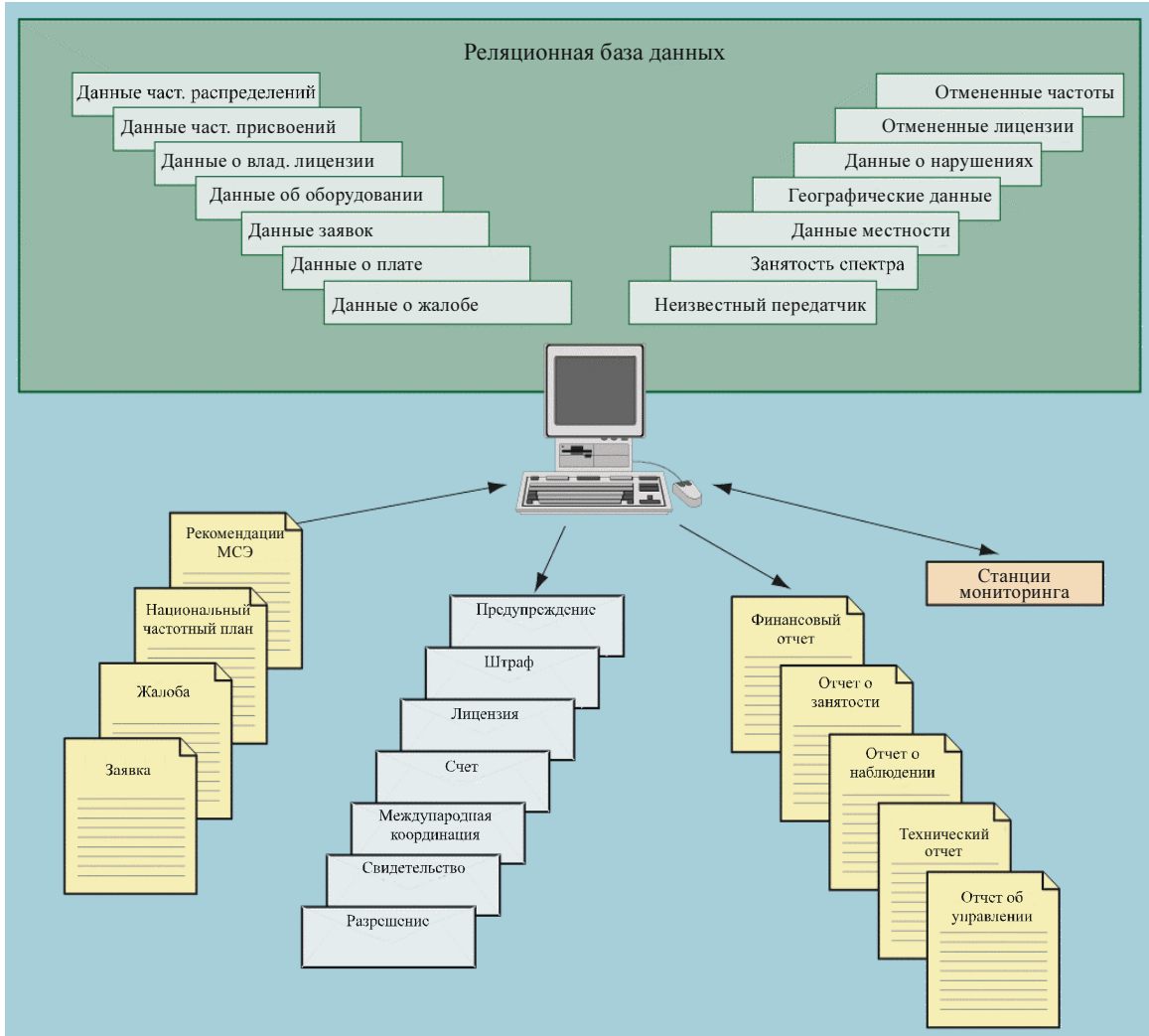
Этот раздел дает функциональное описание системы управления использованием спектра. Рисунок 7.3 показывает алгоритм программного обеспечения управления.

2.1 Обработка заявки

Типичный пример обработки заявки для выдачи лицензии, включая процесс получения приложения и ввода его в систему, выполнение присвоения частоты и выдачи лицензий, схематически проиллюстрирован на рисунке 7.1. Система содержит встроенные формы ввода данных, чтобы помочь администрации в обработке заявок на присвоение частот и выдачу лицензий. Эти формы используются для новых служб, а так же для внесения изменений и модификаций в существующие лицензии или в заявку, ожидающую решения. Экран ввода заявки показан на рисунке 7.4.

РИСУНОК 7.3

Алгоритм программного обеспечения управления



SpecMan-073

РИСУНОК 7.4 Форма заявки

SpecMan-074

2.2 Присвоение частот

Оператор имеет доступ к разнообразным встроенным функциям, которые помогают с присвоением частоты. Эти функции:

- показывают возможные каналы для соответствующего оборудования и службы;
- осуществляют поиск в базе данных выданных лицензий для существующих присвоений и отображают результаты для различных возможных каналов;
- выполняют вычисления воздействия помех между предложенным новым присвоением и существующими присвоениями;
- вводят новые присвоения в базу данных.

2.2.1 Процесс присвоения частот

Система поддерживает автоматическое присвоение частот, включая названия служб, в соответствии с документами МСЭ, национальные служебные приоритеты и примечания. Программное обеспечение загружено вместе с созданным в МСЭ Планом распределения частоты для Венесуэлы. Оператор системы может иметь системные каналы отображения, совместимые с Венесуэльским национальным планом распределения частот, указанными типами оборудования, планируемыми типами служб/действий или указанных оператором категорий. Система ищет в своей базе данных существующие присвоения на эти каналы и отображает их. Могут быть произведены вычисления помехового воздействия между существующими присвоениями и предложенным новым присвоением. Оператор может тогда присвоить частоту, которая введена в базу данных. Если невозможно найти используемый канал в соответствующем регионе, то помочь оператору определить местоположение доступного канала в географическом регионе или найти частоту в пределах региона,

которая может быть разделена на базе временного доступа, может одно или несколько технических инструментальных средств анализа спектра.

2.2.2 МСЭ и Национальный план распределения частот

Системный оператор имеет возможность пересматривать и обновлять частотные присвоения на каждый класс станции. Параметры включают диапазон частот, класс станции, ширину канала и ограничения, например, разнос каналов.

2.2.3 Приграничная координация

Система содержит модуль Международной координации, который используется системными менеджерами для обработки всех запросов на координацию (входящих и исходящих). Эти запросы могут быть от других стран, МСЭ или от другого агентства в Венесуэле. Вся информация о лицензиях на частоты поддерживается отдельной базой данных. Модуль отображает информацию, требуемую от базы данных для каждого запроса. Эта информация включает: дату, номер лицензии, тип требуемых данных, пользователя и формат передачи (бумажный или электронный). Как часть запросов координации, постоянная запись создана и зарегистрирована в базе данных.

2.3 Выдача лицензий

Большинство функций по обработке выдачи лицензий в системе автоматизировано. Это позволяет системе автоматически выдавать лицензии после положительного решения по заявке. Система имеет интерфейс, поддерживающий следующие действия:

- продление существующей лицензии, для которой выполнены все условия возобновления;
- преобразование временной лицензии в постоянную;
- лишение лицензии за несоблюдение существующих требований; и
- выпуск временных лицензий.

2.4 Разработка методов использования спектра

Для помощи операторам были разработаны следующие рекомендации МСЭ, касающиеся автоматизированной системы управления использованием спектра с набором мощных технических инструментальных средств анализа. Эти инструментальные средства используются для изучения радиочастотного спектра и включают в себя расчет электромагнитной совместимости (ЭМС), характеристик радиоканала и зоны действия станции. Инструментальные средства анализа используются для обработки заявок на частотные лицензии, запросов на координацию и донесение о помехах. Таблица 7-1 показывает алгоритмы и модели, которые являются постоянными в системе, и частотные диапазоны и типы служб, которые они охватывают.

ТАБЛИЦА 7-1

Разработка моделей модуля анализа распространения

Диапазон частот	Модель распространения	Комментарий
0,15–3 МГц	GRWAVE	GRWAVE вычисляет напряженность электрического поля и потери на распространение наземной волны по кривой, однородной гладкой поверхности. Она также используется для анализа воздействия помех в диапазоне СЧ.
2–30 МГц	IONCAP, VOACAP	IONCAP – название оригинальной ионосферной программы анализа. Самая последняя версия, названная VOACAP, была интегрирована в модуль технического анализа. Эта программа может вычислить MUF, LUF и FOT для соединений ВЧ.
30–1000 МГц	TIREM (Версия 3.04)	Акроним, обозначающий интегрированную грубую территориальную модель Земли. Модель была первоначально разработана для Американского национального управления электросвязи и информации (NTIA) как часть Главной системы распространения радиоволн (MPS). MPS – семейство моделей, которые простираются от ОНЧ до частот СВЧ диапазона.
30–1000 МГц	Longley-Rice	Американская Федеральная комиссия по связи (FCC), документирует использование моделей дифракции Одиночного и Двойного граничного края, где известны основные территориальные особенности за счет специфического пути распространения.
до 40 ГГц	SEAM	Акроним для модели анализа единственного излучения. Вычисляет потери на распространение и напряженность электрического поля СВЧ сигналов, используя свободное пространство или гладкую модель распространения по Земле.
1–40 ГГц	Приложение 7	Вычисляет контуры координационных зон для наземных станций и геостационарных спутников согласно Приложению 7 РР.
1–40 ГГц	Приложение 8	Вычисляет помехи между двумя геостационарными спутниковыми сетями согласно Приложению 8 РР.

Технические инструментальные средства анализа объединены с программой отображения ArcView от компании ESRI. Она позволяет системе отображать расчетную информацию на географической и топографической карте. Программа, при необходимости отображения автоматически активизируется системой.

Модуль технического анализа выполняет следующие функции, не ограничиваясь ими:

- профили пути луча базовой станции и диаграммы зоны охвата;
- анализ помех по совмещенному, соседнему каналу и по промежуточной частоте;
- анализ интермодуляции третьего порядка мультиплексированного сигнала;
- шумовой анализ снижения чувствительности приемника для защиты от перегрузки/передатчика;

- дает возможность персоналу проанализировать возможные частотные присвоения для полученных запросов;
- дает возможность персоналу проанализировать возможные частотные присвоения для поступающих запросов координации;
- автоматически использует заданный по умолчанию алгоритм/модель для дынных полосы частот и типа анализируемой службы;
- дает возможность персоналу интерактивно работать с инструментальными средствами;
- дает возможность персоналу обновить фактические системные технические записи после завершения анализа;
- отыскивает данные о занятости спектра в базе данных радиоконтроля;
- позволяет менеджеру системы использовать различные модели;
- позволяет менеджеру системы обновлять входные данные, чтобы лучше представлять местные условия; и
- отображает результаты анализа распространения на включенной в систему цифровой карте.

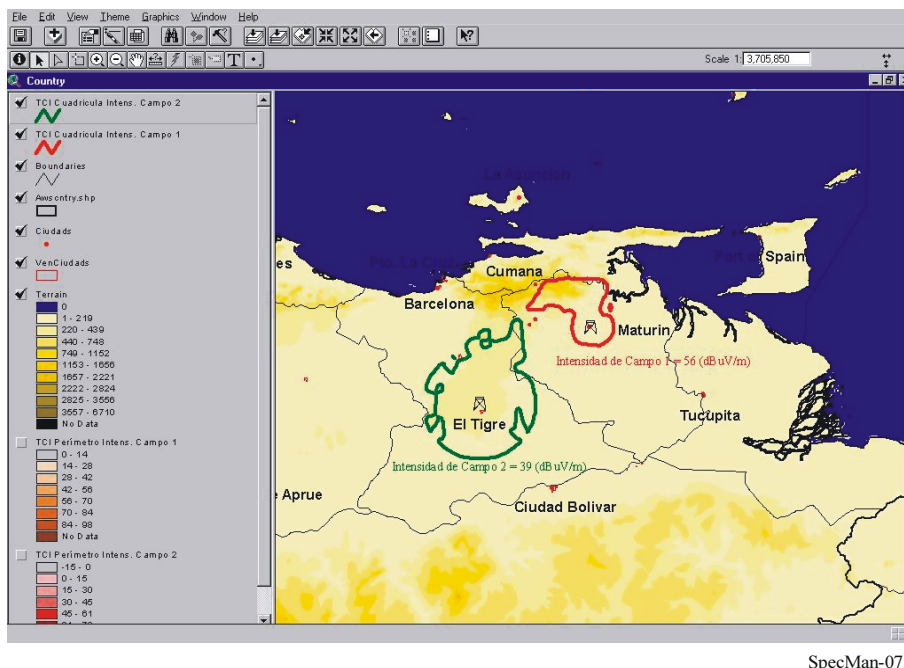
2.5 Отчеты

Аналитик по разработке инженерных решений в области использования спектра обращается к соответствующему модулю, чтобы проанализировать электромагнитную ситуацию и получить отчеты. При выборе требуемого отчета система показывает экран, где оператор вводит все необходимые параметры и затем выбирает формат отчета (табличный или графический). В системе доступны следующие отчеты:

- | | |
|--|--|
| – Анализ канала связи и потерь распространения | – План профиля территории |
| – Анализ распространения радиоволн | – Анализ интермодуляции |
| – Контур напряженности электрического поля | – Инструмент анализа ЭМС |
| – План зоны радиомолчания | – Анализ высоты антенны |
| – Анализ области обслуживания | – Частотное планирование для радиорелейных линий |
| – Анализ влияния помех | – Спутниковое Приложение 7 |
| – План профиля территории | – Спутниковое Приложение 8 |

На рисунке 7.5 показан типовой отчет, формируемый в системе.

РИСУНОК 7.5
Анализ воздействия помех



SpecMan-075

3 Радиоконтроль

Система управления использованием спектра объединена с системой мониторинга спектра в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1537. Это дает менеджерам возможность управлять использованием частотного спектра в Венесуэле. Полностью интегрированная система может получать указания от системы управления, а также отправлять сообщения назад от станций радиоконтроля. Каждая из станций радиоконтроля загружает точную копию базы данных управления. Это позволяет станциям радиоконтроля иметь самую последнюю информацию относительно заявок на частоты.

Системное программное обеспечение выполняется в стандартной среде клиент-сервер Windows NT и обеспечивает отвечающее требованиям МСЭ решение для административных потребностей радиоконтроля. Программное обеспечение радиоконтроля обеспечивает возможность выборки, отображения и сохранения результатов измерения, произведенных системой радиоконтроля. Результаты могут быть отображены в алфавитно-цифровой или графической форме.

Графические отображения используют представление фона карты того же самого географического информационного программного обеспечения, что и у системы управления. Отображения содержат следующую информацию относительно выбранной оператором системы радиоконтроля:

- линии пеленга для измеряемого сигнала;
- расстояние и положение источника измеряемого сигнала; и
- местоположения лицензированных передатчиков из базы данных.

Отображение включает список измеренных параметров сигнала. Оператор имеет возможность напечатать копию с монитора. Программное обеспечение радиоконтроля обеспечивает возможность выборки, отображения и сохранения результатов измерений, произведенных системами радиоконтроля. Для каждого сеанса радиоконтроля доступна следующая информация:

- измеренная частота сигнала;
- измеренная мощность электромагнитного поля;
- измеренные параметры модуляции;
- измеренная занимаемая полоса частот; и
- измеренное направление прихода сигнала.

3.1 Возможности программного обеспечения

Программное обеспечение содержит следующие возможности:

Средства измерений: Эти средства обеспечивают возможность сделать точные измерения параметров сигнала в соответствии с рекомендациями МСЭ. Измерения используются для проверки соответствия требованиям лицензии и могут быть сделаны на основании составленного графика.

Устройства контроля: Эти средства используются, чтобы найти, определить и сделать запись параметров определенных передатчиков, обычно нелегальных пиратских систем или источников помех. Эти средства включают в свой состав пеленгаторы, способные определить местонахождение необходимого передатчика.

Инструментальные средства: Используются для того, чтобы увидеть, обнаружить и отобразить спектр присутствующих сигналов. Это основные средства для проверки соответствия фактической электромагнитной обстановки той информации, что содержится в базе данных системы управления использованием спектра. Устройство автоматического обнаружения нарушения (AVD) сообщит о соответствии и/или расхождениях между сведениями в базе данных и реальной электромагнитной обстановкой. Устройства определения занятости спектра выполняют статистические проверки, с тем, чтобы определить используются ли назначенные каналы в соответствии с выданными для них лицензиями.

Диагностика (VITE): Это средство используется для получения данных о текущем состоянии сервера (фиксированных, подвижных или портативных станций контроля).

3.2 Измерения

Программа содержит блоки "Список задач" и "Результаты задачи", позволяющие операторам настроить систему на выполнение измерений. Программное обеспечение поддерживает одно сетевое подключение для "интерактивного режима" измерений, и еще одно для "режима по графику".

- Интерактивный режим позволяет выполнять действия с мгновенной обратной связью, например, настройку приемника монитора, выбор метода демодуляции и спектрального панорамного обзора. Обратите внимание: пеленгаторы могут работать как "экстренно", так и "по графику".
- Режим "по графику" обеспечивает возможность планирования, когда клиент для выполнения плановых измерений может резервировать интервалы времени на выбранном сервере. Один сервер способен обработать запросы от многочисленных клиентов. Обратите внимание, что, как только серверу поставлена задача измерения, клиент может отключиться от канала, пока не наступит время получения результатов.

В составе программного обеспечения имеются различные встроенные инструментальные средства, что позволяет оператору настраивать различные задачи. Оператор может добавить дополнительные требования планирования, которые помогут при проверке жалоб на помехи. Если заявитель сможет указать точное воздействие помех, то оператор может поставить системе задачу выполнить проверку именно в это время. Если требуется, то оператор может также потребовать от системы немедленного выполнения задачи. Опция планирования также позволяет оператору указывать, с какой частотой и сколько раз должны быть выполнены измерения. Оператор способен выделить, напечатать и сохранить отчет, содержащий полученные данные. Отчет о результатах измерения содержит всю информацию относительно параметров измерения и его результатов, он включает следующую информацию: поставленная задача, дата, время, частота, ширина полосы излучения, опознавательные знаки, требования измерения(й), тип, результат и графические данные. Для измерения может быть выбрано любое количество параметров из следующего списка: занимаемая полоса частот, тип модуляции, напряженность электромагнитного поля, частота и направление.

Измерения полностью соответствуют рекомендациям МСЭ и Справочнику по радиоконтролю. Измерения этих параметров автоматически повторяются и их результаты усредняются в соответствии со значениями, выбранными пользователем. Обычными методами усреднения являются линейное усреднение, среднеквадратическое усреднение (RMS) и метод максимального правдоподобия.

3.3 Отображение карты и управление

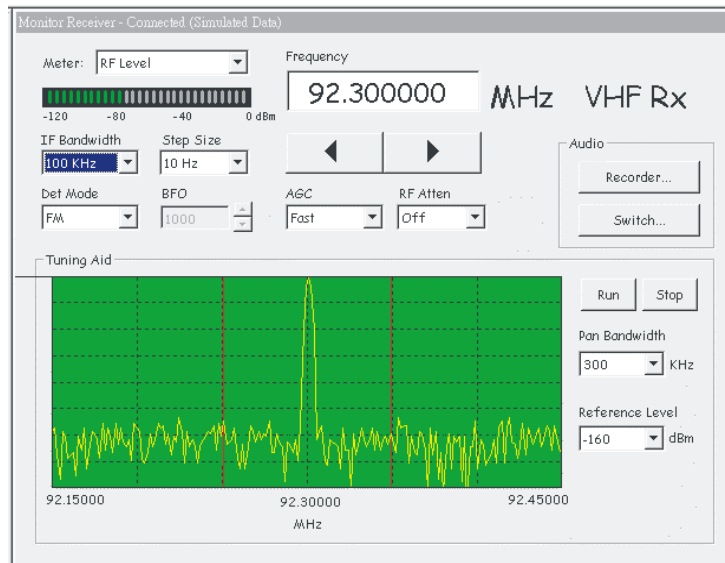
Окно карты отображает станции радиоконтроля сети, результаты действий радиопеленгатора и местоположений передатчиков (с эллипсами погрешности). Система содержит множество карт. Оператор имеет возможность отобразить многочисленные объекты (города, регионы, реки и т. д.) Венесуэлы, выбирая кнопку "Layers". Оператор может приблизить изображение, удалить, панорамировать, поместить в центр или выполнить функции измерения.

3.4 Приемник радиоконтроля

Оператор может управлять встроенными приемниками монитора при помощи виртуальной панели управления (VCP), рисунок 7.6. VCP имеет хорошо знакомые средства управления типичными автономными приемниками, обеспечивая интерактивное управление модулем приемника, позволяющий в реальном масштабе времени увидеть измеряемый сигнал. Информация о состоянии приемника и средства регулировки частоты, модуляции амплитуды отображены на том же самом экране. Компьютер также имеет встроенный аудио переключатель и звуковую плату. Запись звука ведется в цифровой форме в формате (.wav), и эта запись может быть передана для всех станций.

РИСУНОК 7.6

Экран приемника радиоконтроля



SpecMan-076

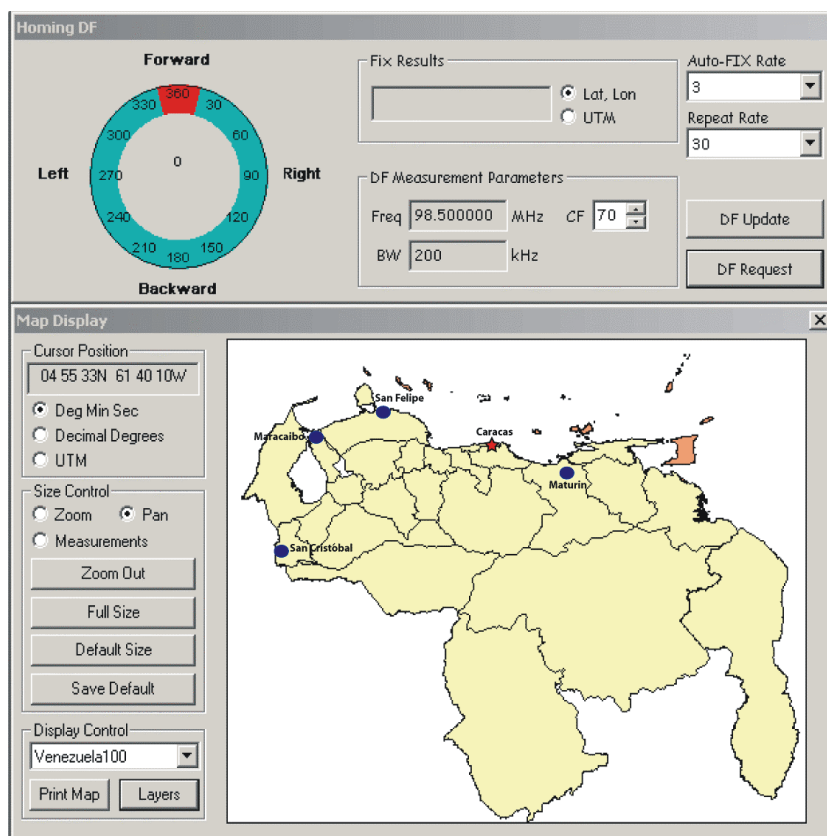
Оператор имеет доступ к множеству экранов, которые позволяют наблюдать интересующие частоты. Панорама спектра (или Pan) – один из этих экранов. Это изображение зависимости амплитуды сигнала от частоты в системе ортогональных координат, на графике могут отображаться также данные ПЧ в полосе частот до 10 МГц. Оператор может использовать этот экран, чтобы рассмотреть и определить широкополосные сигналы, соотношения сигналов в радиочастотном спектре и исследовать источники воздействия помех.

3.5 Радиопеленгатор (DF)

Система радиопеленгатора имеет возможность быстро и эффективно находить местоположение передатчиков, используя станции радиоконтроля. Система может вычислить результаты от двух или более станций, так же как использовать отдельную мобильную станцию, чтобы выполнить "Drive Down" DF.

"Drive Down" DF позволяет отдельной подвижной станции радиоконтроля во время движения осуществлять последовательный радиопеленг и выдавать результаты измерения мощности. Из этих измерений станция подвижного радиоконтроля получает данные о местоположении передатчика (рисунок 7.7).

РИСУНОК 7.7
Пример окна дисплея DF/карта



SpecMan-077

3.6 Моделирование радиоконтроля для обучения

Программное обеспечение радиоконтроля имеет встроенный тренинг-модуль, позволяющий обучать новых операторов и поддерживать квалификацию действующих. Этот модуль позволяет новым пользователям ознакомиться с планированием измерений и управлением приемником, не занимая ресурсы и не создавая/удаляя результаты измерений в рабочей базе данных радиоконтроля. Он также помогает действующим операторам приобретать навыки радиоконтроля и изучать новые методы.

Модуль обучения является полностью интерактивным и использует интерактивную систему подсказок на портативной ЭВМ или рабочей станции, кроме того, вместе с ПО поставляется Руководство пользователя на бумажном носителе, чтобы помочь новому пользователю ознакомиться с интерфейсом, графическими дисплеями и сообщениями, доступными в системе. Обучение может быть выполнено без реальных аппаратных средств радиоконтроля, являющихся доступным в сети.

3.7 Функции системы радиоконтроля

Система радиоконтроля выполняет все рекомендованные МСЭ измерения, включая измерения параметров сигнала (частоты, напряженности электромагнитного поля и плотности потока мощности, типа модуляции и занимаемой полосы частот), выполнять пеленгацию и определять степень занятости спектра. Автоматическая система измерений полностью автоматизирует этот процесс так, чтобы операторы не учили, запоминали или тратили время, соблюдая различные правила измерения.

Система измерения занятости спектра позволяет оператору определять проверяемый диапазон, указывая начало и конец полосы частот, в которой будет производиться поиск, и указать параметры поиска, включая период времени, в течение которого может выполняться поиск.

Центральной частью системы радиоконтроля является блок автоматического обнаружения нарушения (AVD). AVD – мощный инструмент, который осуществляет проверку соответствия санкционированных передатчиков и обнаруживает неразрешенные действия. AVD использует в своей работе данные о выданных лицензиях (присвоение частот), взятые из базы данных. AVD определяет, исполняет ли соответствующий передатчик требования относительно назначенной центральной частоты и полосы частот, установленные для данной полосы частот и радиослужбы в венесуэльском национальном плане распределения частот. Система также сообщает о функционирующих передатчиках, для которых в базе нет данных о выдаче соответствующих лицензий. AVD может выполнять измерения на одной-единственной частоте или в пределах диапазона частот, указанных оператором. Рисунок 7.8 показывает типичный экран результатов AVD.

3.8 Отчеты

Система формирует отчеты о параметрах сигнала, занятости спектра и других измерений.

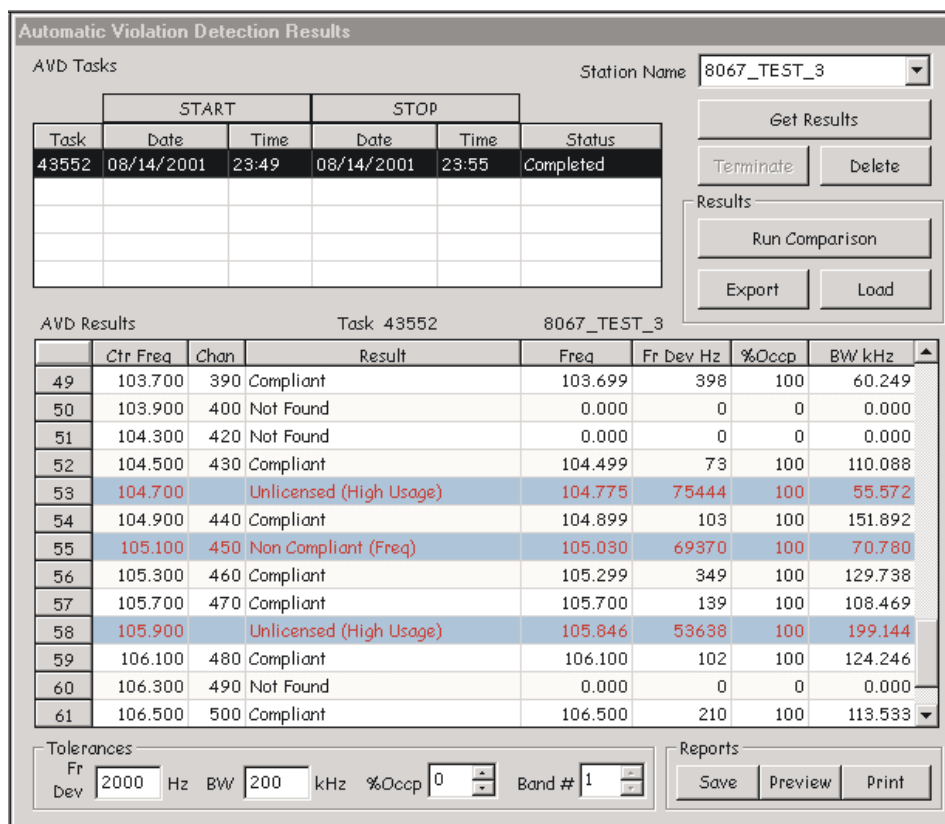
4 Использование системы CONATEL

Внедрение новой объединенной системы управления использованием спектра и системы радиоконтроля существенно изменило стиль работы CONATEL. До введения в действия этой системы выдача лицензий и обработка счетов было трудоемким процессом, на который часто требовались недели. Все записи должны были выполняться вручную было невозможно предсказать, как новые передатчики будут взаимодействовать с уже действующими. Технический анализ должен был проводиться с применением карманных или настольных калькуляторов, которое ограничивало возможности, и никак не было интегрировано с системой управления.

С внедрением новой системы выдача лицензий и обработка счетов могут быть сделаны в течение нескольких часов. Со встроенными техническими инструментальными средствами анализа и полным доступом к возможностям радиоконтроля, описанным в этом документе, система управления использованием спектра может назначить и проверить каждую частоту на доступность и совместимость с существующими передатчиками.

РИСУНОК 7.8

Пример результатов автоматического обнаружения нарушения



SpecMan-078

Полностью объединенная система управления и радиоконтроля обеспечивает высококачественное управление, систему отчетности и обмена данными; она позволяет использовать информацию и от системы управления, и от станций радиоконтроля. Система использует возможности AVD для изучения жалоб клиента и найти передатчики, которые нарушают условия, установленные в разрешениях (диапазон частот, мощность и т. д.).

4.1 Жалобы и обнаружение нарушения

Главная база данных системы используется как центральный пункт хранения всех жалоб. При поступлении жалобы от клиента она сверяется с жалобами, сохраненными в базе, чтобы определить, является ли эта жалоба новой или это посторонние той, что уже была сделана прежде. Как только жалоба определена как новая, используется программное обеспечение радиоконтроля для сбора данных измерений на стороне потерпевшей станции для дальнейшего исследования. Широкий диапазон технических инструментальных средств анализа представляет собой часть объединенного программного обеспечения и используется для анализа жалобы.

Существует три формализованных записи работы с информацией по жалобе: форма жалобы, инспекционная форма и форма нарушения:

- Форма жалобы включает информацию, касающуюся как причины жалобы, так и человека, подавшего жалобу.
- Инспекционная форма используется для записи информации инспекционных проверок, связанных с нарушениями и жалобами.
- Форма нарушения используется для записи информации о нарушениях, связанных с поданной жалобой.

Программное обеспечение позволяет операторам собирать все необходимые данные и рассматривать жалобу. После рассмотрения ситуации персонал может либо отклонить жалобу, либо предпринять иные действия, например, оштрафовать владельца лицензии или отозвать лицензию.

4.2 Расширяемость

Использование радиочастотного спектра – это постоянно развивающийся процесс. Чем больше находится возможностей использования радиочастот, тем больше возможностей требуется иметь системе управления использованием спектра и радиоконтроля. Система была разработана с возможностью наращивания. При проектировании, система создавалась как модульная и имеет мощную основную возможность, позволяющую ей легко приспосабливаться к будущим потребностям. Возможности расширения включают: обновление алгоритмов анализа для анализа и демодуляции новых форматов связи, дополнение подвижных или фиксированных систем, расширение рабочего диапазона частот подвижных станций и добавление рабочих станций оператора.

5 Опыт других организаций по применению автоматизированной системы управления использованием спектра, использующей CONATEL

5.1 Введение

Предыдущие разделы этого Приложения описывают автоматизированную систему управления использованием спектра, применяемую в CONATEL. Система, описанная выше и в нижеупомянутых ссылках 1 и 2*, была поставлена компанией TCI. В настоящее время, кроме CONATEL, она используется несколькими регуляторными организациями во всем мире, включая Зимбабве, Колумбию, Намибию, Мавританию, Доминиканскую Республику и Уганду. Этот раздел описывает некоторые из преимуществ, которые эти пользователи получили от системы.

Приведем ряд примеров того, как эта система автоматизировала и улучшила действия управления использованием спектра для этих администраций:

- Одна администрация обычно обрабатывала 10–20 заявок в неделю и тратила 4–8 недель на обработку и принятие решения по типичной заявке. После внедрения системы и обучения операторов, та же самая организация уже в течение первой недели была способна в полной мере обработать, назначить частоту и одобрить 90 заявок.

* Справочные документы:

WOOLSEY, R. B. [2000] Proc., ITC/USA 2000, Automatic Tools for Telemetry Test Range Spectrum Management. TCI, A Dielectric Company, 47300 Kato Road, Fremont CA 94538-7334.

Системы управления использованием спектра, <http://www.tcibr.com/PDFs/710webs.pdf>.

- В некоторых администрациях, по традиции, службами радиовещания и службами электросвязи занимались различные группы людей, так что эти группы никогда не работали совместно на этапе рассмотрения заявок и принятия решения о выдаче лицензии. Как только система, описанная в этом Приложении, была приобретена, администрация получила объединенную базу данных и объединила процессы присвоения частот для всех пользователей спектра. Они продолжают использовать отдельные группы людей для различных служб, но все группы работают с одной и той же системой, и вся административная и техническая информация хранится централизованно.
- Эти администрации также добавили к системной базе данных функцию обработки, одобрения и выставления счета за выдачу разрешений и лицензий для служб, которые не используют спектр, таких как проводная телефония или дополнительные коммерческие услуги. Традиционно, администрирование этих служб осуществлялось в соответствии с маленькими отдельными программами на базе электронных таблиц. Система позволила поддерживать объединенную базу данных всех своих клиентов и всех их источников дохода.

Другие примеры, которые относятся к определенным темам, рассматриваются далее.

5.2 Обработка заявок

Система предусматривает ввод данных и обработку заявок, так, чтобы администрация могла выполнить функции присвоения частот и выдачи лицензий, описанные в Главе 3 этого Справочника. Большинство пользователей этой системы посчитало удобным распечатывать на бумаге заявки непосредственно из системы. Эти формы затем заполняются претендентами. Данные из этих форм затем легко вводятся в систему.

5.3 Присвоение частоты

Система помогает оператору с функциями присвоения частоты, описанными в Главе 3 этого Справочника. Все администрации, использующие эту систему, нашли чрезвычайно полезным преимущество автоматического поиска по базе данных для других передатчиков, работающих на заявляемой частоте, и помощи, которую система обеспечивает в присвоении частот.

5.4 Экономика спектра

Система включает в себя финансовый пакет и управляет обработкой счетов, что является ключевым элементом экономики спектра, описанной в Главе 6 этого Справочника. Некоторые администрации, использующие эту систему, в течение многих лет не могли обработать счета на продление лицензий до приобретения системы, потому что обработка продления была слишком тяжелой с их бумажными или простыми машинными файловыми системами. Система позволила этим администрациям легко получать доход от продления лицензий.

5.5 Выдача лицензий

Система автоматизирует большинство функций обработки заявок и выдачи лицензий, описанных в Главе 3 этого Справочника. Некоторые администрации, использующие сегодня эту систему, первоначально хранили данные о выданных лицензиях в виде бумажной картотеки, где доступ к ним для запросов и исследований был затруднен. Данные с этих бумажных носителей были введены в систему, и теперь они – часть ее базы данных, легкодоступной для компьютерного анализа и для использования системой при выдаче новых частотных присвоений.

5.6 Исследование методов использования спектра

Система имеет мощные инструментальные средства, призванные помочь операторам проводить работы по исследованию методов использования спектра, описанные в Главе 5 этого Справочника. Администрации, которые используют эту систему, нашли эти инструментальные средства особенно полезными для того, чтобы ответить на вопросы "Что будет, если?" при составлении планов использования частот.

5.7 Радиоконтроль

Интегрированная система выполняет функции радиоконтроля, описанные в Главе 4 этого Справочника. Возможно, самым важным преимуществом полностью интегрированной системы является модуль Автоматического обнаружения нарушения. Интегрированная система может сравнить результаты измерений, полученные от системы радиоконтроля с информацией о выданных лицензиях из базы данных системы управления использованием спектра, и установить частоты, на которых работают передатчики, не внесенные в базу данных выданных лицензий, и обнаружить передатчики, которые работают с нарушением условий, указанных в выданных лицензиях. Некоторые пользователи этой системы в своих заявочных документах указали, что модуль AVD должен быть частью системы управления использованием спектра и радиоконтроля, и нашли его чрезвычайно полезным инструментом, помогающим операторам обнаруживать передатчики, работающие без разрешений или с нарушением установленных условий использования спектра.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

К ГЛАВЕ 7

Программное обеспечение и пример автоматизации управления использованием спектра в Центральной и Восточной Европе

Одиннадцать стран Центральной и Восточной Европы приняли участие в крупном долгосрочном проекте Международной программы, финансируемой Европейским союзом и выполняемом в рамках программы по анализу проблемы и поиску решений по управлению использованием спектра и радиоконтролю. Несмотря на специализированный технический характер темы, большая часть проекта была посвящена исследованию того, как должны развиваться регуляторные учреждения, какими должны быть их задачи, их инструментальные средства и их варианты финансирования. В результате этого должен быть создан некий независимый национальный регуляторный орган (NRA), как орган общественной деятельности в соответствии с практикой в государствах – членах ЕС.

Регуляторная система в области радиосвязи, подобно регуляторной системе во всей области телекоммуникаций, является частью более широкой политической, юридической и деловой среды.



SpecMan-078bis

Независимость регулятора не подразумевает, однако, что государство должно отказаться от влияния на политику развития сектора электросвязи. Она есть и останется политической мерой регуляторной деятельности. Чрезвычайно важно установить ясное и однозначное разделение обязанностей и задач между политическим уровнем (то есть соответствующим министерством) и регуляторным уровнем (т. е. NRA).

С одной стороны, политическая система должна обеспечить законы и парламентское управление для работы регулятора. С другой стороны, функциональная независимость ежедневной работы NRA, если она организована должным образом, – может обеспечить реализацию принципов демократии и хорошего управления.

Финансовая независимость – один из эффективных путей для достижения независимости функционирования NRA. Необходимый доход для работы Национального регуляторного органа может быть получен из платы и за пользование спектра и иных сборов. Развитие современных регуляторных администраций в странах Центральной и Восточной Европы зависит от ряда факторов, которые в разных странах различны. Хотя процесс модернизации начался по всему региону, к 1998 г. прогресс все еще сильно отличался в конкретных странах.

Проект был сфокусирован на пяти ключевых вопросах, которые должны были быть решены в ходе создания национальных регуляторных органов, которые в порядке приоритетности были изложены следующим образом:

- создание законодательной базы;
- формирование структуры;
- решение вопросов финансирования;
- подготовка кадров;
- приобретение необходимых технологических инструментальных средств.

Путь, по которому каждая участвующая страна решает эти вопросы, определяет ее подход к модернизации. Проект SMFM (Управление использованием спектра и радиоконтроль) попытался исследовать эти подходы.

Главные общие выводы в разных странах указывают, что:

- профессиональный регуляторный штат, в целом, хорошо знает новые цели;
- процесс изменения регуляторного режима рискует потеряться среди других процессов изменения;
- взаимодействие различных секторов в пределах национальных администраций может быть улучшено. Взаимодействие регуляторного органа и министерства финансов, возможно, нуждается в укреплении;
- потенциальный (и текущий) размер собранных плат и сборов в большинстве стран Центральной и Восточной Европы кажется достаточным, чтобы покрыть регуляторные расходы (обеспечить правильное распределение средств и соответствующие трансфертные процедуры).

Результаты обзора подтверждают выполнимость задачи создания регулятора как материально независимого органа, с реальной возможностью получения дохода (то есть чистого дохода для государства). В то время как основное внимание сосредоточено на соответствующих правах и обязательствах министерств, регуляторов и операторов электросвязи, во многих случаях плохо разработана система, посредством которой регулятор может финансировать свои текущие затраты и инвестиции.

Сформированные проекты планов показывают, что процесс модернизации может быть завершен в различных странах между 2000 и 2006 годами. В этих планах первой задачей, согласно приоритетности, было выполнение между странами стандартного интерфейса для управления использованием спектра (Р-интерфейс), позволяющего осуществлять обмен административной информацией для приграничного сотрудничества, Р-интерфейс сегодня работает.

Р-интерфейс: стандартный интерфейс для управления использованием спектра

Несмотря на различные национальные подходы к управлению использованием спектра, освещенные ранее, существуют практические области, где приграничное сотрудничество возможно и выгодно. Способность обмениваться данными радиосвязи и программным обеспечением управления использованием частот – одна из таких областей. Описанный здесь общий инструмент, созданный в рамках Международного проекта ФАРЕ, рассматривает стандартный интерфейс (Р-интерфейс) как общий инструмент для обмена данными и программным обеспечением между национальными системами управления использованием спектра. Р-интерфейс – это вклад в решение более широкой задачи содействия развитию радиослужб и уменьшения риска возникновения вредных радиопомех.

Программное обеспечение Р-интерфейса соответствует виртуальному серверу базы данных, который обеспечивает клиентам прозрачный доступ к набору основных баз данных. 11 стран в Центральной и Восточной Европе – участники этого 12-месячного проекта, планируют реализовать Р-интерфейс такого уровня, чтобы иметь возможность обмениваться друг с другом данными и программным обеспечением. Одним из главных преимуществ Р-интерфейса является получение различными администрациями возможности использовать для расчетов совместимости одну и ту же программу. Программное обеспечение расчетов совместимости, разработанное для одной администрации, подходит для всех других администраций. Другими словами, администрация может применить свое собственное программное обеспечение совместимости к данным, полученным от иностранной администрации, а также использовать в собственной среде программу расчета совместимости, полученную от иностранной администрации. Один из примеров этого общего программного обеспечения совместимости – согласованный метод вычисления (НСМ).

Р-интерфейс является уникальным прикладным программным интерфейсом, позволяющим сертифицировать программное обеспечение расчетов совместимости. Таким образом, бремя разработки программного обеспечения может быть разделено среди участвующих администраций. Компьютерная помощь гарантирует, что представленные для обмена данные о радиосвязи полны и последовательны. Прямой обмен данными между администрациями сокращает процесс координации и, в конечном итоге, содействует развитию радиослужб и уменьшает риск появления помех.

Внедренная технология базируется на концепции клиент/сервер, где через сервер можно получить доступ к соответствующим данным в национальных системах управления использованием спектра. Через стандартный интерфейс доступа к серверу данные воспринимаются как помещенные в контейнер с прозрачным средством доступа. Поэтому для приложения клиента и внутренняя структура данных и способы хранения данных становятся несущественными и невидимыми.

Принципы Р-интерфейса предлагают согласованный подход для следующих задач:

Использование уникального словаря данных

Одна из главных проблем при обмене данными – уникальная идентификация элементов данных. Элементы данных, используемые Р-интерфейсом, определены исследовательскими комиссиями радиосвязи МСЭ. Каждая администрация имеет возможность правильно и ясно идентифицировать информацию, связанную с управлением использованием спектра.

Определение общей структуры базы данных радиосвязи

Каждый элемент данных распределен как атрибут записи управляемой Р-интерфейсом базы данных радиосвязи. Структура базы данных объединяет последние результаты работы исследовательских комиссий МСЭ и может быть адаптирована так, чтобы учесть требования по расчету совместимости.

Инкапсуляция местной базы данных

Р-интерфейс инкапсулирует базу данных пользователя так, что клиент видит "Стандартную Р-базу данных", которая содержит соответствующую информацию для координации частот и вычислений совместимости; Р-интерфейс может инкапсулировать множество контейнеров данных в одном сеансе базы данных. При этом сохраняются все наследственные связи.

Использование общего картографического сервера

Страны, участвующие в проекте, пользуются различными системами координат. Для того, чтобы избежать возможных проблем, Р-интерфейс реализует общий интерфейс доступа к цифровым картам территории. В качестве опорной системы координат Р-интерфейс поддерживает Мировую геодезическую систему 1984 год (WGS84). Р-интерфейс предлагает возможность преобразования данных из местной системы координат в WGS84 и наоборот.

Поддержка обмена данными

В предложенных концепциях обмен данными превращается в простую пересылку контейнера в адрес иностранной администрации. Транспортировка контейнера осуществляется по сети интернет. Обычный сценарий – отправка данных в транспортном контейнере. Контейнер связан с базой данных пользователя. На клиентской стороне Р-интерфейса, не важно, взят ли конкретный элемент данных из транспортного контейнера или из одного из местных контейнеров.

В заключение следует сказать, что проблемы, которые решает этот проект, были осложнены наличием различных сред, уже существующих среди стран – участниц проекта. Проект был призван решать такие мультидисциплинарные задачи, как управление использованием радиочастот, новейшие методы вычислений, равноправный доступ к базе данных и архитектуры компьютерной системы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

К ГЛАВЕ 7

Национальное управление использованием спектра в Турции

Введение

В результате роста спроса на спектр многие страны сталкиваются с необходимостью более строгого определения инструкций, регулирующих использование частот. Требуется контролировать работу лицензированных операторов беспроводных систем связи на предмет того, чтобы их сети работали без отклонений от назначенных им длин волн, и для выявления пиратских телевизионных или радиостанций.

Правительство Турции сделало решительный шаг, чтобы удостовериться в том, имеется ли достаточное количество свободных частот для удовлетворения растущего спроса. Органы управления в области электросвязи в Турции разработали многопозиционную Национальную систему радиоконтроля, которая выполняет следующие функции:

- радиоконтроль;
- измерение занятости спектра;
- измерение параметров передатчиков теле- и радиовещания;
- поиск незаконных пользователей спектра;
- определение и отображение зоны обслуживания радиостанций;
- анализ помех;
- определение местонахождения незаконных станций;
- сбор статистики для общего управления использованием частот.

Главный элемент этой системы – национальная система управления использованием спектра (NFMS), которая включает в себя два ключевых программных компонента, объединяющих самые последние разработки по управлению использованием спектра, моделированию распространения радиоволн и методы просмотра геопространственных данных. Турецкий орган управления в области электросвязи, который подобен американской Федеральной комиссии по связи, подписал контракт на поставку и использование системы NFMS с Центром исследований в области связи и управлению использованием спектра (ISYAM) Университета Bilkent в Анкаре, учитывая его опыт в изучении и разработке методов использования спектра для решения задач электросвязи, в частности, по составлению частотных планов, присвоению частот и их использованию.

Национальная система радиоконтроля (NMS) включает в себя Национальный центр управления (NCC) в Анкаре и семь Региональных центров радиоконтроля (RMC), расположенных в различных городах Турции. В системе имеются фиксированные и подвижные станции радиоконтроля, а так же подвижные системы измерения параметров радиовещательных сигналов и транспортные средства подвижного радиоконтроля, оборудованные пеленгаторами и приборами радиоконтроля, подобными тем, что есть в фиксированных станциях. Система радиоконтроля – это то, что позволяет органу управления контролировать использование частот, анализировать помехи, создаваемые различными станциями, проверять соответствие параметров радиостанции выданной лицензии и определять местонахождение незаконного источника сигнала. NFMS охватывает частотный диапазон от 10 кГц до 40 ГГц, в то время как система радиоконтроля охватывает частоты от 10 кГц до 2,5 ГГц.

Контракт на проект был подписан в мае 1998 года. Сначала была разработка подробной спецификации, определение требований и анализ, а затем был создан системный проект, в результате чего появилась первая версия NFMS, которая была сначала помещена в службу NCC и RMC Анкары. В течение следующего года в результате работ по отзывам административной группы органа управления и NFMS пользователей, система расширилась, и превратилась в полностью настроенную систему. В это же время все существующие данные органа управления были переведены в электронную форму и помещены в базу данных новой системы.

Краткое описание системы

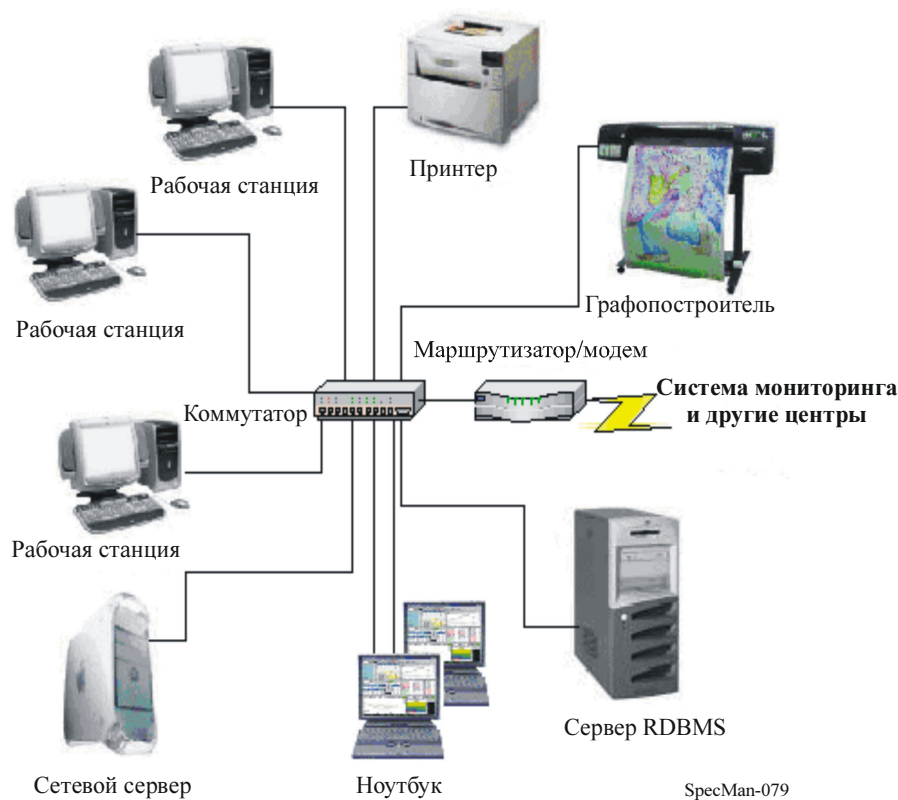
Архитектура системы

NFMS и его компоненты имеют трехуровневую модульную структуру:

- *физический уровень*, составленный из компьютерных аппаратных средств и сетевых средств связи поддерживает функционирование инфраструктуры и прикладных систем;
- *уровень поддержки инфраструктуры*, состоящий из операционной системы, базы данных, системы управления базой данных и программных инструментальных средств, предназначен для поддержки функционирования прикладных систем;
- *прикладной системный уровень*, составленный из специального прикладного программного обеспечения и местных баз данных, предназначен для поддержки определенных действий и соответствующих вычислений.

Система NFMS разработана в соответствии со Справочником МСЭ-R по автоматизированным методам радиоконтроля с дальнейшим расширением возможностей, что позволяет ей действовать в рамках межрегиональных функциональных центров. Она имеет архитектуру клиент-сервер, которая реализуется на пользовательских рабочих станциях, связанных по ЛВС в функциональном центре. Все административные и эксплуатационные данные хранятся на местном сервере управления базы данных, который также связан с ЛВС. Каждый функциональный центр может быть связан по WAN с другими действующими функциональными центрами, формируя распределенное управление, но объединяя среду функционирования. Система NFMS может использовать любые компьютерные ресурсы, имеющиеся в этой инфраструктуре. Данные по каждому серверу базы данных копируются в других функциональных центрах, чтобы обеспечить полноту и последовательность данных. На рисунке 7.9 показана системная архитектура для варианта многофункционального центра.

РИСУНОК 7-9
Архитектура многофункционального центра



Для того чтобы предотвратить доступ к NFMS несанкционированных пользователей и манипуляцию данными, система имеет четыре уровня защиты: уровень операционной системы, уровень рабочей станции клиента, уровень базы данных и прикладной уровень. В дополнение к этим уровням защиты система позволяет последовательное выполнение функций защиты в трех формах: регистрацию в журнале испытаний, выполняемую системой RDBMS, с фиксацией времени внесения записи, проверку попыток входа в систему и регистрацию записи и удаления файлов, обеспеченную на прикладном уровне.

В зависимости от административной политики органа управления эта архитектура может превратиться в централизованную систему, с единственной центральной базой данных, а клиенты в удаленных функциональных центрах могут обращаться к данным этой центральной базы и управлять ими.

Методология проектирования и внедрения: ключи к успеху

Во время разработки программного обеспечения NFMS соблюдался процесс, определенный IEEE J-STD Стандартом разработки программного обеспечения, а был представлен и зарегистрирован на возможность сертификации проект согласно стандарту ИСО 9001:1994.

Стандартизация в разработке и документации проекта, а также в управлении конфигурацией проекта позволили успешно применить принципы разработки программного обеспечения к процессам жизненного цикла программного обеспечения, и, следовательно, не дали возможности упустить какую-либо деталь и в проекте и в стадиях его выполнения, что дало желаемую надежность и качество программного обеспечения.

Имеющиеся в распоряжении разработчиков инструментальные средства использовались для анализа и проектирования системы так, чтобы модификации и переработка системных компонентов могли быть, при необходимости, легко проведены. Программа NFMS была разработана и внедрена как независимая от выбранной системы управления базы данных. Ее архитектура открытой системы допускает дополнение новых модулей и интеграцию с другими системами управления использованием спектра. При разработке для получения высокого уровня выполнения действий использовались инструментальные средства программирования, специально предназначенные для действий с базами данных.

Все это, вместе с превосходным руководством проектом и координацией с органом власти в области электросвязи, позволили получить высокоэффективную вовремя завершенную систему, отвечающую техническим спецификациям.

Прикладное программное обеспечение

Два важных компонента в NFMS – его *Система разработки методов использования спектра и поддержки радиоконтроля (BilSpect)* и *Автоматизированная система управления (MIS)*, которые работают интегрировано, совместно используя данные. Эти системы обеспечивают графические интерфейсы с усовершенствованными особенностями, такими как проверка правильности данных, интерактивная помощь и просмотр данных, что и требуется от высокотехнологичного прикладного программного обеспечения.

BilSpect

Система разработки методов использования спектра и Поддержки радиоконтроля (BilSpect) была разработана как объединение двух больших компонентов, а именно Системы поддержки радиоконтроля (MSS) и Система разработки методов использования спектра (SES).

Система поддержки радиоконтроля (MSS)

Система поддержки радиоконтроля допускает автоматизацию и интеграцию Национальной системы радиоконтроля с Национальной системой управления использованием спектра, как описано в Рекомендации МСЭ-R SM.1537. MSS автоматически управляет измерениями, выполняемыми на различных станциях радиоконтроля и отображает собранные в ходе радиоконтроля данные измерений в табличной форме или графически.

Используя MSS, оператор в Региональном центре радиоконтроля может автоматически выполнять следующие измерения: занятости спектра, обнаружения несанкционированных станций или проверку соответствия параметров радиостанции выданной лицензии, согласно еженедельному графику работ для каждой удаленной станции радиоконтроля. Станции радиоконтроля получают измерительные задачи через базу данных, а после выполнения определенных измерений передают результаты в Центр радиоконтроля для статистического анализа или графического отображения. MSS имеет функцию автоматического обнаружения нарушения, и выдает сигнал тревоги при обнаружении в эфире несанкционированных сигналов, а также функцию поиска сигналов, параметры которых отклоняются от разрешенных.

Например, результаты измерения занятости спектра могут быть оценены тремя различными способами - в виде таблиц занятости полосы частот, занятости отдельной частоты или времени максимальной нагрузки. Диаграмма занятия полосы частот показывает частоты по оси x и значения занятия частоты (в %) по оси y. Диаграмма занятости отдельной частоты показывает значение занятости (в %) частоты по оси y в зависимости от времени по оси x. Таблица времени максимальной нагрузки вычисляет среднее значение занятости для данной частоты за один час, начиная с каждой четверти часа, и показывает час, где занятость наиболее высока в пределах 24-часового временного интервала. Если значения занятости частоты доступны в течение периода больше, чем 24 часа, то таблица показывает период максимальной нагрузки отдельно для каждого дня.

В тех случаях, когда подозревается незаконное использование частоты, три радиопеленгаторные (DF) станции ведут на этой частоте, измерения используя соответствующие антенны. Если все три станции могут идентифицировать направление источника рассматриваемого сигнала, то с помощью простого метода треугольника можно найти возможное местоположение цели, которое также отображается на карте вместе с радиопеленгаторными станциями и их положениями.

Система разработки методов использования спектра (SES)

Система разработки методов использования спектра включает в себя различные программные модули, помогающие операторам, создающим методы использования спектра, необходимые для автоматизированного управления использованием частот как описано в Рекомендации МСЭ-R SM.1370. Эти модули используются для анализа распространения радиоволн, анализа помех, анализа состояния канала, присвоения частоты и планирования, проведения расчетов для международной координации, работы с базой данных и создания отчетов. Система разработки методов использования спектра объединена с программным обеспечением Географической информационной системы (GIS), что позволяет отобразить результаты анализа на экране на фоне карты, выбираемым пользователем, используя любой тип раstra или векторных геопространственных данных. Система имеет следующие функциональные возможности:

- Прогнозирует распространение радиоволн, используя цифровые данные о топографии местности и модели распространения радиоволн, рекомендованные МСЭ.
- Вычисляет зоны действия станции, отображая их на цифровых картах.
- Анализирует состояние СВЧ каналов и вычисляет готовность канала, используя метод, описанный в Рекомендации МСЭ-R P.530.
- В службах наземного цифрового радиовещания и телевидения (T-DAB и DVB-T) вычисляет уровни полезных сигналов и помех, сетевое усиление и вероятность зоны охвата для одночастотной сети.
- Анализирует помехи внутри радиослужбы аналогового радио/телевидения и подвижной наземной связи.
- Анализирует помехи между службой аналогового телевидения и службами T-DAB или DVB-T.
- Рассчитывает совместимость между службой звукового радиовещания в полосе приблизительно 87–108 МГц и воздушными службами в полосе 108–137 МГц согласно Рекомендации МСЭ-R SM.1009.
- Анализирует интермодуляционные помехи и десенсбилизацию (блокирование).
- Формирует планы распределения частот для службы аналогового радио и телевидения.

- Автоматически вычисляет возможные частотные присвоения для сетей сухопутной подвижной связи, работающих в полосе ВЧ (2–30 МГц), используя программу ICERAS, разработанную американским Национальным управлением электросвязи и информации (NTIA).
- Находит и показывает на карте пограничной области станции, которые потенциально требуют международной координации.
- Сохраняет записи базы данных о действиях по координации с соседними странами.
- Генерирует формы нотификации МСЭ для частотных присвоений, требующих международной координации, в бумажном или электронном формате, завершает действия со всеми данными перед их передачей в МСЭ.
- Вычисляет координационные расстояния для радиостанций, работающих в полосах НЧ/СЧ, используя метод, описанный в Заключительных актах регионального соглашения, Женева, 1975 год.
- Вычисляет контуры координационных зон для земных станций геостационарных спутниковых сетей согласно Регламенту радиосвязи МСЭ и определяет наземные радиостанции, действующие в этой зоне и совместно использующих ту же самую полосу частот.
- Содержит национальную и международные (то есть региональную и глобальную) таблицы распределения частоты, обновляет их и осуществляет поиск по ним.
- Выполняет действия в базе данных в виде представления, модификации, запроса и сообщения о записях частотных присвоений.

Система разработки методов использования спектра содержит полезные инструментальные средства анализа, помогающие операторам в процессе присвоения частоты. Система имеет следующие особенности:

- Как только анализ распространения сигнала передатчика выполнен, на карте может быть отмечено любое число определяемых пользователем контуров напряженности поля.
- Используя базу данных переписи населения можно составить список всех административных объектов (области, районы и деревни) и их населения, а так же всего населения, постоянно находящегося в данном контуре напряженности поля.
- Может быть отображен профиль сигнала, показывающий уровень сигнала (напряженность электромагнитного поля или полученная мощность) в зависимости от расстояния от передатчика в любом направлении, а также профиль трассы.
- Может быть выполнен анализ потенциального воздействия помех между существующими и новыми станциями, учитывая, что каждая станция, вовлеченная в анализ, может быть исследована и как источник, и как жертва воздействия помех.
- В результате анализа помех, используя межканальные и смежные отношения защиты канала, может быть рассчитана и отображена на карте зона действия без воздействия помех для каждой станции, как показано на рисунке 7.10.
- Для предложенной станции может быть автоматически определена возможная частота, на которой нет будет помех, если такая частота доступна.
- Для ОВЧ/СВЧ служб сухопутной подвижной связи рассчитывается зона обслуживания базовой станции и диапазон подвижной двусторонней связи, и область, в которой обеспечивается двусторонняя связь, может быть отображена на карте.

- обработка жалоб на помехи;
- обработка задач безопасности;
- присвоение частоты.

Обязательной политикой проекта должно быть создание системы, которая удовлетворяла бы будущим требованиям, а так же и текущим требованиям органа власти. Учитывая это, вышеупомянутые функции были разделены на группы в соответствии с решаемыми ими прикладными задачами, предъявляемыми к ним прикладными требованиями, и, следовательно, был получен простой модульный принцип организации подсистем.

Приложения для лицензии меняются в зависимости от типа радиостанций. Для этой цели были разработаны и внедрены две подсистемы, а именно *модуль Управления процессами выдачи лицензии радиостанциям* и *модуль Управления процессами выдачи лицензии любительским радиостанциям*. Дополнительно была разработана отдельная подсистема – *модуль Управления сертификацией станций гражданского диапазона*, с целью регистрации станций и выдачи лицензий для гражданских полос частот.

Некоторые органы власти также выдают различные разрешения для фиксированных, подвижных радиостанций и любительских радиостанций, проводя экзамены для кандидатов. Для решения этих задач были разработаны *модули Управления процессами выдачи удостоверения операторам* и *Управления процессами выдачи удостоверения радиолюбителям*. Для того, чтобы работать с иностранными любительскими радиодиапазонами, выпущенными для временного (на ограниченный срок) использования в пределах страны, был разработан *модуль Управления процессами выдачи удостоверения иностранным радиолюбителям*.

Каждый упомянутый выше модуль имеет свои собственные функции обработки заявления, выдачи лицензии, оплаты, сообщения и безопасности.

Модуль Управления процессами обработки жалоб на помехи был разработан как отдельная подсистема, но объединен с другими системами по обработке жалоб на помехи, данных об источниках помех и данных о разрешении помеховых ситуаций.

Модуль Управления стандартами оборудования и процессами получения лицензий на использование реализует выполнение другой основной задачи управления использованием спектра. Он регистрирует заявки на испытание оборудования, результаты испытаний оборудования, с целью регистрации и регулирования применения оборудования, разрешенного к использованию органом власти в форме, соответствующей нормам и рекомендациям МСЭ. Кроме того, этот модуль используется для регистрации, обработки и подготовки лицензий на ввоз по импорту/продажу/производство радиооборудования, выдачи лицензий на ввоз по импорту/производство радиооборудования и их конечных вариантов, регистрации продавцов и продаваемого ими оборудования, и для записи и подготовки удостоверений о соответствии оборудования.

Для управления верхнего уровня оплат, пени и штрафов, был разработан *модуль Управления оплатой* с расширенными возможностями. Управление оплатой фактически должно обрабатывать данные об оплате работ по выдаче лицензий радиостанциям и другим платежам и иметь возможность оценить для MIS текущее финансовое состояние.

Что касается обработки заявок на присвоение частоты, модуль *Управления выдачей лицензий радиостанциям* взаимодействует с *Системой разработки методов использования спектра (SES)*, выполняя требуемые шаги процесса выдачи лицензии, начиная с получения заявки на выдачу лицензии, осмотра месторасположения, присвоения частоты и, наконец, заканчивая выдачей лицензии.

Периодически или в заранее определенные даты все радиостанции инспектируются ответственным персоналом органа власти, контролирующим систему и соответствие параметров оборудования установленным требованиям и функциональным возможностям. Эти посещения, результаты контроля и даже контрольная оплата, если такая предусмотрена, могут быть зарегистрированы и проконтролированы модулем *Система управления контролем*. С помощью этого модуля пользователь может узнать все подробности о выдаче лицензий, присвоенных частотах, параметрах станции и задолженностях.

В большинстве случаев, органы власти находят полезным, с юридической точки зрения, контролировать состояние оплаты счетов за выдачу лицензий, оплаты пеней и штрафов. *Модуль управления судебного преследования* – это подсистема, созданная специально для этой цели, работающая совместно с другими подсистемами MIS.

Поддержка управления MIS – еще одна уникальная подсистема, которая дает возможность менеджеру MIS создавать в пределах определенной организационной структуры профили пользователей, назначать имена пользователя и пароли, определять для пользователя права доступа и права манипуляции данными в пределах от запрета на использование определенной подсистемы до ограничения некоторых функций, как то: просмотр записи, удаление записи и получения распечатки сообщений. Таким образом, менеджер может управлять защитой системы и использовать интерфейсы радиоконтроля, которые позволяют сохранить жизненно важные данные от воздействия со стороны пользователей, например, от стирания записей и несанкционированных попыток доступа.

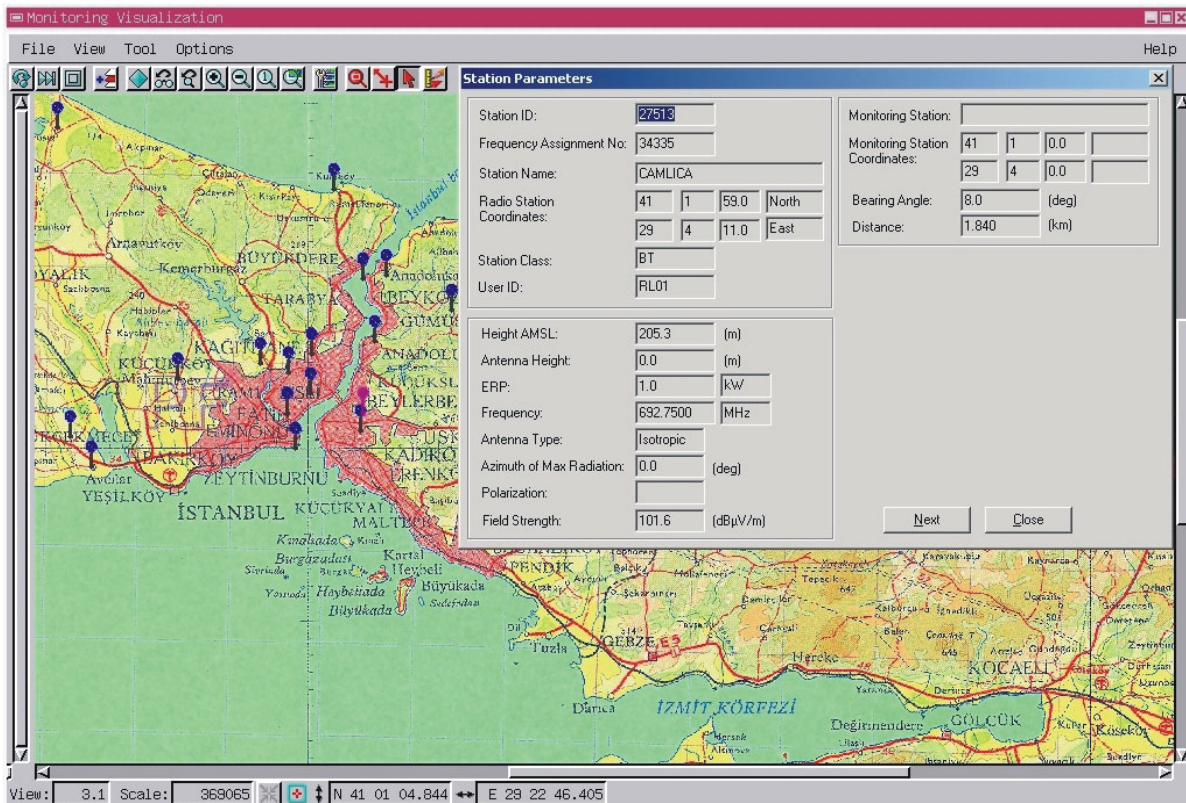
В целом, в состав NFMS-MIS входят следующие подсистемы (модули):

- Управление процессами выдачи лицензий радиостанциям;
- Управление процессами выдачи лицензий любительским радиостанциям;
- Управление процессами выдачи удостоверения радиолюбителям;
- Управление процессами выдачи удостоверения операторам;
- Управление процессами выдачи удостоверения иностранным радиолюбителям;
- Управления процессами сертификации станций гражданского и служебного диапазона;
- Управление оплатой;
- Управление процессами обработки жалоб на помехи;
- Управление судебного преследования;
- Управления стандартами оборудования и получение лицензий на использование;
- Системы управления контролем;
- Поддержка управления MIS.

Система MIS была также объединена с *Системой разработки методов использования спектра* и *Системой поддержки радиоконтроля*. Используя функции поиска по базе данных и Географическую информационную систему (GIS) с соответствующим программным обеспечением, пользователи могут найти записи в базе данных о частоте излучения, типе или местоположении станции и отобразить результаты на карте. Например, если пользователь хочет видеть, какие радиостанции работают в данном диапазоне частот в определенной географической области Турции, программное обеспечение обращается к базе данных выдачи лицензий, находит станции, удовлетворяющие заданным критериям, и отображает их на карте с определяемыми пользователем символами. Указывая и нажимая на символ радиостанции на карте, пользователь получает доступ к файлу станции и его содержание отображается в текстовом поле на экране, как показано на рисунке 7.11.

РИСУНОК 7.11

Результаты запроса из базы данных, отображенные на карте



SpecMan-0711

NFMS в числе

В настоящее время существует несколько миллионов файлов, содержащих характеристики всех радиостанций и оборудования, используемого в Турции. Радиостанции самых разных радиослужб (например, радиовещательной, сухопутной подвижной, воздушной и т. д.), радиорелейные линии, базовые станции сотовой связи, системы безопасности аэропортов – все имеют лицензии, и сведения о них включены в базу данных. Очевидно, главная цель состоит в том, чтобы создать базу данных, в которой данные вводились бы только один раз. Она должна определить для органа власти стандартные формы, используемые при выдаче лицензий. Как только правильная информация введена, база данных должна автоматически модифицировать себя и отклонить данные, если они уже имелись в других файлах.

Первоначально, орган власти хранил данные в самом разном виде – от бумажных документов и таблиц MS Excel до небольших баз данных, но большая часть электронных данных была устаревшей и требовала корректировки. Во время разработки базы данных проекта NFMS существующие электронные данные были автоматически перемещены в новую базу данных, используя программы перемещения, разработанные ISYAM. В этом процессе для существующих данных были проведены синтаксические и семантические проверки и были применены методы дискриминации данных, с тем чтобы получить в результате последовательную и правильную базу данных.

NFMS имеет полностью законченную и последовательную реляционную базу данных, имеющую распределенную архитектуру, оперативно связывающую 7 функциональных центров, а именно *Региональные центры радиоконтроля* и *Национальный центр управления*. Данные для этих центров копируются ежедневно.

В настоящее время в NFMS базе данных существует 365 таблиц. Необходимо отметить, что число регистраций для любой области функционирования в этой таблице указывает общее количество всех регистраций, связанных с этой областью функционирования. Например, хотя общее количество регистраций во всех таблицах, используемых для "присвоения частоты и управления" составляет 553 624, по всей территории Турции имеется только 119 228 частотных присвоений для санкционированных станций. Число регистраций увеличивается до нескольких миллионов в функциональной базе данных Управления станциями радиоконтроля в зависимости от типа и числа задач измерений, присвоенных для станций радиоконтроля.

Подготовка к будущему

Технологии меняются настолько быстро, что некоторые возможности перепроектируются уже после того, как система была построена. Одно усовершенствование, которое рассматривается для системы управления использованием спектра – это использование данных о высотах застройки с высоким разрешением и методов расчета траектории луча для более точного анализа распространения сигнала в городских условиях. Участники проекта полагают, что система NFMS в течение последующих лет будет иметь большие преимущества.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

К ГЛАВЕ 7

Обновление предыдущих систем для управления использованием спектра

1 Краткий обзор

1.1 Введение

Это Приложение фокусирует внимание на обновлении старых и разработке новых программных систем в области управления использованием спектра. Особо мы описываем здесь процесс разработки программы Telcordia, целью которой было создание расширенной системы управления использованием спектра¹⁷ (FMS) для одного из ее клиентов. Изучение модернизации и обновления предыдущих систем управления использованием спектра особенно интересно, потому что это вовлекает уникальную комбинацию технической, административной, финансовой и пространственной обработки данных, числовых алгоритмов, научной визуализации, формирования отчета и расширенного пользовательского интерфейса. Развитие FMS требовало интеграции и модернизации различных, более ранних, несовместимых систем и баз данных во всестороннюю, унифицированную и интегрированную систему управления использованием спектра.

2 Постановка задачи

Клиент запросил обзор деятельности их отдела управления использованием частот и разработку современной объединенной Расширенной системы управления использованием частот (FMS), которая удовлетворяла бы определенным требованиям и положениям Рекомендации МСЭ-R SM.1370 "Рекомендации по разработке расширенных автоматизированных систем управления использованием спектра (ASMS)".

Как правило, система управления использованием спектра выполняет функции следующих общих категорий:

- административные функции, такие как сохранение записи, обработка запросов, создание отчетов и т. д.;
- проектные исследования, такие как анализ моделей распространения радиоволн, анализ воздействия помех, анализ канала, анализ зоны обслуживания и т. д.;
- поддержку географических карт, что облегчает планирование спектра и разрешение конфликтов в помеховых ситуациях;
- финансовые функции, такие как обработка оплаты, бухгалтерский учет и составление счетов.

¹⁷ В этом документе термин "система управления использованием спектра" относится к общей системе, которая автоматизирует задачи управления использованием спектра. Термин "расширенная система управления использованием частот" относится к специфической системе, разработанной и описанной в этом Приложении.

Каждая из этих общих категорий включает в себя многочисленные функции, направленные на решение различных задач.

Клиент осуществлял управление использованием частот, применяя разнообразные автономные базы данных и небольшой набор технических инструментальных средств. Множество функций выполнялось вручную. Эта FMS была разработана, чтобы объединить базу данных, функции инжиниринга, финансовые функции, GIS и формирование отчетов в простом приложении клиент-сервер. Система должна была быть гибкой, модульной, и базироваться на проверенной технологии поддержки базы данных.

Для того чтобы помочь клиенту управлять переходом к новой унифицированной и интегрированной системе были выполнены следующие задачи, чтобы:

- анализ действий клиента;
- разработка вместе с клиентом требований к FMS;
- разработка FMS;
- развертывание FMS на местности;
- действия FMS и обучение клиента перед передачей ему программного обеспечения FMS.

3 Существующая ситуация

Ситуацию, которая существовала перед введением FMS, характеризовали разнородное программное обеспечение и среда данных. Следующие параграфы дают краткое описание среды.

3.1 Разнородная программная среда

Предыдущие системы программного обеспечения включали системы, созданные клиентом и полученные из других источников. Список предыдущих систем включал следующие.

- MRSELS-II

Система инжиниринга и выдачи лицензий для радиорелейных линий и спутниковых систем II (MRSELS-II) позволяла выполнять анализ загрузки спектра и реализовывать функции выдачи лицензий для фиксированных наземных и спутниковых систем радиосвязи в диапазоне 2–40 ГГц. По существу, это была большая системная база данных, которая велась в Центре.

- WARE

Рабочая станция для расширенного радиоинжиниринга (WARE) обеспечила инструментальные средства для радиоинжиниринга, анализа спектра и решения задач по использованию спектра в диапазоне 150 МГц – 2 ГГц. Основные технические возможности WARE позволяли применять ее для любых основных систем радиосвязи точка-многоточие, включая PCS, BETRS, подвижную и сотовую связи и т. д. WARE была написана на языке С.

– Рабочая станция ARC

Расширенная система радиokoординации (ARC) обеспечила инструментальные средства для радиоинжиниринга в СВЧ диапазоне и решения задач для использования спектра в диапазоне 2–40 ГГц. ARC была написана на языке C.

– RANEBO

Система управления использованием спектра Telcordia для координации частот между службами радиовещания и проводной связи. Ranebo включала в себя несколько моделей распространения радиоволн и воздействия помех, написанных на Фортране.

– Различные программы на Фортране от американского правительства. Они включали MSAM и REC533 для ВЧ распространения.

– Совокупность программ на Фортране и C от МСЭ-R.

– Программы на Фортране, предоставленные клиентом, включая программы для координации спутниковых сетей.

3.2 Разнородная среда данных

Данные, используемые для управления использованием спектра, имели несколько источников происхождения

– *Базы данных клиента:* главным источником данных была совокупность нормализованных баз данных клиента. Для различных служб использовались различные базы данных.

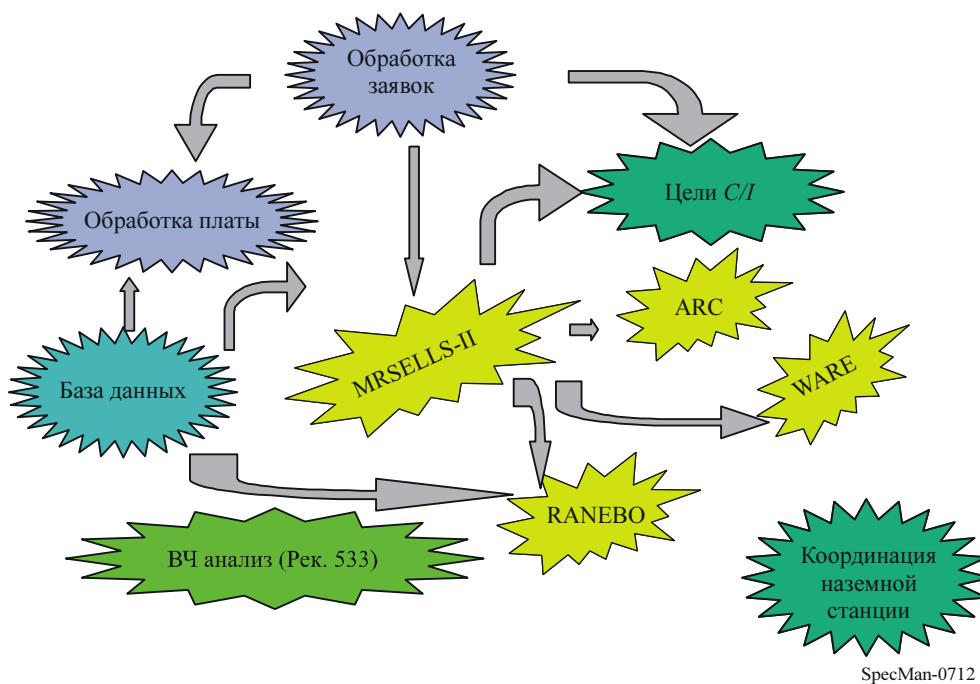
– *Базы данных МСЭ-R:* данные, имеющие отношение к распределению спектра, служебным определениям и т. д. были взяты из Регламента радиосвязи МСЭ-R, Международного списка частот МСЭ-R (IFL) и других источников МСЭ-R.

– *Данные GIS:* данные GIS, включая несколько уровней, таких как дороги, политические границы и населенные центры, были получены в формате ESRI®.

Все системы и данные были независимы одна от другой, и, если должны были использоваться все системы, то требовались значительные ручные корректировки. Также, поскольку эти системы базировались на различных платформах, поэтому для системного обслуживания были необходимы разнообразные специальные знания.

РИСУНОК 7.12

Иллюстрация разнородной среды для управления использованием спектра



4 Навстречу современной унифицированной и интегрированной системе

Клиент хотел получить современную систему, объединяющую максимально возможное число компонентов и различных баз данных.

На рисунке 7.13 показана идеальная унифицированная и интегрированная система управления использованием спектра. Система унифицирована, потому что данные для всех служб и всех функций постоянно находятся в отдельной базе данных. Система интегрирована, потому что передача данных от базы данных к различным процедурам и между различными процессами выполняется автоматически. Система представляет собой последовательный интерфейс пользователя для всех служб.

РИСУНОК 7.13

Иллюстрация унифицированной и интегрированной расширенной системы управления использованием спектра



SpecMan-0713

Преимущества унифицированной и интегрированной системы:

- *Уменьшение требований по обслуживанию:* Поддержка единственной базы данных является менее дорогостоящим делом, чем поддержание нескольких.
- *Увеличение эффективности:* интегрированная система выполняет все задачи управления использованием спектра. Вместо того чтобы вводить данные много раз, чтобы выполнить различные задачи, данные вводятся однажды и автоматически заполняют все требуемые поля для каждой задачи.
- *Уменьшение пользовательских ошибок:* Автоматизированная интегрированная система может обеспечить автоматизированную проверку и анализ представленных данных.
- *Однородный интерфейс и кодирование:* Технические методы современного объектно-ориентированного программного обеспечения облегчают создание однородного и последовательного интерфейса пользователя. Общие для всех функций задачи ведут себя тождественно.
- *Модернизация:* дополнительное преимущество интеграции, оно состоит в том, что имеется возможность модернизации и улучшения существующих функций.

Основной недостаток плотной интеграции – высокая стоимость и сложность интеграции программного обеспечения и перемещения данных. Таким образом, выгоды от интеграции и замены существующей системы должны быть оценены по сравнению с трудностями и расходами на их реализацию. Также желательно достигнуть высокой степени повторного использования программного обеспечения, особенно, для вычислительных функций, которые доказали свою надежность обширной историей использования.

Недостаток унифицированной системы состоит в том, что в единой базе данных должны быть объединены несоизмеримые данные. Для этого требуется, чтобы в процессе моделирования был определен проект базы данных, которая позволит разместить существующие структуры данных.

Хотя решения бороться за интеграцию и унификацию взаимосвязаны, они все же остаются отдельными. Интеграция – в значительной степени вопрос программирования, в то время как унификация вовлекает также моделирование данных и методы управления. В системах управления использованием спектра обычно присутствует достаточная общность элементов данных для различных служб и функций, так же как процедуры управления использованием спектра для различных служб довольно похожи друг на друга. В результате, унификация выполнима и может закончиться существенным усовершенствованием действий отдела.

4.1 Выбор платформы

Выбор платформы и архитектуры является ключевым для достижения надежной интегрированной системы управления использованием спектра. Компания выбрала следующие элементы платформы:

- В качестве системы управления реляционной базой данных (RDBMS) была выбрана Oracle[®]8i[™]. На выбор Oracle[®] RDBMS повлияли различные технические причины, включая независимость платформы, и способность объединяться с другими приложениями Oracle, что должно дать возможность клиенту расширять в будущем его систему управления использованием частот.
- MapInfo Professional[®] был выбран для манипуляции данными GIS и компонентами MapInfo MapX[®] для представления данных в пределах приложения. Oracle[®] Spatial был выбран как компонент GIS. Преимущество этого выбора – хорошая интеграция, обеспеченная Oracle Spatial, Oracle и MapInfo между их изделиями.
- Инжиниринг и финансовые функции были написаны на языках программирования PL/SQL[™], C++ и Фортране. Этот выбор диктовался выбором RDBMS, составом предыдущего программного обеспечения и целями достижения объектно-ориентированного проекта.
- Операционной системой сервера была операционная система Microsoft[®] Windows NT[®]4. Клиент требовал систему Windows NT, так как клиент будет управлять системой в конце проекта и проектируемая загрузка на FMS была умеренна. Хотя, FMS базируется на системе Windows NT, независимость платформы была важной целью для разработки FMS. Перенесение FMS на платформу Unix должно быть несложным процессом.

4.2 Анализ действий клиента

Первым шагом разработки интегрированной системы был анализ действий клиента. Были исследованы методы и процедуры клиента (M&P) по выполнению функций управления использованием спектра. Ключевым шагом в этом анализе было исследование потока данных и шагов, используемых в различных ведомственных задачах относительно существующей автоматизированной системной реализации.

Вторым шагом была разработка требований к системе, основанных на имеющихся системах, анализ M&P, текущих технических и регуляторных требований и проектных потребностей отдела. Разработка требований включала такие элементы как толкование и пересмотр словаря данных и создание модели данных. Разработка требований частично зависела от размещения предыдущих систем.

Перед формированием приложения, компания и клиент рассмотрели существующие системы программного обеспечения, чтобы решить, какие части сохранить, какие части использовать повторно и какие части разработать.

4.3 Уроки научного построения приложения

При разработке приложения, были приняты следующие решения и объяснения относительно повторного использования функциональных возможностей и программного обеспечения.

- Большинство интерфейсов пользователя было разработано заново. Причина состоит в том, что мастерство создания интерфейсов пользователя значительно продвинулось за короткое время, так, что более ранние интерфейсы пользователя выглядели бы примитивными и их было бы трудно поддерживать.
- В некоторых областях, таких как компоненты GIS, доступные компоненты позволили разработку таких возможностей интерфейсов, которые, возможно, было трудно разработать несколько лет назад. Компания работала с группой Oracle GIS, чтобы разработать географический показ, интегрированный с приложением.
- Существующий код C многократно использовался, если был технически приспособлен. Однако для языка C++, большинство кодов C было модернизировано в целях объектно-ориентированного проектирования. В некоторых случаях, существующий код C требовал модернизации, чтобы учесть последние разработки в области алгоритмов управления использованием спектра (такие как изменения в моделях распространения, пересмотренные процедуры координации земных станций и т. д.).
- Повторное использование программ, написанных на языке Фортран, было затруднено, если эти программы содержали много кодов, связанных с интерфейсом пользователя. В этом случае более эффективным оказалось заново переписать программы или использовать приложение, ни с чем его не объединяя. Если в программе не было кодов интерфейса пользователя или, если автор программы имел возможность отдать программу в числовых кодах, то было три варианта:

Вариант 1: скомпилировать Фортран программу в виде библиотеки;

Вариант 2: преобразовать в язык C, используя автоматизированное инструментальное средство, такое как f2c; или

Вариант 3: преобразовать в язык C++ вручную.

Компания использовала все три стратегии интегрирования программ, написанных на языке Фортран, в зависимости от приложения. Однако, несколько программ, написанных на языке Фортран, не были интегрированы, потому что они использовались слишком редко, чтобы оправдать затраты на интеграцию.

- Преобразование существующих программ в язык C++ (или другой современный язык, например Java) или переписывание приложения обеспечивает возможность улучшить первоначальное приложение. Например, клиент использовал несколько программ, написанных на языке Фортран, для расчета спектральной плотности мощности (PSD) и вычисления отношения сигнал/помеха (C/I). Из-за ограниченности размерностей массивов данных в Фортране, эти программы использовали фиксированный размер массивов данных с фиксированным увеличением частоты. Компания Telcordia переписала эти программы, используя SQL таблицы, чтобы хранить значения PSD и C/I и написала C++ программы, для вычисления и применения этих значений, используя массивы данных переменной длины и произвольные приращения частоты. Это повысило точность, и позволило удовлетворить требования по выполнению и сохранению этого приложения.
- Повторное использование старого кода базы данных, который был разработан, для различных технологий баз данных, оказалось не возможным. На основе требований клиента была разработана нормализованная схема базы данных, которая включала элементы баз данных клиента, базы данных и полей МСЭ-R.
- Повторное использование существующих сообщений часто является несложным. Причина состоит в том, что сообщения имеют тенденцию оставаться постоянными, несмотря на процесс обновления. Формат и содержание сообщений, таких как заявки, счета или уведомления, можно задавать в соответствии с юридическими требованиями или ведомственными инструкциями. Если основная схема данных при обновлении была сохранена, то сообщения могут использоваться без изменений. Если основная схема была изменена, должно быть изменено только сопоставление данных. Даже формы, которые были предварительно заполнены вручную, были автоматизированы, согласно соответствующим полям данных. Используя эту методику, было автоматизировано изготовление некоторых форм, которые были сделаны вручную.

4.4 Преобразование данных

Другая сложная задача – преобразовать и объединить существующие данные в отдельной базе данных. Это было сделано следующим образом:

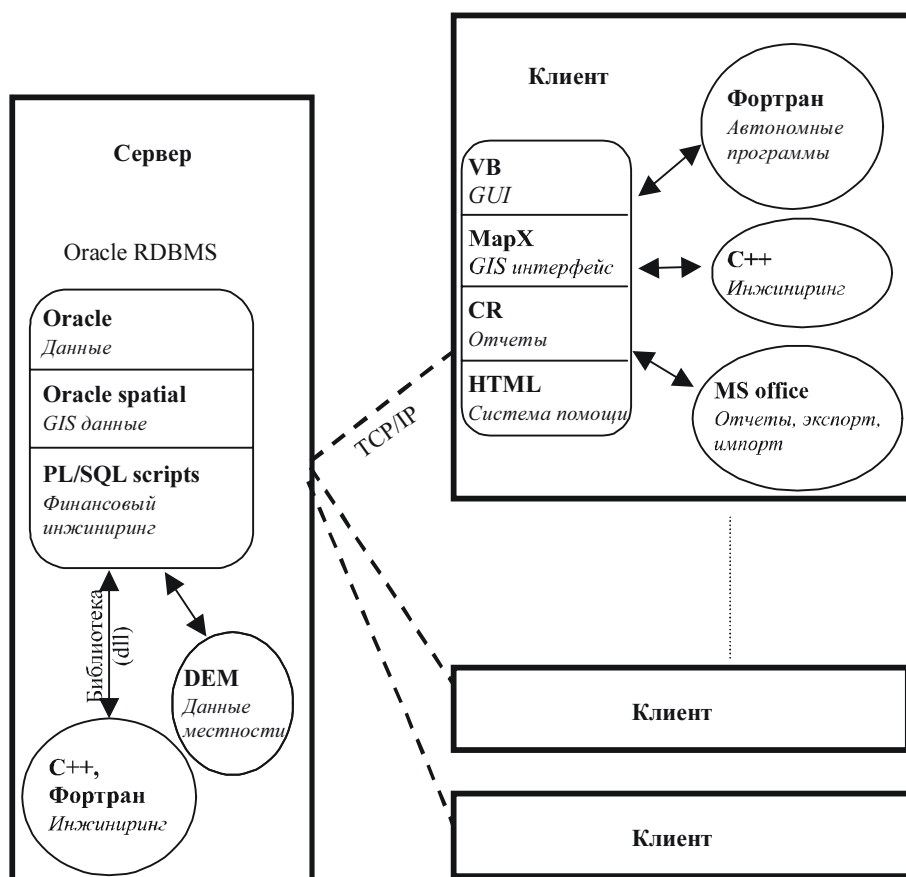
- Данные GIS были преобразованы из файлов ESRI Shapefiles в формат MapInfo и затем загружены в Oracle Spatial.
- Различные данные МСЭ-R были преобразованы, используя Perl и сценарии SQL.
- Данные Access были перенесены в Oracle, объединяя приложения Microsoft® Excel и Access посредством COM автоматизации. Кроме того, были разработаны PL/SQL сценарии для преобразования данных в пределах Oracle.
- Специфическая сложная задача в этом процессе – нормализация данных. Итоговая схема базы данных была более высоко нормализована, чем первоначальные данные клиента. Также использовалось большее число ограничений данных. Более высокая степень нормализации и значительные ограничения данных были желательны для клиента, чтобы сохранить целостность данных.

Осуществление ссылочных ограничений данных, таких как иностранные ключевые и первичные ключевые ограничения, требовало разработки автоматизированных процедур определения местонахождения пересечения или дублирования информации и переименовывания, объединения или удаления записей, чтобы сохранить целостность итоговой базы данных. Осуществление других ограничений было достигнуто преобразованием полей данных в целях унификации.

5 Расширенная система управления использованием частоты

Результатом этих усилий было создание Расширенной системы управления использованием спектра (FMS). Системная архитектура базируется на Oracle8i, Oracle Spatial для GIS, PL/SQL и C++ для технических инструментальных средств, и MapX для интерфейса клиента GIS. Система использует HTML для справочных функций.

РИСУНОК 7.14
Архитектура FMS



SpecMan-0714

На рисунке 7.14 показана архитектура FMS. Эта система имеет модульную архитектуру, которая облегчает настройку и обновление. Например, все числовые процедуры реализованы как библиотеки с определенным Прикладным программным интерфейсом (API). Таким образом, Telcordia может просто модифицировать любой технический инструмент, заменяя библиотеку. Это важно в управлении использованием спектра, где некоторые инструментальные средства, такие как координация земных станций, часто изменяются. Точно так же, независимо от других компонентов, можно изменить интерфейс пользователя или вид отчета. Другой пример гибкости этой системы - способность изменить базу данных местности, подкачав в нее новые файлы.

FMS – программная система, которая автоматизирует разнообразные задачи управления использованием спектра. Они включают процессы:

- присвоение новых частот;
- решение проблем воздействия помех;
- расчет и сбор платы за использование частоты;
- выполнение технических исследований;
- соответствие международным и национальным инструкциям;
- оценка характеристик канала связи;
- выполнение координации земных станций;
- выполнение приграничной координации и нотификация;
- создание сообщений, формирование заявок, вычисление оплаты, выдача лицензий и счетов;
- выполнение запросов и исследований;
- обеспечение процесса безопасности.

Программное обеспечение FMS выполняет три основных функции:

- Административная функция включает такие характерные особенности как регистрация и поиск частотных присвоений, данных о частотах пользователя, данных об оборудовании, данных об антенне, автоматическое создание различных регуляторных форм, сообщений и счетов, а также расчет размера оплаты за спектр. FMS является обширной поисковой машиной со многими техническими или административными параметрами. FMS автоматически требует соответствия таблице распределения частоты и планам распределения каналов. Также, она обеспечивает заказчику возможность подать запрос. Наконец, FMS интегрирована с программным обеспечением Microsoft Access и Microsoft Excel для проведения анализа и составления отчетности.
- Функция инженерного анализа позволяет рассчитать воздействие помех между передающими системами, оценить зону обслуживания базовых станций и определить наиболее подходящие частоты для новых присвоений. Доступ ко всем функциям осуществляется через дружественный графический интерфейс, обладающий возможностями отображения графических функций. Технические возможности программы позволяют использовать различные модели распространения радиоволн, смоделировать дискриминатор антенны, выполнить анализ отношения сигнал/помеха, замираний, состояния канала, оценить воздействие радиочастотного излучения на человека, определить угловое положение спутника, рассчитать ЭМС (электромагнитную совместимость) различных радиослужб (включая радиорелейные линии, сухопутную подвижную связь, радиовещание и т. д.) и многое другое.

- Функция отображения географической карты обеспечивает детальное интерактивное отображение карты, требуемой для понимания различных проблем управления использованием спектра. Для выполнения сложных технических расчетов FMS использует объединенные цифровые базы данных о местности.

6 Переход к FMS

Заключительный шаг состоит в передаче клиенту прав системного администрирования новой системы. Хотя клиент намеревается управлять новой системой сам, предусмотрен переходный период, в течение которого системное администрирование FMS осуществляет разработчик. После этого периода права системного администрирования использовались совместно разработчиком и персоналом клиента, что дало возможность клиенту получить опыт системного администрирования.

Было проведено обучение персонала отдела по использованию и эксплуатации FMS, FMS поставляется с обширной справочной системой на базе HTML. Один из ключевых уроков, вынесенных в ходе реализации этого проекта – важность тесного взаимодействия с клиентом во время проектирования и внедрения системы. Время на обучение эксплуатации новой системы было сокращено, потому что персонал клиента активно участвовал в проектировании интерфейса пользователя.

7 Будущее

Программное обеспечение управления использованием спектра продолжает развиваться и модернизироваться. Новое направление в управлении использованием спектра – самостоятельная работа клиента с некоторыми функциями управления использованием спектра по сети. Например, программное обеспечение, позволяющее выполнить онлайн-оценку совместимости, было переведено на язык программирования Java™ и установлено на сервере общего доступа системы. Другая интересная возможность – использование электронного обмена данными для управления использованием спектра. FMS может обработать заявки на выдачу лицензий, представленные в виде таблиц Excel. Пользователи могут представить свои заявки по электронной почте. Электронный обмен данными о параметрах антенны уже хорошо определен стандартами Национальной ассоциации регуляторов использования спектра (NSMA).

Общая тенденция – увеличение важности языка Java для будущих приложений управления использованием спектра. Язык программирования Java может быть выбран языком для приложений базы данных Oracle. Платформа Java позволяет использовать один язык для выполнения процесса обработки и на сервере, и на стороне клиента. Также, приложение Java и встраиваемые Java-приложения позволяют развернуть в сети любую часть программного обеспечения. Перенесение существующих программ, написанных на языке C++, в коды языка Java выполняется довольно просто, что и сделала фирма Telcordia для своего программного обеспечения расчета электромагнитной совместимости. Недостатком платформы Java являются ее сокращенные возможности и неудобство выполнения некоторых числовых операций. Несмотря на это, поскольку внедрение систем управления использованием спектра начинает напоминать процесс внедрения системы электронной коммерции, методы, разработанные для электронной коммерции, такие как платформы Java и XML станут более заметными.

8 Заключение

В этом Приложении описана разработка расширенной системы управления использованием частоты (FMS). Разработка этой системы была сложной задачей по многим причинам, включая:

- требовалось тесное сотрудничество клиента и компании для того, чтобы определить системные требования, включая интерфейс пользователя, технические инструментальные средства, структуру базы данных и отчетов;

- определение многих особенностей FMS базировалось на особенностях существующего более раннего программного обеспечения или структуры существующих данных;
- исследования и опыт клиента были жизненно важны для определения программных интерфейсов, инженерно-технических и финансовых алгоритмов, элементов данных и форматов отчетов;
- FMS включила в себя множество более ранних программ, полученных из различных источников и написанных на нескольких компьютерных языках, как непосредственно, так и в виде перекомпиляции;
- требовалось выполнить изменение данных, для переноса их в объединенную базу данных.

Несмотря на сложность задач, была разработана современная унифицированная и интегрированная система управления использованием спектра. После опытной эксплуатации системы у клиента, она была успешно передана клиенту, и сегодня он ее продуктивно использует. Применяя FMS, клиент улучшил эффективность работы и способность быстро и точно выполнить задачи, которые изначально были чрезвычайно трудоемкими.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

К ГЛАВЕ 7

Управление использованием спектра на национальном уровне и система радиоконтроля в Перу

1 Описание системы

Это Приложение описывает опыт внедрения системы управления использованием спектра и радиоконтроля в интересах Министерства транспорта и связи (МТС) Перу (www.mtc.gob.pe). Этот проект управлялся со стороны МСЭ (www.itu.int) и создавался в интересах МТС. Главный подрядчик проекта – Корпорация THALES (ТСС), Франция (www.thalesgroup.com), система радиоконтроля была поставлена корпорацией ТСС, а система управления использованием спектра ELLIPSE Spectrum, была поставлена компанией Cril Telecom Software (CTS), – французским разработчиком программного обеспечения, специализирующимся в области автоматизированных систем управления использованием спектра и программных решений для операторов электросвязи (www.criltelecom.com).

1.1 Введение

Проект заключался во внедрении законченной системы "под ключ", которая будет поставлена в Перу для одного национального центра в Лиме и, на первом этапе, для 6 Региональных центров до 2002 г., система может быть расширена для других регионов. На рисунке 7.15 показана общая архитектура существующей сети.

Национальный центр включает:

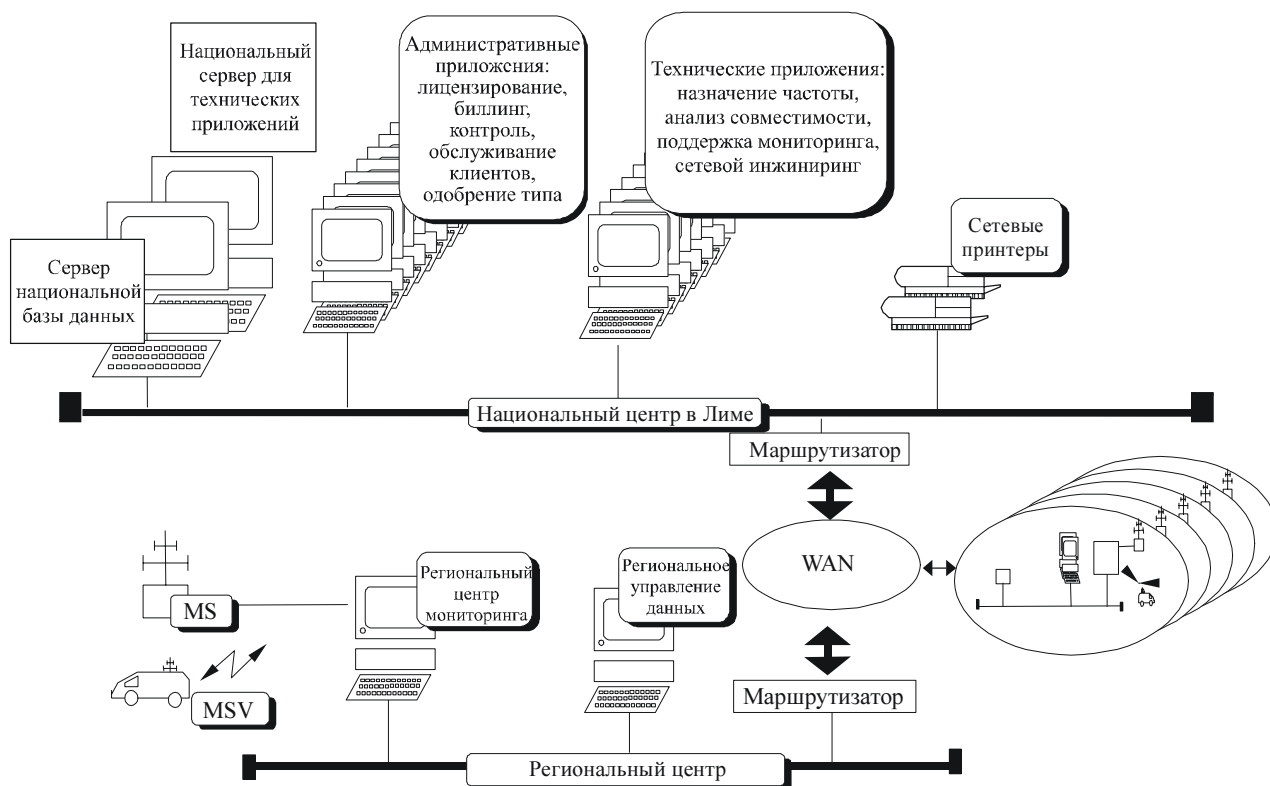
- программное обеспечение управления использованием спектра и радиоконтроля:
 - национальную базу данных;
 - технические инструментальные средства анализа;
 - административные инструментальные средства;
 - интерфейс с системой радиоконтроля;
 - программное обеспечение национального радиоконтроля.

Региональные центры включают:

- программное обеспечение управления использованием спектра и радиоконтроля: административные инструментальные средства, интерфейс с системой радиоконтроля, программное обеспечение системы радиоконтроля;
- оборудование.

РИСУНОК 7.15

Общая архитектура системы управления использованием спектра и радиоконтроля в Перу



SpecMan-0715

1.2 Преимущества, ожидаемые Министерством транспорта и связи

Имея эту полностью интегрированную систему, Министерство транспорта и связи (МТС) намеревается очень эффективно управлять и контролировать использование своего национального радиочастотного спектра в соответствии с рекомендациями МСЭ-R и, в особенности, Рекомендацией МСЭ-R SM.1537.

В течение долгого времени сети связи считаются частью основной инфраструктуры, которая является обязательной для национального развития и модернизации. Радиочастотный спектр является ценным, дефицитным и ограниченным ресурсом. Следовательно, социальное, культурное, индустриальное и экономическое развитие любой страны связано с растущим спросом на новые услуги электросвязи, что увеличивает потребность в спектральном пространстве. Только при разумном использовании и аккуратном управлении использованием спектра может быть удовлетворен этот спрос на услуги. Радиочастотный спектр также лежит в основе решения задач национальной охраны, обороны и безопасности.

Управление использованием спектра является необходимым, потому что радиочастотный спектр стал жизненно важным национальным ресурсом, столь же важными как более материальные физические ресурсы, такие как трудовые ресурсы, природные ресурсы, транспортные средства, сети и т. д. Поскольку приложения, использующие радиоволны, становятся все более и более обширными, управление использованием спектра становится все более сложным и трудным. МТС ожидает, что внедренная система управления использованием спектра и радиоконтроля поможет удовлетворять требования пользователей спектра и администраций.

Эта система должна помочь МТС в следующих ключевых действиях:

- разработка политики и правил;
- поведение международных конференций и встреч по координации частот;
- планирование, распределение и присвоение частот;
- выдача лицензий, составление счетов и автоматическое уведомление о продлении;
- частотная координация и нотификация;
- инженерная поддержка (исследования электромагнитной совместимости, вычисление отношения C/I , предсказание распространения);
- инспекция, радиоконтроль, наблюдение и мониторинг;
- сбор статистики и расширенных отчетов;
- измерение и определение местоположения передатчиков в соответствии со Справочником МСЭ-R по радиоконтролю.

Эти действия проводятся в столице страны Лима, а некоторые из них в 6 региональных центрах.

2 Описание системы управления использованием спектра

2.1 Внедрение проекта

Внедрение этого проекта было запланировано в несколько этапов. Первый этап охватил национальный центр в столице Лима. Второй и третий этап включали 6 Региональных центров, а дополнительные стадии все еще планируются.

2.2 Описание системы

Автоматизированная система управления использованием спектра ELLIPSE Spectrum, была разработана, чтобы помочь МТС в решении его задач по управлению использованием спектра в соответствии с национальными инструкциями, Регламентом радиосвязи и документами и рекомендациями МСЭ.

Большинство административных и технических аспектов и действий по управлению использованием спектра, главным образом основанных на положениях Рекомендации МСЭ-R SM.1370 и соответствующих публикациях МСЭ, охвачены и автоматизированы.

Включены следующие действия:

- управление технологическим процессом и обработка заявок;
- автоматизация административных задач;
- определение частотного плана;
- распределение частот;
- присвоение частот;
- выдача лицензий на частоты и эксплуатацию;
- одобрение типа оборудования и сертификация;
- биллинг, обработка платы и автоматическая нотификация о продлении;
- международная координация и нотификация;
- инжиниринг спектра, предсказание зоны обслуживания, исследования электромагнитной совместимости, вычисление отношения C/I ;
- управление рассмотрением жалоб, планирование инспекций и контроля спектра;
- интерфейс между системами управления использованием спектра и радиоконтроля;
- статистика и расширенная отчетность.

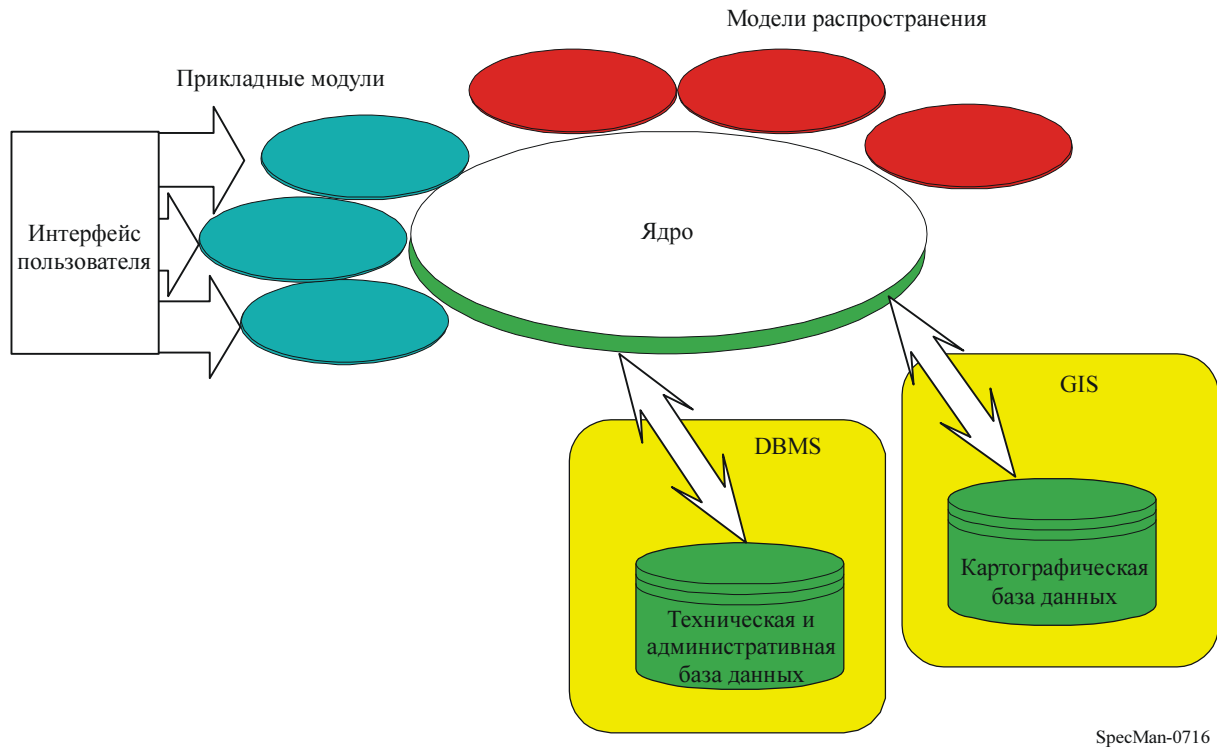
Главные технические особенности системы:

- это интегрированная система управления использованием спектра с одним единственным пакетом программ и одной единственной базой данных для административных задач и технических задач;
- она соответствует требованиям рекомендаций и отчетов МСЭ;
- она учитывает международные соглашения по координации;
- она содержит несколько мощных моделей распространения.
- она позволяет выполнять анализ технических решений, расчет электромагнитной совместимости (ЭМС) и отношения C/I ;
- она содержит мощную реляционную систему баз данных (ORACLE);
- она содержит графический интерфейс пользователя (GUI);
- она содержит географическую информационную систему (GIS);
- гибкая, удобная для пользователя, надежная система;
- многопользовательская и многозадачная система;
- она обладает свойствами многоязычной и многооконной среды клиент-сервер;
- система построена по архитектуре открытой системы для работы со многими платформами.

Система составлена из различных функциональных объектов, описанных на следующей диаграмме.

РИСУНОК 7.16

Функциональная диаграмма системы



SpecMan-0716

Интерфейс пользователя реализует интерфейс Человек/Машина.

Ядро – функциональный модуль, который управляет общедоступными ресурсами всей системы и внешними ресурсами (аппаратные средства, операционная система и микропрограммные средства) и делает их доступными для приложений.

Техническая и административная база данных использует ORACLE в качестве системы управления реляционной базой данных и применяется и административными, и техническими приложениями.

GIS (Географическая информационная система) для получения достоверной географической информации использует **Картографическую базу данных**.

Для прогноза распространения и расчета напряженности электромагнитных полей используются **Модели распространения**. Эти модели могут использовать параметры данных, извлеченные из достоверных картографических данных и Системы GIS.

Прикладные модули – функциональные объекты, распределенные специфической задаче. Они используют функции ядра.

Система является многопользовательской и многозадачной, и обладает свойствами многоязычной и многооконной среды клиент-сервер.

Организация меню использует подход на основе задачи, который упрощает и оптимизирует понимание и использование приложения.

2.3 Системное администрирование и управление безопасностью

Управление безопасностью было важным пунктом для МТС по многим причинам, среди которых:

- систему могут использовать несколько человек из различных отделов МТС;
- не каждый пользователь имеет права на выполнение всех доступных операций;
- финансовые отчеты находятся в базе данных;
- и т. д.

Система внедрена с учетом этих соображений:

- каждый пользователь в пределах системы должен быть определен системным администратором;
- первый уровень идентификации выполняется операционной системой на рабочей станции, с которой пользователь может обратиться к системе;
- второй уровень идентификации выполняется прикладной программой при доступе к RDBMS (ORACLE);
- третий уровень определяется правами, данными пользователю для работы с данными.

2.4 Административные функции

Административные функции, поддерживаемые системой согласно потребностям МТС, упомянуты ниже:

- интерфейс ввода данных и определения данных;
- управление данными о пользователе спектра;
- управление технологическим процессом и обработкой заявок;
- управление международной координацией;
- одобрение типа оборудования и сертификация;
- выдача лицензий;
- биллинг, обработка платы и автоматическая нотификация о продлении.

2.4.1 Интерфейс ввода данных и определение данных

Этот интерфейс позволяет пользователю вводить административные и технические данные, которые используются техническими приложениями, а так же справочные данные: службы МСЭ, частотные планы и полосы частот, библиотеки справочных величин и т. д. Этот интерфейс предназначен, для облегчения ежедневной работы оператора системы.

2.4.2 Управление данными о пользователе спектра

Пользователи спектра – физические или юридические лица, которые имеют лицензии пользователя спектра или удостоверения. Система управляет всеми соответствующими данными, связанными с пользователями спектра.

2.4.3 Управление технологическим процессом и обработка заявок

Система позволяет координировать действия между различными отделами и объектами МТС по обработке заявок, выдаче лицензий, сертификации и разрешений на эксплуатацию, обработке плат и биллинга, международной координации, нотификации и инжиниринга и т. д.

2.4.4 Управление международной координацией

Радиочастоты не ограничены геополитическими границами. Поэтому необходимо координировать частотные присвоения на региональном и международном уровне. Для того чтобы выполнять эту задачу, МТС должно:

- поддерживать точную базу данных управления использованием спектра;
- быть способным выполнить требуемые технические исследования;
- координировать частотные присвоения с соседними странами, либо непосредственно (двусторонние соглашения), либо на региональном уровне (региональные соглашения, например, через CITELE), либо на международном уровне (через МСЭ и другие международные организации);
- подписывать двусторонние соглашения с соседними странами о совместном использовании частот.

Система ELLIPSE Spectrum позволяет операторам МТС применять соответствующие международные Соглашения координации и создавать соответствующие электронные и бумажные формы нотификации, требуемые соответствующими службами МСЭ.

2.4.5 Одобрение типа оборудования и сертификация

Этот модуль позволяет управлять одобрением типа и сертификацией радиооборудования на основе национальных и международных стандартов. Удостоверения оборудования напечатаны в требуемых форматах.

2.4.6 Выдача лицензий

Процедуры выдачи лицензий и нотификации должны базироваться на национальной политике и регламентах. МТС должно быть способно:

- установить национальные критерии выдачи лицензий и нотификации;
- установить национальные процедуры и процесс выдачи лицензий и нотификации:
 - установить процедуры и процесс выдачи лицензий, определенные для каждого типа службы (любительская, морская, воздушная, сухопутная подвижная, радиовещательная и т. д.), станции (стационарная, мобильная, носимая и т. д.) и пользователя (правительственная организация, служба безопасности, корпоративная и т. д.). Процедура и процесс включают различные требуемые шаги и действия от передачи приложения к МТС до получения соответствующей лицензии;

- установить процедуры и процесс нотификации, определенные для каждого типа службы, станции и пользователя. Процедура и процесс включают различные шаги и действия, требуемые для нотификации нового присвоения, выпуска новой лицензии, продления истекающей лицензии, модификации выходящего присвоения, отмены лицензии и т. д.;
- осуществлять точные и своевременные записи в базу данных лицензии на использование частот и нотификации. Как указано выше, такая база данных и ее производные должны быть компьютеризированы. Выдача лицензии базируется на успешном присвоении частот;
- выдать соответствующие и требуемые отчеты и статистику;
- разработать модифицированные заявки для выдачи лицензий и формы лицензий;
- определить, в соответствии с национальным законом о радиосвязи, список Категорий лицензий, детальную структуру процедур и процесса выдачи лицензий, детальный график платы за выдачу лицензий и структуру, основанную на типе службы, станции, пользователя, зоны действия, полосы пропускания и т. д.

Этот модуль обеспечивает законченное управление процессом выдачи лицензий. Тип лицензий в МТС определяется по нескольким параметрам, таким как период действия, пригодный для печатания шаблон и размер платы. Лицензии печатаются в требуемых форматах.

2.4.7 Биллинг, обработка платы и автоматическое уведомление о продлении

Этот модуль сохраняет всю информацию о выставлении счета: выдача счета, оплата счета, не произведенные платы и т. д. Когда лицензия выдается или изменяется, детали выставления счета сохраняются, и рассчитывается размер платы, используя параметры, сохраненные в базе данных. В зависимости от службы может быть выпущено несколько типов счетов. Размер платы может зависеть от нескольких параметров, таких как число станций, их мощность, число мобильных станций и т. д. Счета могут затем быть напечатаны и посланы пользователям.

Система управляет взыскиванием долгов по оплате, используя библиотеку штрафов и процентов, и может вычислить долги клиентов. Счета печатаются в требуемых форматах.

2.5 Технические инструментальные средства анализа

МТС Перу внедрило следующие технические модули:

- технический интерфейс ввода данных;
- анализ технических методов управления использованием спектра, расчет электромагнитной совместимости (ЭМС) и отношения C/I ;
- присвоение частоты.

2.5.1 Технический интерфейс ввода данных

Поддерживается дружелюбный интерфейс, основанный на концепциях графического интерфейса пользователя (GUI) и возможности визуального понимания всех элементов, имеющих на экране. Цель состоит в том, чтобы дать системному оператору возможность работать в эффективной и безопасной среде. Прикладные меню обычно организуются после определенных наработок. Например, интерфейс управления данными используется, чтобы создавать и редактировать местоположения и станции, или для того, чтобы выбирать их перед созданием вычислительной модели и т. д.

2.5.2 Анализ технических методов управления использованием спектра, расчет электромагнитной совместимости (ЭМС) и отношения С/И

Как администрация, отвечающая за управление использованием спектра в Перу, МТС должно:

- основывать свою политику и регламенты на технических исследованиях и планировании, обеспеченных технической поддержкой;
- готовить и координировать международные конференции и встречи, основанные на сведениях и результатах работы групп технической поддержки;
- создать технические лаборатории, обладающие возможностями испытания, обслуживания, средствами калибровки, научных исследований, изучения и т. д.;
- поддерживать действующий список оборудования с одобрением типа и технически приемлемого;
- координировать, назначать и выдавать лицензию на использование частот радиостанциям, на основании их технических параметров и результатов исследований: анализе ЭМС и воздействия помех, а так же результатах проверки, выполняемой системой инжиниринга;
 - цель анализа ЭМС и воздействия помех состоит в том, чтобы изучить воздействие предложенных частотных присвоений на среду действующих частотных присвоений (на национальном и международном уровне). Анализ ЭМС и воздействия помех включает четыре главных шага:
 - отбор существующих присвоений по критерию географической области вокруг предложенного местоположения и занятых частот, расположенных вблизи запрошенного канала;
 - определение приемлемых уровней воздействия помех;
 - определение уровня воздействия помех от каждого существующего присвоения на заявленном месте установки станции;
 - сообщение о случаях потенциального воздействия помех.
- до выполнения анализа ЭМС, должен быть выполнен системный расчет для оценки выполнимости минимальных требований для данного сетевого проекта. Хотя задачей МТС и не является реализация законченного системного проекта. Цель системы инжиниринга состоит в том, чтобы гарантировать такое положение дел, при котором технические параметры инсталляции разумны, достаточны и оптимальны для данного типа эксплуатации, и для предложенного местоположения;
- выполнить действия инспекции и радиоконтроля на основании директив и рекомендаций от группы технической поддержки.

Для того чтобы помочь МТС в решении вышеупомянутых задач, ELLIPSE Spectrum имеет в своем составе различные модули, такие как: расчет зоны обслуживания станции и сети, зона обслуживания данного пункта, зона обслуживания трассы, исследование ЭМС, расчет параметров интермодуляции, вычисление отношения сигнал-помеха и т. д.

Оператору доступны различные модели распространения радиоволн, которые могут быть выбраны для данного анализа, полосы частот, региона, службы и т. д. Среди этих моделей имеется запатентованная модель, разработанная компанией CTS, которая может быть откалибрована с использованием местных параметров.

2.5.3 Присвоение частоты

МТС должно быть способно:

- Поддерживать точную и актуальную базу данных частотных присвоений. С увеличением числа пользователей частоты и радиослужб становится важно иметь электронную базу данных, используя современные инструментальные средства управления реляционной базой данных. Присвоение частоты базируется на национальной политике, регламентах и национальных правилах частотного планирования. Национальная база данных должна содержать административную, географическую и техническую информацию обо всех национальных присвоениях частоты.
- Выполнять, при необходимости, анализ ЭМС для определения вероятности того, что новое присвоение создаст вредные помехи существующим присвоениям или будет испытывать действие вредных помех с их стороны.
- Присваивать частоты на основе результатов координации частот и анализа ЭМС.
- Присваивать частоты на равном основании. Действительно, радиочастотный спектр является ограниченным ресурсом, МТС должно поощрять и применять, где возможно, совместное использование частот. Совместно используемая частота может быть присвоена, если обеспечено достаточное пространственное разделение, то есть частота может использоваться повторно, если станции, использующие одну и ту же частоту расположены на достаточном расстоянии друг от друга. Пространственное разделение может осуществляться при контроле нескольких параметров, таких как использование ограниченной выходной эффективной излучаемой мощности (ЭИМ), направленность антенн, ограниченная полоса пропускания, соответствующая фильтрация и т. д. Совместно используемая частота может также быть присвоена в режиме разделения по времени. В этом случае, одна и та же частота присваивается различным пользователям при условии использования ее в различные периоды времени суток.

Система позволяет получить точный и полный анализ воздействия помех для данной станции/частоты. Этот анализ основывается на моделировании сети, в моделях используются различные типы станций и ведется различный анализ источников помех. На выходе система предлагает список частот, который оптимизирует занятость спектра и минимизирует воздействие помех.

2.6 Интерфейс с системой радиоконтроля

Оператор, отвечающий за задачи технического радиоконтроля, имеет возможность обратиться к техническим данным системы управления использованием спектра, которые ему требуются для его ежедневной работы. Он может также использовать данные радиоконтроля для обновления базы данных управления использованием спектра.

Информационный обмен между системами управления и радиоконтроля осуществляется путем электронной передачи файлов. Система управления посылает Системе радиоконтроля списки параметров, которые должны измерены (контрольный список). Система радиоконтроля возвращает список несоответствий, выявленных при измерении этих параметров, в выходном файле (проверочный список) вместе с результатами соответствующих измерений.

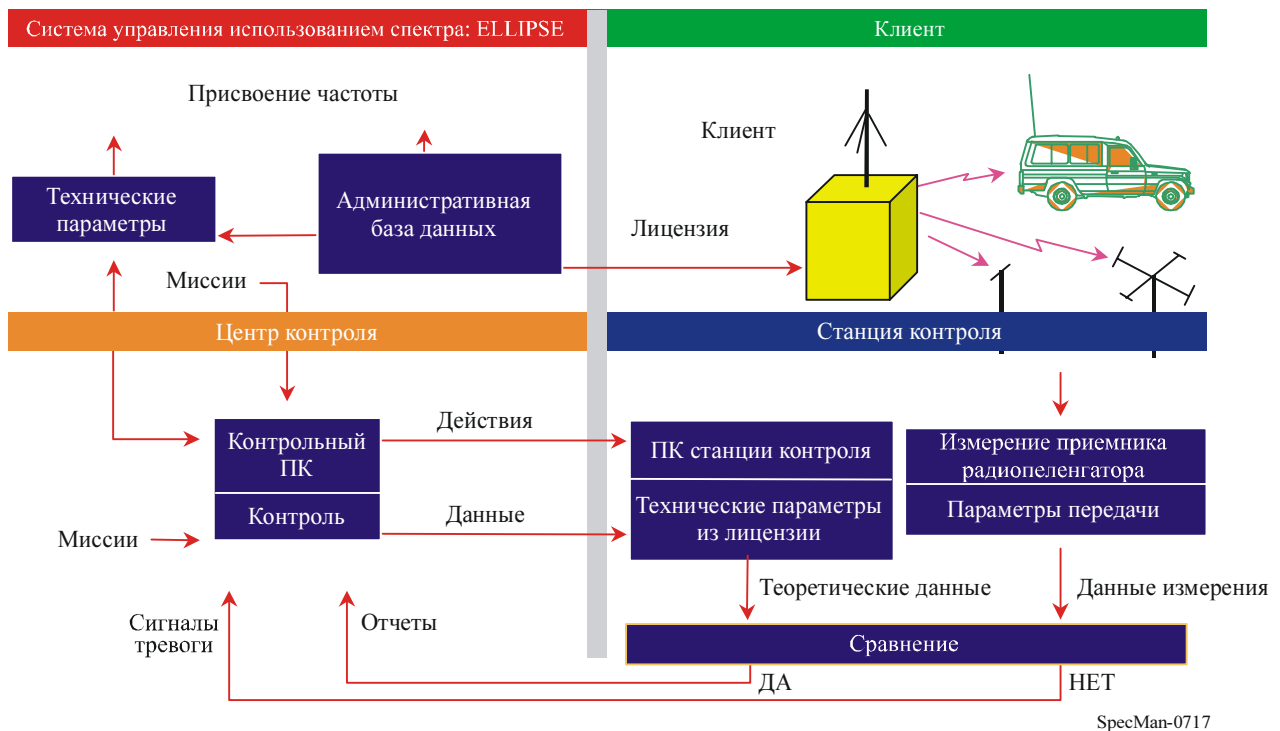
Можно рассмотреть два рабочих сценария:

- сеанс технического радиоконтроля по инициативе системного оператора системы управления использованием спектра; или
- сеанс технического радиоконтроля по инициативе системного оператора системы радиоконтроля.

Эти действия могут быть инициализированы и запущены из национального центра или из каждого регионального центра.

РИСУНОК 7.7

Обработка информации и информационный обмен между системами управления и радиоконтроля



2.7 Географическая информационная система (GIS)

2.7.1 Инструментальные средства GIS

Инструментальные средства GIS были внедрены в МТС Перу в соответствии с рекомендациями Справочника МСЭ по управлению использованием спектра на национальном уровне. Инструментальные средства GIS предлагают механизм воспроизведения координат и используются для управления всеми географическими данными.

Картографические данные используются моделями распространения, для расчета предполагаемых зон обслуживания и ЭМС. Они используются также для отображения конфигурации топологии сети и результатов технических исследований дружественным к пользователю путем.

Ниже даны различные типы данных, используемые GIS:

- цифровая модель местности или DTM (уровень земли для каждого местоположения выше уровня моря);
- цифровая модель возвышений или DEM (высоты застройки выше уровня земли);
- наземные объекты (озера, леса, застройки, открытые области и т. д.);
- планиметрическая база данных (административные границы, города, реки, дороги и т. д.);
- цифровая база данных изображений (отсканированные карты и ортогональные изображения);
- МСЭ IDWM программная информация (т. е. проводимость).

2.7.2 Конфигурация картографической базы данных МТС

Картографические данные в структуре этого проекта для МТС Перу предусматривают следующее:

- первый набор данных для целой страны с низкой точностью;
- второй набор охватывает столицу Лиму с очень высокой точностью.

Эта конфигурация считается удобной комбинацией с точки зрения соотношения точности и стоимости. Действительно, она позволяет МТС делать прогнозы для сетей по все стране и при этом вести очень точные вычисления для столицы Лимы. На последующих этапах внедрения проекта эта картографическая база данных может быть легко модернизирована для других главных перуанских городов.

2.8 Заключение

Внедрение нового процесса в пределах организации обычно требует периода адаптации и тесного контакта с разработчиком, а также помощи персоналу администрации.

Это еще более важно и чувствительно, когда связано с внедрением компьютеризированной системы. Действительно, в дополнение к внедрению или адаптации к новым методам работы и обработки, необходимо обеспечить надлежащее обучение для операторов системы, ранее работавших с бумажными документами и выполнявшими ручную обработку и/или применявшими различные не интегрированные компьютеризированные приложения.

Кроме того, сложная компьютеризированная система требует полной и точной базы данных с проверенной административной, технической и географической информацией. Поэтому, во время внедрения и ввода в действие системы сбор данных и процесс перемещения данных были для МТС и для ТСС/CTS реальной сложной задачей и постоянно находились в центре особого внимания.

Успех такого важного и сложного проекта действительно зависит от главного принципа: серьезности и доброй воли всех вовлеченных сторон, МТС и МСЭ с одной стороны и THALES и CTS с другой стороны, что позволяет привлечь необходимые силы, разумно использовать требуемые человеческие, технические и финансовые средства и создать правильный синергизм (обстановку творчества) между всеми сторонами на каждом уровне и шаге внедрения проекта и системных действий.

Благодаря эффективности современных систем управления использованием спектра и радиоконтроля, МТС имеет теперь необходимое средство, позволяющее расширить ежедневные задачи по управлению использованием спектра и радиоконтролю, и должным образом выполнять свои полномочия в соответствии с международными и национальными инструкциями и рекомендациями. Будущие планируемые этапы должны помочь в децентрализации процесса.

Библиография

Документы МСЭ-R

- Рек. МСЭ-R SM.1048 Рекомендации по проектированию для основной автоматизированной системы управления использованием спектра (BASMS)
- Рек. МСЭ-R SM.1370 Рекомендации по проектированию для разрабатываемой расширенной автоматизированной системы управления использованием спектра
- Рек. МСЭ-R SM.1537 Автоматизация и интеграция систем радиоконтроля с автоматическим управлением использованием спектра
- Рек. МСЭ-R SM.1604 Рекомендации для модернизированной системы управления использованием спектра для развивающихся стран

ГЛАВА 8
МЕРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА
И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА

Содержание

	Стр.
8.1 Введение.....	286
8.2 Первый метод оценки использования спектра.....	286
8.2.1 Основные проблемы	287
8.3 Второй метод вычисления использования спектра.....	290
8.4 Оценка экономического эффекта от использования спектра	291
8.5 Применения	291
8.6 Использование спектра спутниковыми системами.....	291
8.7 Мера эффективности использования спектра	291
8.7.1 Пример вычислений эффективности использования спектра.....	292
8.7.2 Показатель качества спектра (ПКС) (использование спектра, связанное с запросами)	294
8.8 Отношение значений эффективности использования спектра или относительная эффективность использования спектра.....	296
8.8.1 Описание концепции.....	296
8.8.2 Пример ОЭИС для сухопутной подвижной службы	297
8.9 Выводы.....	299
Справочные документы	300
Библиография	301

8.1 Введение

Вопрос эффективности использования спектра (ЭИС) представляется важным по той причине, что спектр является ограниченным ресурсом, обладающим экономической и социальной ценностью, и потому что потребности в нем быстро растут во многих диапазонах частот. В последние годы, множество более совершенных радиотехнологий дали возможность значительно повысить эффективность использования спектра. С помощью этих новых методов можно удовлетворять растущие потребности в спектре. Меры эффективности использования спектра различны для разных типов систем и служб. Например, расчет эффективности использования спектра для систем связи точка-точка значительно отличается от расчета для систем спутниковой или сухопутной подвижной радиосвязи. Следовательно, сравнение эффективности использования спектра можно проводить только между системами одного и того же типа и в пределах конкретного диапазона частот или канала. Было бы полезно проводить сравнение эффективности использования спектра или использования одной и той же системы во времени для оценки улучшения в конкретной изучаемой области.

Следует отметить, что хотя эффективность использования спектра является важным фактором, это далеко не единственный фактор, который необходимо учитывать. К другим факторам относятся выбор технологии или системы, включая экономическую составляющую, наличие аппаратуры, совместимость с имеющимся оборудованием и применяемыми методами, надежность системы и вопросы эксплуатации.

Разработку этих концепций начнем с разработки определения использования спектра, то есть величины радиочастотного спектра, используемого в конкретной ситуации, затем будет дано описание эффективности использования спектра (ЭИС), которая является отношением суммы установленных соединений к величине используемого спектра. Поскольку одной из основных областей применения информации об эффективности использования спектра является сравнение эффективности двух предлагаемых систем, необходимо определить также относительную эффективность использования спектра (ОЭИС). Преимущество определения относительной эффективности использования спектра состоит в значительно более легком ее вычислении. Примеры расчетов применительно к действующим системам приведены ниже.

8.2 Первый метод оценки использования спектра

Радиосистема работает на конкретной частоте, в определенной полосе частот, в данном месте и в данное время. Другие радиосистемы не способны работать на частотах, достаточно близких к рабочей частоте, не создавая или не испытывая помех. Однако радиус действия радиосистемы не безграничен; за пределами некоторого расстояния на той же частоте может работать другая радиосистема, не причиняя помех или не испытывая их. Более того, некоторые радиосистемы находятся во включенном состоянии не все время. Поскольку в нерабочем состоянии они не причиняют и не испытывают помех, спектр в это время может использоваться другой системой. Следовательно, имеется фактор времени, связанный с передатчиком. В дополнение к географическому и временному разделению, существуют и другие средства для предотвращения помех, они рассматриваются ниже.

Использование спектра можно определить в виде произведения ширины полосы частот, геометрического (географического) пространства и времени, запрещаемых для других потенциальных пользователей. Согласно Рекомендации МСЭ-R SM.1046, мера использования спектра составляет:

$$U = B \times S \times T, \quad (8-1)$$

где:

U : величина используемого спектрального пространства (Гц × метр³ × секунду)

B : ширина полосы частот (см. Главу 4)

S : геометрическое пространство (полезное и запрещаемое)

T : время.

8.2.1 Основные проблемы

Общий подход к расчету этой меры (U) состоит в предположении, что в существующей полосе частот должны быть введены в строй дополнительные передатчики и приемники. Какие частоты, места размещения и временные интервалы окажутся запрещенными для новых передатчиков и приемников при данных технических и эксплуатационных характеристиках существующих передатчиков и приемников? Использование спектра может быть рассчитано, исходя из предположения, что спектральное пространство, где существует оборудование, не допускает размещения новой системы. Однозначного ответа относительно этой меры нет, если не известны характеристики новой системы. Уравнение (8-1) для использования спектра является общей концептуальной формулой, которая в применении к конкретному случаю потребует большей детализации. Отсутствует очевидный набор заранее заданных величин или даже "идеальных" значений, которые можно было бы использовать. Применить эту концепцию к данной системе может быть затруднительно частично из-за того, что это приведет к очень подробным математическим расчетам и необходимости большого числа допущений.

Спектральное пространство используется как передатчиками, так и приемниками. Передатчики используют спектральное пространство, препятствуя его использованию некоторыми приемниками (не предназначенными для работы с ними), которые будут принимать от данного передатчика помехи. Это пространство называется "пространством, запрещаемым передатчиком", или, короче, "пространством передатчика". Приемники используют спектр, препятствуя использованию ближайшего пространства дополнительными передатчиками (в предположении, что приемник имеет право на защиту от помех). Передатчик, работающий в этом пространстве, будет создавать помехи работе приемника. Это пространство называется "пространством, запрещаемым приемником", или, короче, "пространством приемника". Отметим, что передатчики не запрещают использование пространства другими передатчиками. Наличие одного передатчика никоим образом не препятствует возможности другого осуществлять передачу. Аналогично, приемники не запрещают использовать спектральное пространство другими приемниками. В некоторых моделях использования спектра расчет его использования приемником и передатчиком проводится отдельно, в других же – совместно.

Каждое пространство передатчика может быть описано частотой, пространством и временем (и, где возможно, модуляцией), в котором близкие частоты (полоса частот), географические территории (пространство) и время исключаются из использования посторонними приемниками. Пространство интереса передатчика может иметь почти сферическую форму или, наоборот, быть узконаправленным (из-за применения узколучевых приемных или передающих антенн с высоким коэффициентом усиления). Аналогичным образом, каждый приемник окружен пространством

интереса, где посторонние передатчики не могут располагаться, не создавая помех. Сумма этих "пузырей" составляет величину спектрального пространства, используемого системой. Остальной объем в измерении "геометрия-частота-время" остается неиспользованным и доступен для других передатчиков и приемников типа, определенного в эталонной системе.

"Пространство приемника", как полагают, является пространством, в пределах которого наличие гипотетического эталонного передатчика приведет к помехам приемнику. Предполагается, что местоположение приемника, так же как и другие его характеристики, известны. Но какими должны быть характеристики эталонного передатчика, который не должен допускаться в "запретное" пространство? Если эта полоса частот используется системой только одного типа, то разумно было бы остановить выбор на использовании характеристик передатчиков, связанных с этой системой. (Когда в этом контексте говорится о "характеристиках передатчика", имеются в виду все характеристики передающей системы в целом, в том числе частоты, полосы частот, мощности, диаграммы направленности, углы наведения антенны (если указывается), модуляция, длительности рабочего цикла, алгоритмы кодирования и т. д. Некоторые из этих характеристик будут включены в описание "B", относящегося к ширине полосы частот, другие – в "C", относящееся к пространству, а третьи – в "T", относящееся ко времени.)

Может быть выполнен специальный анализ в целях выяснения, остается ли в данной полосе частот какая-либо часть невоображаемого спектра. Могут использоваться различные технические модели, т. е. менее консервативная модель может предусматривать применение антенны эталонного передатчика, направленной в сторону от приемника. При анализе с целью определения величины свободного спектра, который можно было бы использовать без применения каких бы то ни было технических методов, следует выбирать наиболее консервативную из возможных моделей (антенна нацелена на приемник). Например, при анализе с целью определить, какое спектральное пространство останется для совместного использования с планируемой системой персональной связи (СПС), в качестве эталонных приемника и передатчика следует использовать характеристики системы СПС.

На вопрос "как много спектра используется?" простого ответа нет. Он зависит от того, каковы потребности существующих вариантов использования спектра, и как трудно спроектировать новое системное приложение.

Подробные вычисления

Уравнение (8-1) разделяет вычисление на измерение частоты, геометрического пространства и времени. Эти измерения определяют, какие факторы должны быть рассмотрены. Они не ограничивают возможность учета других факторов и не предполагают четкого разграничения между факторами.

Частотное пространство

Этот коэффициент учитывает влияние полосовых фильтров радиочастоты (РЧ) и промежуточной частоты (ПЧ), модуляции передатчика, включая ортогональность, занимаемой полосы частот, характеристик внеполосного подавления, обработки сигналов, допустимого отношения сигнал/помеха (S/I) и методов кодирования. Сюда должны быть включены гармоники основного сигнала и другие нежелательные излучения. В общем, в этот раздел необходимо включить все факторы, которые влияют на частотно-зависимую часть характеристик радиосистемы.

Геометрическое пространство

Этот коэффициент содержит все элементы, связанные с геометрическим пространством. Он включает физическое расположение компонентов системы, а также углы наведения и диаграммы направленности передающих и приемных антенн. Хотя геометрическое пространство всегда объемно, имеются случаи, когда интерес представляют меньше трех измерений. Например, рассматриваемое

геометрическое пространство спутниковых систем может быть конической формы, облучаемое либо глобальным, либо узким лучом; или в случае трехмерной встроенной системы, где расстояние повторного использования частот по вертикали диктует потребности системы в спектре. Другим примером является пространство, используемое для многих наземных приложений, таких как сухопутные подвижные системы и некоторые системы связи точка-точка. Рассматриваемое пространство может также заключаться в секторе углов вокруг точки (как в случае ряда остронаправленных антенн). Избирательность поляризации антенны должна рассматриваться как часть ее характеристик.

На коэффициент геометрического пространства будут, в частности, оказывать влияние модели распространения радиоволн, используемые для расчета потерь при прохождении радиоволны через геометрическое пространство. В более сложных моделях могут потребоваться базы данных о местности, являющиеся частью моделирования распространения радиоволн.

Время

Последним измерением является время. Оно включает все факторы, относящиеся к рабочему циклу, и представляет особую важность для систем, подобных радиолокационным или систем с известным циклом работы. Кроме того, вращающуюся антенну радиолокатора проще всего рассматривать как антенну с прерывистой временной характеристикой, хотя вращение антенны и ее узкий луч явно относятся к геометрическим факторам. Коэффициент заполнения рабочего цикла импульсной модуляции радиолокатора или сигнала системы многостанционного доступа с временным разделением каналов (МДВР) может рассматриваться как временной фактор и может быть включен в частотные коэффициенты в виде части допустимого отношения S/I .

Фактор времени в системах вещания, которые должны функционировать все время, равен единице. Если учитывать фактор времени, то потенциал увеличения эффективности может быть существенным.

Занятость спектра

Занятость спектра радиоканала тесно связана с временным фактором. Данные о занятости спектра представляют собой информацию о степени использования отдельных частотных каналов. Сообщение состоит из серии передач базовой и подвижных станций, разделенных временными паузами.

Поскольку в течение полной длительности такого сообщения канал для другого пользователя недоступен, занятостью, характеризующей уровень использования канала, является занятость сообщениями. Она определяется процентом времени на протяжении заданного периода проведения контроля, в течение которого канал занят такими сообщениями.

Занятость сообщениями, O_p , в определенном канале представляет собой сумму занятости передачами базовой станции, O_b , передачами подвижной станции, O_m , и паузами в передачах, O_g . Для дифференциации временных пауз между передачами и пауз между сообщениями используется контрольный интервал времени. Рекомендация МСЭ-R SM.1536 описывает методы измерения таких данных. Данные о занятости спектра содержат весьма полезную информацию для оценки использования спектра и эффективности радиосистемы.

Требуемые базы данных и модели

Расчет использования спектра и его эффективности требует большого количества данных, начиная с технических характеристик и мест расположения всех передатчиков и приемников в пределах частотной и географической областей расчетов. При этом подразумевается необходимость наличия подробных и обновляемых баз данных по управлению использованием частот. Дополнительно требуется и другая информация, другие модели, например, модели необходимого уровня сигнала,

отношения сигнал/помеха для эталонной и действующих систем в данной полосе частот. Наконец, для вычисления потерь на трассе распространения для полезного сигнала и помехи потребуются достаточно реалистичные модели распространения радиоволн. В зависимости от необходимой точности модели распространения радиоволн, для ее поддержки могут потребоваться базы данных о местности. Эти данные требуются для любой географической зоны, которая будет выбрана при проведении расчетов.

Полный расчет

Расчет использования спектра может быть выполнен для одной пары передатчик/приемник, либо для всей системы, включающей много передатчиков и приемников, либо для средств во всей полосе частот в умеренно большой зоне (например, в зоне большого города с пригородами). Если для анализа выбирается весьма малая зона, то на результатах может сказаться слишком большое влияние "краевых эффектов". И имеется большая вероятность того, что для большей зоны они окажутся статистически нехарактерными. Если выбирается слишком большая зона, то продолжительность времени компьютерного расчета и размер необходимых баз данных могут оказаться настолько значительными, что выполнить анализ окажется невозможным. Какая бы зона ни выбиралась, важно сделать реалистичные допущения в отношении выбранных эталонных моделей и уделить внимание зонам приемников и передатчиков.

Определение использования спектра в изложенном здесь виде характеризуется одним числом, представляющим величину спектрального пространства во всей рассматриваемой зоне. Поскольку общая картина будет состоять из суммы ответов, представляющих отдельные точки сетки, полезно было бы составить контурные карты или графики кумулятивного распределения, показывающие промежуточные результаты. Примеры таких результатов могли бы включать долю используемых (запрещаемых) или неиспользуемых (доступных для эталонной системы) частот для каждой точки сетки. Графики промежуточных результатов могут оказаться полезными при определении того, какие географические зоны и участки диапазона частот перегружены, с тем чтобы можно было уделить особое внимание решению проблем помех в этих зонах. Другие типы служб могут предложить конкретные промежуточные результаты, которые должны быть доступны для получения более глубокого представления об использовании данной полосы частот.

8.3 Второй метод вычисления использования спектра

Использование спектра может быть также оценено другими средствами, которые по существу составляют логическое расширение подхода, изложенного в Рекомендации МСЭ-R SM 1599. Это основано на специальной процедуре обозначения частот работающих радиостанций [Kovtunova *et al.*, 1999] и включает показатель использования спектра, который описывается уравнением $Z = \Delta F / \Delta F_0$, где ΔF – минимальная необходимая частотная полоса в терминах требований ЭМС для разрешения функционирования эксплуатационных обсуждаемых средств и ΔF_0 – анализируемая частотная полоса, в которой расположены фактические рабочие частоты работающих радиостанций. Вычисления основаны на определении ΔF при решении проблемы "коммивояжера" методом выбора "ближайшего соседа". В результате применение оптимального (или почти оптимального) нового алгоритма переназначений частот получим нижнюю границу использования спектра. Для получения реальных значений, ΔF определяется в соответствии с отдельной процедурой выбора нового частотного алгоритма обозначений для данных присвоения частоты, содержащихся в национальном регистре частоты [Zolotov *et al.*, 2001]. Преимущество этого метода в том, что он допускает сравнение различных частотных полос, даже если они используются радиостанциями, предоставляющими различные услуги, и не требует никаких специальных ресурсов.

8.4 Оценка экономического эффекта от использования спектра

Экономика – одна из важных составных частей эффективного использования спектра. Помимо технических характеристик радиостанций, экономика использования спектра определяется, прежде всего, тем, насколько метод, используемый органом по планированию (или координации) для присвоения частот действующим системам соответствует оптимальному (или почти оптимальному) методу. Таким образом, можно определить экономический эффект от использования спектра (или эффективность выполненных присвоений частоты) из отношения $\eta = Z_{opt}/Z_{real}$, где Z_{opt} – коэффициент использования спектра для действующих систем, который был бы достигнут, если бы частоты были присвоены в соответствии с оптимальным (или почти оптимальным) алгоритмом, и Z_{real} – коэффициент использования спектра для систем, основанных на фактических присвоениях частоты. Значения Z_{opt} и Z_{real} могут быть рассчитаны, используя или первый метод (п. 8.2 и Рекомендация МСЭ-R SM.1599), или второй метод (п. 8.3).

8.5 Применения

Администрации могут применять несколько способов измерения использования спектра [Haines, 1989]. Они включают:

- карты использования спектра, показывающие территории перегрузки спектра, где для обеспечения эффективного использования спектра необходимы ограничительные нормы и интенсивная координация;
- количественное сравнение интенсивности использования различных полос в каждом географическом регионе, помогающее планировать распределение спектра между конкретными службами; и
- периодические расчеты использования спектра в каждой полосе частот, чтобы выявить тенденции, которые можно использовать в целях стратегического планирования.

8.6 Использование спектра спутниковыми системами

Использование ресурса орбита-спектр рассматривается в п. 2.3 Справочника МСЭ-R по спутниковой связи (Фиксированная спутниковая служба), Женева, 2002 год.

8.7 Мера эффективности использования спектра

Эффективность использования спектра определяется как отношение передаваемой информации к величине используемого спектра.

$$\text{ЭИС} = M/U = M/(B \times S \times T), \quad (8-2)$$

где:

M : количество передаваемой информации

U : величина используемого спектра (см. уравнение (8-1)).

Эффективность использования спектра является технической мерой того, насколько эффективно кто-либо использует спектр. Выражение для эффективности использования спектра представляет собой общую концептуальную формулу, которую необходимо дополнить многими деталями, прежде чем ее можно будет применить к конкретной проблеме.

Для ряда систем величину передаваемой информации, M , можно легко выразить численно в бодах или единицах мегабайт/секунду и т. д. Это может быть не простым делом, т. к. трудно охарактеризовать скорость передачи информации в аналоговом канале, в радиолокации или например, в системах постоянной готовности таких, как система предупреждения о наводнениях. Является ли отсутствие самолета на экране радиолокатора сообщением с таким же количеством информации, как сообщение о наличии самолета? Как много информации несет передача предупреждений о наводнении при отсутствии наводнения? Эти вопросы представляют определенную трудность в присвоении численного значения количеству передаваемой информации.

Согласно принципам теории информации [Gallager, 1968], пропускная способность, C_0 , (или количество передаваемой информации) канала связи, по которому абонент или слушатель принимают полезное сообщение, определяется соотношением:

$$C_0 = F_0 \ln(1 + p_0), \quad (8-3a)$$

где F_0 – полоса частот полезного сообщения, а p_0 – отношение сигнал/шум на выходе приемника. Если отношение сигнал/шум на входе приемника равно защитному отношению p_s , а полоса частот канала связи, по которому передаются сигналы, равна F_m , то пропускная способность канала связи (C_p), согласно Рекомендации МСЭ-R SM.1046, составляет:

$$C_p = F_m \ln(1 + p_s) \quad (8-3b)$$

В качестве альтернативы может оказаться проще представить ответ в виде количества единиц трафика, например эрлангов, аналоговых каналов, ТВ каналов или радиолокационных каналов на единицу используемого спектра.

Меры эффективности использования спектра различны для разных типов систем или служб. Например, спектральное пространство, S , в уравнении (8-1) сильно отличается для системы связи точка-точка, спутниковой системы или системы сухопутной подвижной связи. Сравнение ЭИС различных систем становится бессмысленным ввиду различия систем отсчета. Однако уравнение (8-1) можно адаптировать к конкретному типу системы и использовать для сравнения в пределах систем того же типа.

8.7.1 Пример вычислений эффективности использования спектра

8.7.1.1 Сотовые и пикосотовые радиосистемы

Сотовые радиосистемы с меньшими ячейками способны передавать больший трафик. Концепция микросотовых систем с диаметром ячеек порядка 1 км и менее была введена в начале 1980-х годов. Эти системы, способные передавать огромное количество трафика, были использованы для организации персональной связи вне помещения.

Возникают также потребности в персональной связи внутри помещений. Из-за меньшей зоны охвата и меньшей необходимой мощности системы связи внутри помещений могут иметь размеры даже меньше микросотовых. Эти системы, имеющие ячейки диаметром в несколько десятков метров, способны обеспечить гораздо большую емкость системы, чем сотовые радиосистемы.

На основе уравнения (8-1) эффективность использования спектра сотовой или пикосотовой радиосистемы можно выразить через ширину полосы в эрлангах и площадь [Hatfield, 1977]:

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{количество передаваемой информации (эрланги)}}{\text{ширина полосы (Гц)} \times \text{площадь (м}^2\text{)}}, \quad (8-4)$$

где количество передаваемой информации отражает общий трафик, передаваемый системой, ширина полосы частот – общая величина спектра, используемого системой, и площадь – общая площадь зоны обслуживания, охватываемой системой.

8.7.1.2 Радиовещание и сухопутные подвижные системы связи

Полезный показатель эффективности использования спектра этих систем - векторная переменная:

$$\vec{E} = f(UEF, Z),$$

где:

UEF: фактор, который определяет меру "полезного действия", полученного за счет использования спектра рассматриваемыми системами

Z: показывает использование спектра, вовлеченного в получение этого полезного действия.

Совокупность этих двух факторов для обсуждаемых систем описана в [Pastukh *et al.*, 2002].

Системы звукового и телевизионного вещания

Фактор "полезного действия" может быть принят равным среднему числу радио или телевизионных каналов, которые могут быть получены отдельным пользователем, k_{mean} . Для географической области, составленной из I элементарных компонент области, это может быть выражено следующим образом:

$$UEF = k_{mean} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^I n_i k_i,$$

где:

n_i : число отдельных пользователей в i -том элементе области

k_i : число радио- или телевизионных каналов, которые могут быть получены внутри i -того элемента области

N : общее число отдельных пользователей в обсуждаемой географической области.

Сухопутные подвижные системы связи

Полноценность системы связи с подвижными объектами определяется возможностью предоставления пользователям возможности связи по радио с другими пользователями, расположенными где-нибудь внутри географической области. Полезность может быть рассчитана по формуле

$$UEF = \left(\frac{N_{sub}}{N} \right) \left(\frac{S_{serv}}{S} \right),$$

где:

N и S : число отдельных пользователей, живущих внутри рассматриваемой географической области и размер этой географической области, соответственно

N_{sub} : число пользователей систем связи с подвижными объектами

S_{serv} : район обслуживания, охваченный этими системами.

Дополнительная информация относительно применения этого подхода к радиовещанию и сухопутным подвижным системам представлена в [Pastukh *et al.*, 2002].

8.7.2 Показатель качества спектра (ПКС) (использование спектра, связанное с запросами)

Эффективность использования спектра можно также рассчитать на основе реальной загруженности канала или реального трафика системы. Это дает непосредственную меру количества информации, передаваемой в данной среде. Понятие показателя качества спектра (ПКС) обеспечивает меру эффективности использования спектра радиосистемой или службой в данной полосе частот на данной территории с учетом занимаемого спектра, ценности спектра и запрещаемого спектра.

8.7.2.1 Мера качества спектра

Показатель ценности спектра Г

В рамках конкретной службы потребности в радиочастотном спектре распределены по географической зоне неравномерно. Например, в сухопутной подвижной службе потребности сконцентрированы в городских зонах, а максимальные потребности приходятся на центральные части крупных городов. Соответственно, спектр имеет более высокую ценность в зонах с большими потребностями по сравнению с зонами с малыми потребностями. Спектр не представляет ценности там, где в нем нет необходимости. Запрещаемый спектр имеет большее значение в зонах с высокой потребностью в спектре, чем в малонаселенных районах.

В городских зонах может оказаться невозможным узнать истинную потребность в определенных участках спектра. Желание получать услугу, предоставляемую с использованием рассматриваемого участка спектра, может не выражаться в виде заявления на получение лицензии, поскольку потенциальный пользователь знает, что полоса частот перегружена, или в силу регуляторных ограничений. Тем не менее, при оценке относительной потребности в спектре в какой-либо зоне в качестве первого приближения можно принять количество единиц занимаемого спектра.

Для понимания смысла показателя ценности спектра Γ рассмотрим географический район, охватываемый объемом V . Разделим объем V на кубы равного размера. Потребности в каждом кубе различны и представляются числом единиц занимаемого спектра в каждом кубе (произведение ширины полосы, пространства и времени). Чем выше потребности в кубе, тем выше показатель ценности спектра. Эта ценность может быть выражена математически величиной Γ и имеет численное значение в пределах от 0,0 до 1,0, причем большее число указывает на более высокую ценность спектра. Математически показатель ценности спектра в кубе $\Gamma(n)$ прямо пропорционален числу единиц спектра, $\beta_i(n)$, запрашиваемых в кубе.

Соответственно,

$$\Gamma(n) = \beta_i(n) / \beta_{\text{общ}},$$

где:

$\beta_{\text{общ}}$: общие потребности в объеме V .

Показатель качества спектра (ПКС)

ПКС применяется в качестве относительной меры эффективности использования спектра в одной и той же радиослужбе. Он соответственно определяется соотношением:

$$\text{ПКС} = \frac{\text{Общий взвешенный занимаемый спектр}}{\text{Общий взвешенный (занятый + запрещенный) спектр}} \quad \text{или}$$

$$\text{ПКС} = \frac{\sum \Gamma(n) \beta_i(n)}{\sum \Gamma(n) \{ \beta_i(n) + D_i(n) \}}, \quad (8-5)$$

где $D_i(n)$ – число единиц запрещаемого спектра в кубе; n , в дополнение к единицам спектра, используемым для связи; $D_i(n)$ называется "запрещаемый спектр".

Соответственно, включение в расчеты ПКС показателя ценности спектра Γ эффективно отражает относительное распределение потребностей в спектре в рассматриваемой зоне. Эта модель может служить показателем степени эффективности управления использованием спектра для удовлетворения потребностей и применяется при оценке использования спектра.

Применение ПКС

ПКС может использоваться для абсолютных и сравнительных измерений в конкретной области в рамках конкретной службы. Абсолютные измерения могут быть использованы, если известны все параметры системы.

При сравнительных измерениях применительно к конкретной службе можно сравнивать различные системы или методы, например, метод расширения спектра и МДЧР/ЧМ или цифровую и аналоговую модуляцию. Использование ПКС для сравнения методов, применяемых в различных службах, не представляется возможным ввиду различия моделей для двух служб.

На качество использования спектра может оказывать влияние ряд факторов, например:

- характеристики распространения радиоволн;
- характеристики распределения потребностей;
- доступная технология; и
- требования к качеству (классу обслуживания).

8.8 Отношение значений эффективности использования спектра или относительная эффективность использования спектра

Как описано в предыдущих разделах, в целях получения относительной эффективности использования спектра (ОЭИС) систем можно рассчитать и реально сравнить значения ЭИС для ряда различных систем, показатель, который может быть использован при анализе распределения спектра. Такое сравнение, однако, следует проводить с осторожностью.

Величина относительной эффективности использования спектра (ОЭИС) определяется как отношение двух значений эффективности использования спектра (ЭИС), одно из которых может быть эффективностью системы, используемой при сравнении в качестве эталона.

В этом случае:

$$ОЭИС = \frac{ЭИС}{ЭИС \text{ эталон}}, \quad (8-6)$$

где:

ЭИС эталон: эффективность использования спектра "эталонной" системы

ЭИС: эффективность использования спектра существующей системы.

Вероятными претендентами на эталонную систему являются:

- наиболее эффективная практически осуществимая система;
- система, которую можно легко определить и понять;
- широко используемая система, то есть, система, служащая де-факто промышленным эталоном.

ОЭИС является положительным числом в диапазоне от нуля до бесконечности. Если в качестве эталонной выбирается идеальная или наиболее эффективная система, то ОЭИС обычно изменяется в пределах от нуля до единицы.

8.8.1 Описание концепции

Концепция ОЭИС может эффективно использоваться для сравнения двух систем, работающих в одной и той же службе, ибо тогда можно выбрать соизмеримые параметры. В этом случае отношение двух вычисленных значений ЭИС может оказаться более полезным, чем численные значения двух эффективностей. Отношение двух значений ЭИС покажет, например, что эффективность системы А (использующей только половину спектрального пространства или передающей вдвое больший объем информации) в два раза выше эффективности системы В.

Основное преимущество непосредственного расчета ОЭИС состоит в том, что его нередко выполнить намного проще, чем рассчитать значения ЭИС. Поскольку системы работают в одной и той же службе, они обычно обладают многими общими факторами (иногда даже физическими компонентами). Это означает, что многие факторы будут "исключаться" из расчета до тех пор, пока не появится действительная необходимость в их вычислении. Часто это существенно упрощает расчеты.

Например, в работах [Vykhovsky, 1979 and Vykhovsky and Pavliuk, 1986 and 1987] предложен критерий, основанный на сравнении ширины полосы частот (F_c), необходимой для передачи данного объема информации (т. е. обеспечивающей данное число каналов связи или радиовещания) в реальной радиосети, с оптимальной шириной полосы частот (F_{opt}) идеальной радиосистемы с той же пропускной способностью связи. Этот критерий эффективности использования спектра (M_u) определяется выражением $(M_u) = F_{opt}/F_c$. Такая идеальная система обеспечивала бы оптимальное использование спектра и обладала бы идеальными радиочастотными характеристиками (с точки зрения нежелательных излучений передатчика, побочных характеристик приема в приемнике, параметров антенн и т. д.). Характеристики такой идеальной радиосистемы можно выразить на основании выражений (8-3a) и (8-3b) в виде:

$$P_s = (1 + p_0)^{F_0/F_m} - 1 \quad (8-7)$$

Если коэффициент ОЭИС сводится к отношению одного параметра, он не обязательно должен отражать картину в целом. Например, использование на фиксированных радиорелейных линиях цифровой модуляции с большим числом уровней (256-КАМ) позволяет значительно сузить полосу частот по сравнению с модуляцией при более низком числе уровней (16-КАМ) [Hinkle and Farrar, 1989]. При простом сравнении необходимой ширины полосы частот можно было бы предположить, что система 256-КАМ примерно в 4 раза эффективнее системы 16-КАМ. Однако более тщательный анализ показывает, что для системы 256-КАМ необходимы большие значения отношений сигнал/шум и может допускаться меньшая величина помех. Потребность в большей независимости от помех перечеркивает преимущество от узкой полосы частот, и в действительности система 256-КАМ может быть менее эффективна, чем система 16-КАМ [Hinkle and Farrar, 1989].

Ранее указывалось на необходимость оценивать все факторы, которые потребовались бы при расчете ОЭИС, а не основывать ОЭИС только на одном очевидном факторе. Может также потребоваться вычислить ОЭИС для всей полосы частот, а не выполнять расчеты только для одной линии или одной системы.

8.8.2 Пример ОЭИС для сухопутной подвижной службы

С учетом определения ОЭИС (8-6) в данном примере принята эталонная система, которая может использовать близкую к оптимальной стратегию частотных присвоений. Подробно эта стратегия изложена в [Delfour and DeCouvreur, 1989 and Delfour and Towaij, 1991]. Оптимальная стратегия частотных присвоений (ОСЧП) была разработана для диспетчерской связи сухопутной подвижной службы. В этой службе типичными пользователями диспетчерской связи являются такси, полиция, система доставки и т. д. Эти системы состоят из базовых и связанных с ними подвижных станций, работающих в пределах определенной зоны охвата. В зависимости от числа подвижных станций диспетчерская служба может использовать свои каналы совместно с другими пользователями.

В соответствии с близкой к оптимальной стратегией частотных присвоений, основанной на установленных критериях помех, в predeterminedенных местоположениях в пределах данной географической зоны присваивается максимальное количество частот. Стратегия частотных присвоений не только учитывает распределение потребностей в трафике, но и обеспечивает разумную гибкость расположения присвоений.

Эта модель основана на следующих предположениях:

- будущие потребности, вероятно, будут взаимосвязаны с существующим демографическим распределением трафика;
- для целей анализа географическая зона, представляющая интерес, разделяется на сетку из одинаковых квадратов, размер которых определяется критериями помех, используемыми в рассматриваемой полосе частот;
- используемая единица времени непосредственно связана со средней нагрузкой в часы наибольшей нагрузки;
- за единицу частоты принимается ширина полосы частот одного радиоканала, используемого в оцениваемой полосе частот;
- потребность в единицах спектра, $B_i(n)$, в пределах квадрата непосредственно связана с общей занятостью, $O_i(n)$, в этом квадрате в эрлангах:

$$B_i(n) = C O_i(n) \quad (8-8)$$

- число единиц спектра, затребованных в 1-ом канале в n -ом квадрате, определяется примерно:

$$B(n, i) = C O(n, i), \quad (8-9)$$

где:

C: константа, определяемая размером сетки и шириной полосы канала, используемой в рассматриваемой полосе частот;

- для служб общественной безопасности и для других служб могут быть использованы различные коэффициенты загрузки. При совместном использовании емкости несколькими системами также могут быть сделаны допуски.

В этой модели уравнение приобретает вид:

$$O_{ЭИС} = \frac{\text{Взвешенная фактическая занятость}}{\text{Взвешенная занятость по ОСЧП}}$$

8.8.2.1 Описание модели

Эта модель исходит из концепции, что спектр в конкретной географической зоне имеет определенную ценность, соответствующую общей потребности в трафике в зоне. Эта концепция также указывает на то, что из-за трехмерности спектра (объем, время, ширина полосы частот), заявки ряда пользователей могут быть отклонены. Величина запрещаемого спектра определяется уровнем помех, испытываемых другими системами при работе вблизи рассматриваемой радиосистемы. В модели используется фактическое распределение потребностей в виде средней загрузки канала в час наибольшей нагрузки.

На основании описанной выше модели можно сделать следующие наблюдения:

1. Основное влияние на качество использования спектра оказывает нагрузка трафика в центральной части города. Эффективность управления использованием спектра может измеряться максимальным количеством свободных от помех частот, имеющих в центрах основных городов с наиболее напряженным трафиком.
2. При присвоении частот за пределами городских центров с напряженным трафиком следует проявлять осторожность, чтобы избежать присвоений, предназначенных центру.
3. В новых или вновь планируемых полосах частот можно применить близкую к оптимальной стратегию присвоений, с тем, чтобы в целях удовлетворения потребностей обеспечить максимальное число свободных от помех частотных присвоений.
4. Близкая к оптимальной стратегия присвоений может привести к более высокому качеству использования спектра и в то же время упростить процесс присвоения частот, благодаря предварительно выбранным свободным от помех частотам в рассматриваемой зоне.

8.9 Выводы

Приведенные выше описания мер использования спектра, эффективности использования спектра (ЭИС) и относительной эффективности использования спектра (ОЭИС) служат отправной точкой для расчетов, ведущих, в конечном счете, к сравнению эффективности двух систем, используемых в одной и той же службе. При применении этой теории к конкретным случаям использовались различные подходы. Часто эти конкретные случаи применения приводят к получению промежуточных результатов, позволяющих, например, получить лучшее представление о том, в каких местах уже наблюдается перегрузка спектра, возможно, в виде контурных карт или графиков зависимости кумулятивных распределений в географической зоне от процента имеющихся частот для эталонной системы.

Предлагается ряд мер, которые, при их внедрении в рамках ограниченных технических и финансовых ресурсов, помогут реализовать имеющийся потенциал повышения эффективности использования спектра.

1. Оптимизировать (при разработке новых средств и модернизации радиосистем) электромагнитные параметры системы, определяющие частотно-пространственный объем, с целью уменьшения этого объема, тем самым потенциально облегчая совместное использование частот различными службами и размещения в данной зоне большего числа сетей.
2. Планировать сети относительно номинальных характеристик радиосистем, уменьшая, в частности, излишние "запасы" мощности передатчика, высоту антенны, напряженность поля принимаемого сигнала и т. д.
3. С точки зрения эффективности использования спектра применять конфигурации сетей службы радиосвязи и радиовещания, по возможности, приближающиеся к теоретически оптимальным сетям.
4. В целях эффективного использования полос частот применять такие методы модуляции и параметры аппаратуры, чтобы как можно ближе подойти к потенциальным пределам, достигаемым соответствующей "идеальной радиосистемой".
5. Использовать фактор времени вместе с соответствующей системой для получения большей эффективности спектра.

Справочные документы

- BYKHOVSKY, M. [1979] Optimalnoe chastotnoe planirovanie odnoproletnykh RRL na selskoi seti (Optimum frequency planning of single section radio-relay links in a rural network). *Electrosvyaz*, 5, p. 47-52.
- BYKHOVSKY, M. and PAVLIOUK, A. [1986] Effectivnost ispolzovania radioresursa v sistemah sukhoputnoi svyazi (Spectrum utilization efficiency in land mobile communication systems). Eighth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p. 1103-1111.
- BYKHOVSKY, M. and PAVLIOUK, A. [1987] Kritery effektivnosti ispolzovania radioresursa v setyah radiosvyazi i veshchania (Criterion for efficient spectrum use in communication and broadcasting networks). *Radiotekhnika*, 4, p. 34-38.
- DELFOUR, M. C. and DECOUVREUR, G. A. [August 1989] Interference-free grids – Part I and Part II. *IEEE Trans. on Electromagn. Compati.*, Vol. 31, 3.
- DELFOUR, M. C. and TOWAII, S. J. [May 1991] Spectrum quality indicators for the land mobile systems. IEEE Vehic. Techn. Conference, St. Louis, Missouri, United States of America.
- GALLAGER, R. G. [1968] *Information Theory and Reliable Communication*. John Wiley and Sons, New York, London, Sydney, Toronto.
- HAINES, R. H. [1989] An innovative technique for quantifying and mapping spectrum use. 1989 IC&C Executive Forum, Washington, D.C., United States of America.
- HATFIELD, D. N. [August 1977] Measures of spectral efficiency in land mobile radio. *IEEE Trans. on Electromagn. Compati.*, VOL. EMC-19, 3, p. 266-268.
- HINKLE, R. L. and FARRAR, A. A. [May 1989] Spectrum-Conservation Techniques for Fixed Microwave Systems. NTIA Report TR-89-243.
- KOVTUNOVA, I. G., TSVETKOV, S. A. and YAKIMENKO, V. S. [1999] Metodika otsenki zagruzki radiochastotnogo spektra v territorialnom raione (Method of determining utilization of the radio spectrum in a geographical area). *Radiotekhnika*, 6.
- PASTUKH, S. Y., KHARITONOV, N. I., TSVETKOV, S. A. and YAKIMENKO, V. S. [2002] Upravleniye radiochastotnym spektrom i otsenka effektivnosti ego ispolzovania (Radio spectrum management and assessment of utilization efficiency). *Elektrosvyaz*, 12.
- ZOLOTOV, S. I., KOVTUNOVA, I. G., TSVETKOV, S. A. and YAKIMENKO, V. S. [2001] Metod otsenki effektivnosti sposobov naznacheniya chastot RES v territorialnom raione (Method of assessing the effectiveness of distributing radio frequencies in a geographical area). *Elektrosvyaz*, 9.

Библиография

DROZD, A. [2005] *A New Challenge for EMC: Policy Defined Radio*. IEEE EMC, Society Newsletter, Winter 2005.

MAYHER, R. J., HAINES, R. H., LITTS, S. E., BERRY, L. A., HURT, G. F. and WINKLER, C. A. [1988] *The SUM data base: A new measure of spectrum use*. NTIA Report 88-236, US Dept. of Commerce, Washington, D. C., United States of America.

Документы МСЭ-R

Справочник МСЭ-R по спутниковой связи (2002 г.)

Справочник МСЭ-R по радиоконтролю (2002 г.)

Справочник МСЭ-R по компьютерным методам управления использованием спектра (2005 г.)

Справочник МСЭ-R по цифровому наземному телевидению (2002 г.)

Рек. МСЭ-R F.699 Эталонные диаграммы излучения антенн радиорелейных систем прямой видимости для использования при координации и определения интерференции в диапазоне частот от 1 до примерно 40 ГГц

Рек. МСЭ-R S.465 Эталонная диаграмма направленности антенны наземной станции для координации и оценки помех в диапазоне частот от 2 до примерно 30 ГГц

Рек. МСЭ-R S.580 Диаграммы направленности для использования в качестве норм проектирования антенн земных станций, работающих с геостационарными спутниками

Рек. МСЭ-R S.731 Эталонная диаграмма направленности земной станции по перекрестной поляризации для использования при координации и оценки помех в диапазоне частот от 2 до примерно 30 ГГц

Рек. МСЭ-R SM.182 Автоматический контроль занятости радиочастотного спектра

Рек. МСЭ-R SM.326 Определение и измерение мощности амплитудно-модулированных радио передатчиков

Рек. МСЭ-R SM.328 Спектры и ширина полосы излучений

Рек. МСЭ-R SM.329 Побочные излучения

Рек. МСЭ-R SM.331 Шум и чувствительность приемников

Рек. МСЭ-R SM.332 Избирательность приемников

Рек. МСЭ-R SM.337 Частотный и территориальный разнос

Рек. МСЭ-R SM.377 Точность измерения частоты на станциях, используемых для международного радиоконтроля

Рек. МСЭ-R SM.378	Измерение напряженности поля на станциях радиоконтроля
Рек. МСЭ-R SM.443	Измерение ширины полосы частот на станциях радиоконтроля
Рек. МСЭ-R SM.575	Защита фиксированных контрольных станций от радиопомех
Рек. МСЭ-R SM.667	Данные, необходимые для управления использованием спектра на национальном уровне
Рек. МСЭ-R SM.668	Электронный обмен информацией для целей управления использованием спектром
Рек. МСЭ-R SM.669	Защитные отношения для изучения совместного использования спектра
Рек. МСЭ-R SM.851	Совместное использование частот радиовещательной службой и фиксированной и/или мобильной службами в диапазонах ОВЧ и УВЧ
Рек. МСЭ-R SM.852	Чувствительность радиоприемников для излучений класса F3E
Рек. МСЭ-R SM.853	Необходимая ширина полосы частот
Рек. МСЭ-R SM.854	Пеленгация контрольными станциями сигналов ниже 30 МГц
Рек. МСЭ-R SM.855	Многофункциональные системы электросвязи
Рек. МСЭ-R SM.856	Новые методы и системы, позволяющие эффективно использовать радиочастотный спектр
Рек. МСЭ-R SM.1009	Совместимость радиовещательной службы (звук) на частоте приблизительно 87–108 МГц и воздушных радиослужб на частоте 108–137 МГц
Рек. МСЭ-R SM.1045	Допустимое отклонение частоты передатчиков
Рек. МСЭ-R SM.1046	Определение использования спектра и эффективности системы радиосвязи
Рек. МСЭ-R SM.1047	Управление использованием спектра на национальном уровне
Рек. МСЭ-R SM.1048	Рекомендации по проектированию для базовой автоматизированной системы управления использованием спектра (BASMS)
Рек. МСЭ-R SM.1049	Метод управления использованием спектра, предназначенный для облегчения частотных присвоений наземным службам в пограничных районах
Рек. МСЭ-R SM.1050	Задачи службы радиоконтроля
Рек. МСЭ-R SM.1051	Приоритетность в определении и устранении вредных помех в полосе 406–406,1 МГц
Рек. МСЭ-R SM.1052	Автоматическая идентификация радиостанции
Рек. МСЭ-R SM.1053	Методы улучшения точности пеленгации ВЧ на фиксированных станциях
Рек. МСЭ-R SM.1054	Мониторинг радиоизлучений с космического корабля контрольными станциями
Рек. МСЭ-R SM.1055	Использование методов распространения спектра
Рек. МСЭ-R SM.1056	Ограничение излучения производственного, научного и медицинского (ISM) оборудования
Рек. МСЭ-R SM.1131	Факторы, которые должны учитываться при распределении спектра на всемирной основе

- Рек. МСЭ-R SM.1132 Общие принципы и методы разделения между службами радиосвязи или между радиостанциями
- Рек. МСЭ-R SM.1133 Использование спектра обобщенными службами
- Рек. МСЭ-R SM.1134 Интермодуляционные вычисления помех в сухопутных передвижных службах
- Рек. МСЭ-R SM.1135 Коды SINPO и SINPFEMO
- Рек. МСЭ-R SM.1138 Определение необходимой ширины полосы частот с примерами расчета и соответствующими примерами обозначения излучений
- Рек. МСЭ-R SM.1139 Международная система радиоконтроля
- Рек. МСЭ-R SM.1140 Тестовые процедуры для измерения характеристик приемника воздушных радиослужб, используемых для определения совместимости радиовещательной службы в полосе приблизительно 87–108 МГц и аэронавигационных служб в полосе 108–118 МГц
- Рек. МСЭ-R SM.1235 Влияние помех на качественные характеристики работы систем с цифровой модуляцией
- Рек. МСЭ-R SM.1265 Новые методы распределения частот
- Рек. МСЭ-R SM.1266 Адаптивные СЧ/ВЧ системы
- Рек. МСЭ-R SM.1267 Сбор и публикация данных мониторинга для помощи в присвоении частоты геостационарным спутниковым системам
- Рек. МСЭ-R SM.1268 Применяемый на станциях радиоконтроля метод измерения максимальной девиации частоты радиовещательных ЧМ излучений
- Рек. МСЭ-R SM.1269 Классификация радиопеленгов
- Рек. МСЭ-R SM.1270 Дополнительная информация для целей радиоконтроля, относящаяся к классификации и обозначению излучения
- Рек. МСЭ-R SM.1271 Эффективное использование спектра при помощи вероятностных методов
- Рек. МСЭ-R SM.1370 Рекомендации по проектированию для разработки расширенных автоматизированных систем управления спектром
- Рек. МСЭ-R SM.1392 Основные требования к станции радиоконтроля для развивающихся стран
- Рек. МСЭ-R SM.1393 Общие форматы для обмена информацией между станциями радиоконтроля
- Рек. МСЭ-R SM.1394 Общий формат для меморандума о взаимопонимании между странами, договорившимися о взаимодействии по вопросам радиоконтроля
- Рек. МСЭ-R SM.1413 Словарь данных радиосвязи для заявления и координации
- Рек. МСЭ-R SM.1446 Определение и измерение интермодуляционных процессов в передатчике, использующем частоту, фазу или сложные методы модуляции
- Рек. МСЭ-R SM.1447 Контроль области радиопокрытия сетей сухопутной подвижной связи с целью проверки на соответствие с лицензией

- Рек. МСЭ-R SM.1448 Определение координационной зоны вокруг земной станции в полосах частот от 100 МГц до 105 ГГц
- Рек. МСЭ-R SM.1535 Защита служб безопасности от нежелательных излучений
- Рек. МСЭ-R SM.1536 Измерения занятости радиочастотного канала
- Рек. МСЭ-R SM.1537 Автоматизация и интеграция систем радиоконтроля с автоматическим управлением использованием спектра
- Рек. МСЭ-R SM.1538 Технические и эксплуатационные параметры для устройств радиосвязи малого радиуса действия
- Рек. МСЭ-R SM.1539 Изменение границы между внеполосными и побочными излучениями, необходимые для применения Рекомендация МСЭ-R SM.1541 и МСЭ-R SM.329
- Рек. МСЭ-R SM.1540 Нежелательные излучения в области внеполосных излучений, попадающие в соседние распределенные полосы
- Рек. МСЭ-R SM.1541 Нежелательные излучения в области внеполосных излучений
- Рек. МСЭ-R SM.1542 Защита пассивных служб от нежелательных излучений
- Рек. МСЭ-R SM.1598 Методы радиопеленгации и обнаружения местоположения для сигналов многостанционного доступа с временным и кодовым разделением каналов
- Рек. МСЭ-R SM.1599 Определение географического и частотного распределения фактора использования спектра для целей частотного планирования
- Рек. МСЭ-R SM.1600 Техническая идентификация цифровых сигналов
- Рек. МСЭ-R SM.1603 Перераспределение спектра как метод управления использованием спектра на национальном уровне
- Рек. МСЭ-R SM.1604 Главные принципы расширенной системы управления спектром в развивающихся странах
- Рек. МСЭ-R SM.1633 Анализ совместимости между пассивными службами и активными службами, которым распределены соседние и близлежащие полосы частот

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОБУЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА

1 Введение

Автоматизированная система управления использованием спектра – большая и потенциально сложная информационная система, которая включает в себя обширную базу данных заявок и лицензий, сведения о распределении частот, географическую информацию и другие данные. Обучение работе с такой системой – это необходимый элемент работы любой администрации по управлению использованием спектра, направленный на подготовку персонала к исполнению служебных обязанностей. При быстром развитии систем радиосвязи обучение должно быть непрерывным, последовательным процессом. От персонала по управлению использованием спектра требуются обширные познания в областях, связанных с радиочастотным спектром и радиослужбами. Оборудование и программное обеспечение зачастую является узкоспециализированным, и не используются нигде за пределами администрации. Таким образом, необходимо подготовить определенные программы обучения и привлечь квалифицированных преподавателей.

Курсы обучения должен быть приспособлены к штатному расписанию, чтобы дать возможность обучить различные категории персонала, перечисленные ниже в п. 2, и требующие различных курсов обучения. Эти курсы могут быть составлены из стандартных модулей или модулей, каждый из которых охватывает определенные разделы по управлению использованием спектра. Курсы обучения могут быть разделены на три больших категории:

- базовый курс обучения (обучение нового персонала);
- обучение без отрыва от производства;
- повышение квалификации.

Более подробно эти категории рассмотрены ниже в п. 3. Кроме того, могут потребоваться краткосрочные вводные курсы и/или долговременное, более глубокое обучение. Краткосрочные курсы, проводимые в течение недели или двух, могут обеспечить полный обзор управления использованием спектра, охватить некоторые разделы, перечисленные ниже в п. 3.3, или дать обучаемым представление об определенной системе управления использованием спектра. Долговременное обучение направлено на более глубокое понимание определенных разделов или детальное понимание функционирования системы.

Обучение работе с автоматизированной системой управления использованием спектра обычно базируется на информации, которая содержится в документации, имеющейся в системе. Изготовитель обычно поставляет вместе с системой следующую документацию:

- стандартную документацию на оборудование и программное обеспечение;
- системную документацию, которая служит набором справочников и руководств, а не описанием процедур управления использованием спектра.

Для каждого курса обучения должен быть подготовлен набор учебных материалов, включая материалы для обучаемых и руководства для преподавателя. Каждый обучаемый должен получить копию учебных материалов, включая слайды, руководства и другие материалы. Эти материалы должны храниться в агентстве по управлению использованием спектра, готовые для использования, особенно в тех случаях, когда наблюдается высокая текучесть кадров.

Это Приложение содержит краткое изложение программы и правил обучения управлению использованием спектра, связанного с приобретением автоматизированных систем управления спектра. Обучение управлению использованием спектра и радиоконтролю также рассматривается в Рекомендации МСЭ-R SM.1370 "Рекомендации по проектированию для разрабатываемой расширенной автоматизированной системы управления использованием спектра" (последняя версия) и в п. 2.8 Справочника МСЭ-R по радиоконтролю, Женева, 2002 год.

2 Навыки, которые необходимо получить обучаемым

Персонал по управлению использованием радиочастотного спектра обязан иметь представление о широком диапазоне радиослужб, систем и административных действий. Поэтому требуется разнообразный персонал, обладающего большим разнообразием навыков и опыта так, чтобы в администрации был представлен широкий диапазон знаний и навыков. Штат администрации обычно включает следующие типы персонала:

- *Менеджеры:* Люди, отвечающие за руководство проектом и системные действия.
- *Технические пользователи:* Инженеры, техники и специалисты, отвечающие за разработку радиосредств, технический анализ и присвоение частот (пользователи программных средств управления использованием спектра).
- *Административные пользователи:* Люди, отвечающие за решение административных задач (то есть, обработку заявок, составление счетов, подготовку отчетов).
- *Специалисты по информационной технологии:* Люди, отвечающие за установку, обслуживание системы, хранение данных, и управление пользователями.

Знание и навыки, которыми эти различные типы персонала должны обладать, следующие:

- *Менеджеры*
 - Организация регуляторного органа
 - Цели, стратегия, текущие и будущие дела регуляторного органа по управлению использованием спектра
 - Административные задачи, связанные с управлением использованием спектра
 - Проектирование и планирование систем радиосвязи
 - Обработка сигнала и теория информации
 - Распространение радиоволн
 - Анализ воздействия помех
 - Частотное планирование
 - Элементарные знания по использованию компьютера

- *Технические пользователи*
 - Распространение радиоволн
 - Анализ воздействия помех
 - Частотное планирование
 - Элементарные знания по использованию компьютера и глубокие знания соответствующего прикладного программного обеспечения, например обработка текста, анализ таблиц, программного обеспечения управления использованием спектра
- *Административные пользователи*
 - Организация регуляторного органа
 - Административные задачи, связанные с управлением использованием спектра
 - Элементарные знания по использованию компьютера, включая Microsoft Windows
- *Специалисты по информационной технологии*
 - Операционные системы
 - Элементарные знания прикладного программного обеспечения, используемого системой
 - Управление реляционной базой данных
 - TCI/IP, ЛВС и WAN сети.

Некоторые из этих навыков могут быть получены в ходе ежедневных контактов, при помощи консультантов или в результате взаимодействия с другими правительственными агентствами. В некоторых случаях, организации управления использованием спектра не будут требовать высокой степени специализированных навыков по каждой из этих тем, но будут нуждаться в ясном понимании основополагающих принципов. Чтобы быть хорошо подготовленным для работы, некоторые категории персонала, особенно менеджеры, должны иметь многолетний опыт работы в области управления использованием спектра.

3 Темы для курсов

Администрация должна разработать план обучения, который был бы актуальным и подходящим для ее потребностей. Обучение использованию новых систем, как правило, требуется, и обычно обеспечивается поставщиком системы. Необходимо регулярное базовое обучение по вводным темам для нового персонала, чтобы заменить потери при текучке кадров. Необходимы также долговременные планы, чтобы дать возможность изучения новых тем для опытного персонала, обеспечивая профессиональный рост кадров.

В этом разделе перечислены рекомендованные темы для курсов обучения. Существуют определенные различия между странами, связанные с их юридическими системами, административными структурами, системами образования и системами управления использованием спектра. Кроме того, навыки, требуемые от персонала службы радиоконтроля, зависят от определенных задач. Поэтому, данные здесь рекомендованные темы для курсов должны рассматриваться как рекомендации и могут быть откорректированы в зависимости от требований каждой администрации.

Например, приблизительно 3/4 тем программы обучения может быть посвящено управлению использованием спектра и приблизительно 1/4 – радиоконтролю, как это сделано в программе, определенной в Рекомендации МСЭ-R SM.1370.

Персонал, описанный выше в п. 2, должен иметь общие знания и понимание принципов, перечисленных в этом разделе; однако, если администрация приобретает новую систему, то потребуется определенное обучение персонала навыкам работы в этой системе.

3.1 Рекомендованный курс обучения для системы, описанной в Рекомендации МСЭ-R SM.1370; полезный пример базового обучения

Рекомендация МСЭ-R SM.1370 описывает элементы расширенной автоматизированной системы управления использованием спектра (ASMS), призванной помочь администрациям в выполнении обязанностей по управлению использованием спектра. Рекомендация перечисляет темы, которые должны быть охвачены в курсе обучения работе на ASMS. Продолжительность рекомендованных модулей курса продумана для обучения использованию автоматизированных систем управления использованием спектра, как описано в Рекомендации МСЭ-R SM.1370. Продолжительность обучения может быть существенно увеличена в большинстве случаев, когда преподается общая тема управления использованием спектра, особенно для аудитории предполагаемых менеджеров спектра, плохо знакомых с темой.

Обучение, рекомендованное в Рекомендации МСЭ-R SM.1370 – полезный пример базового обучения. Принятие нового персонала в организацию – это непрерывный процесс. Администрации обычно принимают на работу инженеров, только что окончивших институт, и обучают их – либо в своих учебных центрах либо, назначая их в различные отделы на небольшой промежуток времени, чтобы они могли понять весь процесс управления использованием спектра. Обучение этого нового персонала может осуществляться в соответствии с рекомендациями по обучению, приведенными в Рекомендации МСЭ-R SM.1370.

Следующий перечень является кратким изложением курса обучения, рекомендованного в Рекомендации МСЭ-R SM.1370:

Приложения управления использованием спектра (1 день). Включает введение в управление использованием спектра и объяснение роли системы управления использованием спектра

Понимание структуры системы управления использованием спектра (1 день). Включает обсуждения структуры системы и составу подсистем.

Понимание и применение подсистем управления использованием спектра (10 дней). Включает понимание и использование подсистем для выдачи лицензий на использование спектра, технического анализа, международной координации/нотификации, выставления счетов и оплаты, сертификации оператора радиосвязи, продавца радиосредств (дилера), типы приемочных испытаний, инспекционные проверки, планирование управления, системное администрирование и интерфейс с системой радиоконтроля. Этот курс также включает рассмотрение справочных системных таблиц.

Понимание проекта и графика его внедрения (1,5 дня). Включает понимание возможностей проекта и осмысление того, как объединены различные подсистемы, график внедрения и его влияние, и обязанности подрядчика и администрации.

Подсистема выдачи лицензий (3 дня). Включает ввод данных из заявок на лицензию использования частот, разрешение на эксплуатацию станции, выставление счета, издание/изменение/отмена/продление лицензий, поиск информации в базах данных, составление и понимание отчетов.

Понимание/Выполнение процесса технического анализа (5 дней). Включает введение в технический анализ и детальные инструкции по выполнению технических исследований.

Понимание/Выполнение международной координации (1 день). Включает нотификацию и регистрацию частот, выполнение международной координации, запросы и отчеты.

Понимание процесса управления пользователем (0,5 дня). Включает определение продавцов, понимание процесса освидетельствования и регистрации и понимание платы за лицензию продавца.

Понимание процесса одобрения типа оборудования (0,5 дня). Включает понимание функции и процесса одобрения типа.

Системное администрирование (5 дней). Включает понимание и выполнение системной и сетевой конфигурации, резервирование, восстановление и администрирование данных, и понимание системного доступа и безопасности.

Инструментальные средства администрирования базы данных (5 дней). Включает понимание функции и использования RDBMS, использование языка SQL и использование утилиты просмотра данных.

Инспекционная система (2 дня). Включает понимание и использования инспекционной подсистемы.

Поддержание и использование лицензирования системных ссылочных таблиц и кодов (2 дня). Описывает различные типы кодов и использования каждой таблицы кода.

Понимание радиоконтроля и функции пеленгации (10 дней). Знакомит с системами радиоконтроля и пеленгации описывает интерфейс между системами радиоконтроля и выдачи лицензий, роль радиоконтроля в управлении использованием спектра, фиксированные и подвижные системы радиоконтроля, отчеты радиоконтроля, функционирование фиксированных и подвижных систем радиоконтроля и методы измерения спектра.

3.2 Обучение без отрыва от производства

После базового обучения новый сотрудник понимает роль и задачу в организации и отправляется в один из отделов. Чтобы эффективно выполнять требуемые задачи, используется обучение на рабочем месте – самая эффективная и часто используемая форма обучения для нового персонала. Это – ключевой метод сохранить ноу-хау отдела. Однако вовсе недостаточно просто назначить опытного сотрудника наставником для новых коллег и надеяться, что все будет хорошо. Задача менеджера – спланировать обучение на рабочем месте так, чтобы он или она были бы в курсе того, что происходит, и контролировали прогресс. Это обучение сосредотачивается на конкретных задачах персонала.

3.3 Детальное обучение; повышение квалификации

Повышение квалификации предназначено для подготовки сотрудников к продвижению по службе, назначению их на новые посты или для расширения их технических знаний. Существует множество тем, которые должны быть охвачены в курсе повышения квалификации по управлению использованием спектра. Темы, данные в специфическом курсе, должны быть выбраны согласно навыкам и работе персонала. Темы, которые будут даны в обучающем курсе по управлению использованием спектра, обычно должны выбираться из следующих тем:

1. общие принципы управления использованием спектра;
2. понимание и использование автоматизированных систем управления использованием спектра;
3. выдача лицензий на использование радиочастот;
4. понимание/выполнение присвоения радиочастот;
5. понимание/выполнение технического анализа;
6. понимание/выполнение международной координации;
7. понимание процесса одобрения типа оборудования;
8. бухгалтерия, включая вычисление платы и выставление счета;
9. приложения к системе администрирования:
 - a) использование и функционирование системы;
 - b) понимание и выполнение сетевой конфигурации;
 - c) понятия системного доступа;
 - d) понимание и выполнение системного дублирования и восстановления;
 - e) понимание вопросов системной безопасности;
 - f) понимание и выполнение операций базы данных;
10. ввод данных;
11. радиоконтроль;
12. администрирование систем управления использованием спектра.

Менеджеры должны обучаться по всем вышеперечисленным темам. Технические пользователи обычно должны обучаться по всем темам, кроме 8, 9b) и 9d). Административные пользователи обычно должны обучаться по темам 2, 8, 9a), 9f) и 10. Системные администраторы должны обучаться по темам 2, 9 и 12, включая специализированные курсы по администрированию программных систем и баз данных.

В дополнение к формальным курсам обучения, законченная программа обучения повышения квалификации должна включить изучение опыта других администраций и привлечение сотрудников к работам в МСЭ, например:

- активное участие в исследовательских комиссиях и конференциях МСЭ;
- активное участие в региональных форумах и организациях по стандартизации;
- обмен идеями и информацией с другими администрациями. Координационные встречи и посещения других администраций, обмен опытом;
- посещение семинаров/симпозиумов по проблемам новых технологий.

4 Возможности обучения

Обучение в управлении использованием радиочастотного спектра и радиоконтроля доступно из различных источников во всем мире, включая следующее:

- Обучение, обеспеченное МСЭ. И Бюро развития электросвязи МСЭ (БРЭ), и Бюро радиосвязи (БР) предоставляют возможность обучения как описано ниже, а БРЭ может выдать развивающимся странам рекомендации по определенным курсам и возможным источникам финансирования на участие в работе этих курсов, включая источники финансирования, затраты на обучение и расходы на проезд/проживание.
- Администрации Австралии, Канады, Франции, Германии, Соединенных Штатов, Италии, Японии, Португалии и Великобритании предложили Резолюцию МСЭ-R 23-1 (AP-03), относительно получения возможности обучить методам радиоконтроля и пеленгации должностных лиц других администраций. Все это обучение бесплатно.
- Обучение также можно получить в организациях и университетах некоторых стран, как описано в следующих подразделах. Некоторые из этих курсов бесплатные, а некоторые требуют платы за обучение.
- Ряд производителей, например TCI, США; Spectrocan, Канада, LStelcom, Германия; и Thales, Франция, предлагают обучение, включая обучение на системах, которые они поставляют. Программы обучения этих производителей описаны в дополнительных материалах к этому Приложению. Те, кто подписал с БРЭ Соглашение о партнерства, не будут платить за обучение на этих курсах и/или могут бесплатно пригласить лекторов для выступления на симпозиумах и семинарах, организованных Центрами повышения квалификации БРЭ; для других такой вид обучения может быть предоставлен за определенную плату.

Информация о возможностях обучения, представленная в этом разделе, была получена в значительной степени как ответ на запрос об описании доступных курсов обучения и средств (Циркулярное письмо 1/LCCE/54 МСЭ-R) и от БРЭ. Обучение, описанное в этом разделе, доступно для разнообразных общих тем в области управления использованием спектра, и на определенном оборудовании и программном обеспечении, которое может быть предоставлено отдельным Администрациям.

4.1 Ресурсы обучения, доступные через МСЭ

МСЭ способствует развитию кадров. Всемирные конференции развития электросвязи одобряют программы, включая формирование обучение кадров, и других специальных программ для развивающихся стран. Эти программы предусматривают передачу знаний, совместное использование опыта и ноу-хау и распространение информации, включая такие ресурсы, как Центры повышения квалификации и Виртуальный учебный центр, описанные ниже. Кроме того, обучение облегчают семинары по радиосвязи.

4.1.1 Всемирный семинар по радиосвязи

Бюро Радиосвязи раз в два года (обычно в ноябре) в штаб-квартире МСЭ в Женеве организует семинар (пять дней), на котором рассматриваются вопросы использования радиочастотного спектра и спутниковых орбит, и, в частности, вопросы применения положений Регламента радиосвязи МСЭ. Семинар охватывает международные аспекты управления использованием спектра наземных и космических служб, включая работу Исследовательских комиссий МСЭ-Р. Специальное внимание уделяется процедурам Регламента радиосвязи, принятым на ВКР. Также организуются демонстрации и симпозиумы, дающие участникам возможность получить практический опыт работы с процедурами нотификации МСЭ, а так же с некоторыми из программных и электронных публикаций, которые Бюро радиосвязи сделало доступными для администраций Государств – Членов Союза и Членов Сектора радиосвязи. Лекции и обсуждения во время семинара синхронно переводятся на три рабочих языка МСЭ (французский, английский и испанский). При открытии семинара распространяется также CD-ROM, содержащий документацию на этих трех языках. Документация отправляется по почте на веб-сайт МСЭ-Р (<http://www.itu.int/ITU-R/conferences/seminars/index.html>) и после семинара может быть получена по запросу, для целей обучения в администрациях. Такие семинары также иногда планируются в различных регионах.

4.1.2 Центры повышения квалификации

Бюро развития электросвязи МСЭ (БРЭ) поддерживает несколько Центров повышения квалификации в области электросвязи в различных местах во всем мире для получения преимуществ развивающимися странами, которые выполняют следующие функции обучения:

- служат точками притяжения для обучения, профессионального развития, исследований и получения информации по вопросам, связанным с электросвязью в различных регионах;
- обучают тех, кто принимает решения и регуляторов правилам разработки национальной политики сектора радиосвязи и соответствующих инструкций;
- обучают корпоративных менеджеров высшего звена правилам управления сетями и службами электросвязи;
- обучают менеджеров правилам управления использованием спектра в его политике, регуляторных и технических аспектах;

- обеспечивает возможность обучения по отдельным проблемам новейших технологий электросвязи и информации, финансирования электросвязи и многосторонних торговых соглашений;
- обеспечивают возможность для разработки и гармонизации стандартов электросвязи, включая поддержку участия в мировых форумах стандартизации электросвязи;
- служат точками притяжения для региональных и глобальных информационных общественных инициатив;
- обеспечивают способность формулировать и осуществлять экспериментальные проекты, демонстрирующие применение информационных и телекоммуникационных технологий в определенных важных областях для различных регионов;
- обеспечивает возможность получения консультаций для частного сектора и правительств;
- обеспечивает возможность проведения конференций, семинаров и коллоквиумов для обсуждения и распространения информации по проблемам электросвязи.

Существует шесть Центров повышения квалификации:

1. Центр повышения квалификации для африканских франкоговорящих стран (Главный центр: Дакар);
2. Центр повышения квалификации для африканских англоговорящих стран (Главный центр: Найроби);
3. Центр повышения квалификации для азиатско-тихоокеанского региона (Главный центр: Бангкок);
4. Центр повышения квалификации для Америки (Главные центры: Коста-Рика, Эквадор, Венесуэла, Перу, Колумбия, Аргентина, Чили и Гондурас);
5. Центр повышения квалификации для арабского региона (Ведущие страны: Сирия, Египет, Иордания, Тунис и Судан);
6. Центр повышения квалификации для Восточной Европы и Стран СНГ (Ведущие страны: Россия, Украина, Белоруссия, Словакия, Польша и Болгария).

Центры управляются Советами по управлению или Комитетами по регулированию, которые определяют структуры управления и академические программы, чтобы достигнуть в Центрах целей обучения.

Более подробная информация по функционированию этих центров доступна на веб-сайте МСЭ (<http://www.itu.int/ITU-D/hrd/coe/~index.html>).

4.1.3 Виртуальный учебный центр

БРЭ создало виртуальный учебный центр. Веб-сайт учебного центра (<http://www.itu.int/ITU-D>) имеет библиотеку, которая содержит ориентированный на обучение материал.

Одна из тем, содержащаяся в программах обучения, – "Управление использованием спектра". МСЭ также вступил в программы партнерства с частным сектором, региональными и международными агентствами, правительствами, академическими и образовательными организациями, с целью объединения возможностей и привлечения дополнительных ресурсов для развития этой инициативы. Эта программа имеет три главных подхода, направленных на содействие развитию: подписание соглашения обучения (отказываясь от оплаты за обучение), участие в ежегодном плане работы БРЭ, и/или реализация совместных существующих региональных проектов на базе партнерства общественно-частного сектора, сосредоточенного на долговременной самореализации.

4.2 Обучение, обеспеченное администрациями и организациями

4.2.1 Возможности обучения в США

В Соединенных Штатах Америки Институт повышения квалификации в области электросвязи США (USTTI, <http://www.ustti.org>) предлагает возможность обучения по управлению использованием радиочастотного спектра с 1983 г., сразу после того основания Института на Полномочной Конференции МСЭ в Найроби, Кения. Курсы USTTI спонсируются американскими компаниями и/или правительственными агентствами. Каждый год USTTI предлагает множество курсов, непосредственно связанных с управлением использованием радиочастотного спектра:

1. Обучение по управлению использованием радиочастотного спектра и вопросам регуляторной политики (проводится каждую весну, совместно Федеральной комиссией по связи и USTTI).
2. Управление использованием радиочастотного спектра (проводится каждую весну, совместно Национальным управлением электросвязи и информации (NTIA) и Comsearch).
3. Управление использованием спектра в Гражданском секторе (проводится каждую весну, совместно американской Федеральной Комиссией по связи и Comsearch).
4. Радиоконтроль и измерения (проводится каждую весну, Федеральной комиссией по связи (FCC) США и L-3/Arcom, Inc).
5. Практические применения управления использованием спектра и радиоконтроля спектра (проводится каждую весну, спонсируется TCI).
6. Методы и процедуры радиоконтроля (проводится FCC два раза в год, весной и летом).
7. Лабораторные методы в поддержку Программ сертификации оборудования (проводится FCC каждую осень).

В дополнение к этим возможностям, американские компании спонсируют курсы USTTI по беспроводной радиосвязи, которые могут содержать элементы управления использованием спектра. Подробности об этом можно узнать в каталоге курса USTTI, издающемся ежегодно.

Обучение под эгидой USTTI бесплатное. Однако претенденты должны получить финансирование от своих собственных организаций, правительства или других организаций для приезда в Соединенные Штаты и передвижения внутри страны, и для оплаты расходов за проживание во время обучения.

4.2.2 Австралийская международная программа обучения специалистов в области связи

Международная программа обучения была разработана АСА (<http://www.aca.gov.au/>) в ответ на увеличивающееся число запросов от международных организаций на программы персонального обучения и программы обучения в процессе работы. Целью программы является предоставление краткого обзора полностью либерализованного рынка радио- и электросвязи Австралии с точки зрения регуляторных перспектив. Программа обучения имеет три потока, охватывающие проблемы телекоммуникаций и радиосвязи. Все учебные занятия проводятся на английском языке.

Международная программа обучения нацелена на те страны, в которых начат процесс введения конкурентной среды, а также на те, которые может рассматривать введение конкуренции, и готовы к изменениям и готовы учиться на опыте Австралии. Эта программа также дает ее участникам уникальную возможность общения в сети с представителями организаций и стран, находящихся в подобном положении, а так же стран, идущих по пути открытия конкуренции.

АСА обеспечивает все обучение на бесплатной основе, однако, участники обязаны оплачивать размещение, переезд и питание.

4.2.3 Обучение в Академии электросвязи Великобритании (УКТА)

Академия электросвязи Великобритании (<http://www.ukta.co.uk/>) предлагает разнообразное обучение в области связи на бесплатной основе претендентам от стран, стремящихся развивать свой практический опыт в этой области.

Академия – это совместное предприятие некоторых ведущих компаний в области связи и университетов Великобритании, оно использует их совместные образовательные возможности, обеспечивая высокое качество процесса обучения. Места на этих занятиях предоставляются менеджерам и техническим оперативным работникам стран, имеющих менее развитую инфраструктуру связи. Лучшие представители, вероятно, будут активно способствовать развитию инфраструктуры и средств связи в своих собственных странах.

Академия поддерживается Департаментом торговли и промышленности Правительства Великобритании, и была создана для обучения представителей тех стран, которые желают изучить знания и практический опыт британской индустрии связи.

Программа охватывает широкий спектр знаний в области связи, обмен опытом, а также управленческие, коммерческие, технические вопросы и работу с кадрами. Продолжительность отдельных курсов может составлять от 1 дня до 2 лет. Нет никаких определенных курсов, названных как Управление использованием спектра, но технологически курсы сформированы так, чтобы содержать аспекты управления использованием спектра. Претенденты могут выбрать комбинацию курсов из предлагаемой брошюры и сформировать последовательную программу, соответствующую их личным потребностям. Все обучение ведется на английском языке.

4.2.4 Израильские национальные курсы управления использованием спектра

Израиль (<http://www.moc.gov.il/new/english/index.html>) предлагает курсы NSM, по обучению инженеров, юристов и экономистов, работающих в Министерстве связи, по обучению других экспертов, связанных с NSM. Веб-сайт курсов содержит сведения о содержании и расписании пятидневного обучения. Курс проводился в Израиле и в больше чем 26 странах, включая курсы дистанционного обучения МСЭ-D для Азиатско-Тихоокеанского региона и Латинской Америки. Курс рассматривает действия по управлению использованием спектра на международном, региональном и национальном уровнях, включая разработку нескольких национальных программ управления использованием спектра.

4.2.5 Институт высшей администрации связи Канады (ТЕМІС)

ТЕМІС (<http://www.temic.ca>) – некоммерческая организация, созданная Правительством Канады в 1986 г. в ответ на обращение Комиссии Мэйиланда. Институт предлагает разнообразные семинары в области электросвязи для топ-менеджеров, как правительственных организаций, так и коммерческих компаний. ТЕМІС финансируется канадским правительством, многими коммерческими организациями и МСЭ. Обучение в нем на бесплатной основе ведется на французском, английском и испанском языках.

4.3 Обучение, предоставленное университетами

Некоторые университеты также предлагают краткосрочные курсы по регуляторным методам и управлению использованием спектра – либо в виде модулей специализированных офисных программ, либо в виде краткосрочных курсов. У нас нет возможности описать все соответствующие курсы всех университетов. Поэтому ниже в виде примера приведены данные о двух курсах, двух университетов. Эти курсы платные в дополнение к другим сборам, которые осуществляет администрация, слушатель платит также за переезд, размещение и питание.

4.3.1 Курсы в университете

Факультет электроники (<http://www.elec.york.ac.uk/contedu/welcome.html>) Йоркского университета проводит недельные курсы в рамках Модульных курсов аспирантов по ЭМС и радиосвязи, которые также можно считать краткосрочными курсами. Один из предлагаемых курсов – "Управление использованием радиочастотного спектра" и "Регулирование действий в области радиосвязи" (пять дней). Этот курс рассматривает радиочастотный спектр как конечный ресурс и дает краткий обзор инструментальных средств, методов и средств администрирования, требуемых, для эффективного использования спектра.

4.3.2 Курсы повышения квалификации в университетском центре Джорджа Вашингтона

В Центре повышения квалификации университета Джорджа Вашингтона имеется "Международная программа обучения по заказу слушателя" (<http://www.gwu.edu/~cpd/ceip>), целью которой является стимулирование личного и профессионального роста в бизнесе, промышленности, правительственных и некоммерческих структурах. Центр также предлагает создавать адаптированной под нужды потребителя расписание занятий, чтобы достичь целей обучения, определенных заинтересованной организацией. Один из предлагаемых курсов – "CWTC 551 – Управление использованием радиочастотного спектра" (пять дней). В процессе этого курса рассматриваются технические, регуляторные и юридические проблемы в управлении использованием радиочастотного спектра, их воздействие на новейшие технологии, и их связь со стратегическим планированием.

Документы МСЭ-R

Справочник МСЭ-R по радиоконтролю (Женева, 2002 г.)

Рек. МСЭ-R SM.1370 Рекомендации по проектированию для разрабатываемой расширенной автоматизированной системы управления использованием спектра

Резолюция МСЭ-R 23-1 Расширение международной системы радиоконтроля во всемирном масштабе

ПРИЛАГАЕМЫЙ ДОКУМЕНТ 1

К ПРИЛОЖЕНИЮ 1

Обучение управлению использованием спектра и радиоконтролю*

1 Программа обучения

ТСИ является единственным поставщиком систем автоматизированного управления использованием спектра и радиоконтроля и способна самостоятельно, без крупных субподрядчиков, проектировать, изготавливать и устанавливать законченные, интегрированные системы, таким образом Компания позиционируется как поставщик интегрированных систем автоматизированного управления использованием спектра и радиоконтроля и осуществляет обучение персонала работе на этих системах. Глубокое изучение системы необходимо для успешного внедрения систем управления использованием спектра и радиоконтроля. Компания предлагает программу обучения, которая была приспособлена к интегрированному характеру системы. Эта программа дает персоналу администрации знания и возможность успешно использовать и обслуживать систему автоматизированного управления использованием спектра и радиоконтроля.

Обучение проводится для следующего персонала администрации:

- технический и административный персонал, ответственный за действия системы управления использованием спектра;
- операторы системы радиоконтроля;
- инженеры и техники, ответственные за обслуживание системы.

Курсы проводятся, с применением соответствующих методик, включая лекции, лабораторные и практические занятия. Преподаватели имеют обширную практику и большой опыт работы в области радиоконтроля, радиопеленгации, и концепциями управления использованием спектра.

Для каждого курса создан обучающий и аудиовизуальный материал, включая набор восстанавливаемых дидактических материалов для использования преподавателем и студентами во время изучения курса. Эти материалы содержат блок-схемы, иллюстрации и системные схемные решения, и дают возможность администрации составить программу обучения требуемой продолжительности. Процесс обучения включает упражнения на основе сценария, дающие возможность пользователю полностью понять и эффективно решать задачи, ориентированные на пользователя.

* Этот материал представлен компанией ТСИ (www.tcibr.com).

2 Продолжительность курса

При обучении могут быть предложены курсы большей или меньшей продолжительности, продолжительность стандартного обучающего курса Компании – четыре недели, в течение которых предлагаются три последовательных курса: курс Управления использованием спектра, курс радиоконтроля и курс технического обслуживания. Четырехнедельный период обучения предоставляет много времени для всестороннего обучения на современной системе автоматизированного управления использованием спектра и радиоконтроля. В качестве стандартного курса предлагается четырехнедельный, а не более длинный курс предлагается как потому, что:

- работа в среде Windows, позволяет облегчать процесс обучения на интуитивном уровне;
- контекстно-зависимая помощь позволяет пользователям при нажатии кнопки получать информацию в активном в данное время окне;
- на рабочем месте в качестве части системных средств обучения имеется обучающий тренажер (описанный в Приложении 3 Главы 7);
- сложные объединенные системы радиоконтроля состоят из намного меньшего количества аппаратных средств, чем более ранние системы, и поэтому требуется меньше действий по обучению и обслуживанию.

3 Курсы

Курс управления присвоения частот и выдачи лицензий. 10-дневный курс о принципах функционирования системы управления проводится обычно в группах до 10 человек из персонала администрации, в служебные обязанности которых входит работа в системе управления присвоения частот. В этом курсе рассматриваются следующие темы:

- Управление использованием спектра – чтобы понять общие принципы управления использованием спектра.

Краткий обзор программного обеспечения системы управления использованием спектра (СУИС).

Действия системы.

Распределение частотного спектра для использования в различных коммерческих и корпоративных приложениях.

- Ввод данных – чтобы понять процесс ввода данных, используемый в системе СУИС.

Комбинация теоретического и практического использования системы и обработки заявок.

- Выдача лицензий и администрирование – чтобы иметь возможность оценить заявку на частоты, грамотно ее рассмотреть и рассматривать жалобы.

Полное понимание процесса рассмотрения заявки и выдачи лицензий в соответствии с требуемыми процедурами.

- Присвоение частот, технический и инженерный анализ – чтобы понять процесс присвоения частот и использование технических инструментальных средств анализа при присвоении частот и рассмотрении жалоб.

Практические использования технических инструментальных средств анализа и присвоения частот, входящих в состав системы управления.

- Вычисление размера оплаты – чтобы понять процесс вычисления оплаты.

Теоретическая и практическая обработка счетов.

- Системное управление и администрирование – чтобы дать возможность системных менеджеров обслуживать и устранять неисправности стандартного программного обеспечения.

Ознакомление со следующими инструментальными средствами RDBMS и стандартным программным обеспечением восстановления данных.

Хранение данных; компьютерное управление и создание учетной записи пользователя; процедуры управления безопасностью; обслуживания базы данных; сетевое администрирование.

Курс радиоконтроля. Для ознакомления с операциями станций радиоконтроля предлагается пятидневный практический курс обучения на фиксированных и подвижных местах, обычно для групп до восьми человек. Описание этого курса следующее:

- Практический курс радиоконтроля (включает как фиксированные, так и подвижные модули) – чтобы дать возможность операторам эффективно выполнять ежедневные задачи радиоконтроля.

Краткий обзор аппаратуры системы, включая: сокращенную блок-схему подвижных и фиксированных станций; различия между подвижными и фиксированными станциями.

Программное обеспечение радиоконтроля, включая: терминологию и понятия; операционную систему; систему на базе клиент/сервер; запуск программного обеспечения; анализ программного обеспечения; краткий обзор диалоговых измерений; краткий обзор автоматических измерений; нештатные ситуации и планирование; оценку результатов радиоконтроля; проблемы диагностирования и отчетности; радиопеленгация.

Курс технического обслуживания. Это обычно пятидневный курс для групп до восьми техников. Описание этого курса следующее:

- Техническое обслуживание – чтобы техникам иметь возможность искать неисправности и восстанавливать системные компоненты.

Блок-схема.

Краткий обзор калибровки, диагностики и сообщений об ошибках.

Сообщения диагностики и сообщения об ошибках.

Калибровка.

Ремонт и замена сменного блока в полевых условиях.

Профилактическое обслуживание.

ПРИЛАГАЕМЫЙ ДОКУМЕНТ 2

К ПРИЛОЖЕНИЮ 1

Программы обучения Spectrocan и LStelcom*

1 Программа обучения

Spectrocan, Канада соединилась с LStelcom AG, Германией, и объединенная компания предлагает широкое разнообразие курсов обучения, профессиональных симпозиумов и семинаров, которые касаются всех аспектов управления использованием спектра и разработки методов использования спектра.

В качестве составляющей процесса обучения, Компания участвует в деятельности института высшей администрации связи Канады (ТЕМІС), и спонсирует представителей развивающихся стран для прибытия в Канаду при расширенном сроке обучения. Кроме того, чтобы увеличить и формализовать услуги обучения для развивающихся стран, Компания также работает в сотрудничестве с Международным союзом электросвязи (МСЭ) в Центрах повышения квалификации МСЭ в Африке, Азии, бассейне Карибского моря и арабском регионе, где коллективная цель состоит в том, чтобы помочь развивающимся странам в организации более эффективного управления проблемами, связанными с либерализацией и приватизацией их сетей электросвязи.

2 Курсы

Следующие курсы готовы и могут быть организованы или в Канаде, или в Германии, или в третьей стране, выбранной клиентом.

Обучение предполагает не только теоретические основы с использованием практических примеров, но также и множество сложных практических компьютерных упражнений.

Наш обучающий перечень дает более детальное описание для каждого курса.

Управление использованием спектра

- принципы управления использованием радио спектра;
- технические проблемы управления использованием радио спектра;
- измерения радиоконтроля.

* Эти материалы вкладка предоставлены компаниями Spectrocan, Канада (www.spectrocan.com) и LStelcom, Германия (Lstelcom.com).

Радиовещание

- основы планирования радиовещания (ЧМ/ТВ,Т-DAB/DVB-T);
- расширенное планирование радиовещания (ЧМ/ТВ,Т-DAB/DVB-T);
- цифровое всемирное радио (DRM).

Фиксированные сети

- основы координации и планирования радиорелейных линий и фиксированной службы;
- вычисление и координация радио канала (WLL, PtP);
- спутниковая координация и нотификация.

Подвижная радиосвязь

- основы радиопланирования для подвижных сетей;
- профессиональное подвижное радио PMR (TETRA и TETRAPOL);
- выбор частот и координация для подвижной наземной связи;
- GSM – Технические принципы и планирование радиосети;
- UMTS – Технические принципы и планирование радиосети.

Другие

- цифровые данные местности: требования, производство и использование;
- оценка спектра;
- аукционы спектра;
- отчеты в формате Crystal.

ПРИЛАГАЕМЫЙ ДОКУМЕНТ 3

К ПРИЛОЖЕНИЮ 1

Обучение управлению использованием спектра*

1 Принципы обучения

THALES – всемирная компания, участвующая в работе многочисленных систем управления использованием спектра и радиоконтроля на пяти континентах и является членом трех Секторов МСЭ.

Эта компания производит полностью объединенные системы управления использованием спектра и радиоконтроля. Интерфейсный модуль системы управления использованием спектра так же, как и модуль радиоконтроля обычно поставляется компанией CTS (Cril Telecom Software), французского разработчика и редактора программного обеспечения, специализирующегося на создании автоматизированных систем управления использованием спектра и программных решений для операторов электросвязи. Обучение управлению использованием спектра обычно производится компанией CTS.

Проекты, обработанные обеими компаниями – это обычно проекты "под ключ", которые включают поставку систем и платформы, а так же требуемые услуги в виде инсталляции, ввода в действие, перемещения данных, их интеграции и обучения персонала. Благодаря своему значительному опыту во внедрении систем во всем мире, обе компании получали ценный практический опыт при реализации программ обучения.

Обучение – главный компонент во время внедрения проекта. Действительно, без надлежащего обучения потенциальные операторы систем не будут иметь требуемых навыков, и не смогут полностью использовать преимущества поставленных систем. Обучение управлению использованием спектра, в системе ELLIPSE, разработанной компанией, соответствует Рекомендации МСЭ-R SM.1370 в том, что касается определенных потребностей каждой администрации и требованиям по содержанию и продолжительности периода обучения. Обучение проводится в местах расположения клиентов или в офисе компании во Франции. Техническая помощь должна быть выполнена в местах расположения клиентов, поскольку она состоит в практическом обучении (на рабочем месте) и помощи операторам в процессе выполнения ими ежедневных задач управления использованием спектра.

Автоматизированная система управления использованием спектра – это компьютеризированная информационная система, которая решает административные и технические задачи, стоящие перед администрацией, отвечающей за управление использованием спектра. Она также обычно включает в себя географическую информационную систему. Поэтому, обучение обращается к следующим темам:

- задачи управления использованием спектра;
- прикладное программное обеспечение;
- компьютеризированная системная платформа и программное обеспечение;

* Эти материалы предоставлены компаниями Thales (www.thalesgroup.com) и Cril Telecom Software (CTS) (www.criltelecom.com).

- база данных и системное администрирование;
- она состоит из теоретического обучения, прикладного теоретического обучения с профессиональной практикой, сопровождаемой обучением на рабочем месте и технической помощью в течение ежедневного использования системы.

Документация по обучению состоит из Руководства для пользователей спектра, а так же определенной документации обучения (например, проспекты, документация по точкам питания, практические примеры).

2 Программы обучения

Этот раздел детализирует законченные программы обучения, которые компании могли бы предложить администрации в качестве решения при установке системы управления использованием спектра "под ключ". Они составлены из стандартных модулей, которые выбраны согласно профилям стажеров:

- *Менеджеры:* Люди, отвечающие за руководство проектом и ввод системы в действие.
- *Технические пользователи:* Инженеры, отвечающие за расчет занятости спектра и электромагнитной совместимости (ЭМС), а также за присвоение частоты (пользователи инструментальных средств программного обеспечения радиоинжиниринга).
- *Административные пользователи:* Люди, отвечающие за административные задачи (например: обработка заявок, составление счетов, отчеты).
- *Системные администраторы:* Люди, отвечающие за инсталляцию, системный контроль, поддержку данных и пользовательское управление.

Детали представлены в следующих подразделах.

2.1 Обучающие курсы административного менеджера

- Предподготовка обучаемых: Обучаемые должны иметь навыки в следующих областях:
 - Организация регуляторного органа, а также определение целей, стратегии, текущих и будущих действий регуляторного органа по управлению использованием спектра.
 - Административные задачи, связанные с управлением использования спектра.
 - Распространение радиоволн, анализ влияния помех, частотное планирование.
 - Элементарные знания по использованию компьютера, включая операционную систему.
- Рекомендованные обучающие модули:
 - Основные понятия: рабочая база данных; справочная база данных, режим памяти, местоположение, сети станций.
 - Основной компонент: запуск системы управления использованием спектра; многооконный уровень; выбор баз данных; обновление рабочей базы данных из справочной базой данных; манипуляция техническими объектами, конфигурация моделей; зона действия; печать; экспорт результатов; обновление справочной базы данных из рабочей базы данных.

- Управление службами; частотные планы; оборудование.
- Создание лицензии; одобрение типа; выставление счета; развитие учетных записей.
- Создание соглашений; создание форм координации; выдача и интеграция электронных файлов.
- Измерительная кампания; результаты эксплуатации. Использование программы отчетов, интерфейс с реляционной спектральной базой данных; подготовка отчета; правила защиты данных.

2.2 Обучающие курсы технических операторов

- Предподготовка обучаемых: Обучаемые должны иметь навыки работы в следующих областях:
 - Организация регуляторного органа, административные задачи, связанные с управлением использованием спектра.
 - Распространение радиоволн, анализ влияния помех, частотное планирование.
 - Элементарные знания использования компьютера, включая Windows, RDBMS.
- Обучающие модули:
 - Основные понятия: рабочая база данных; справочная база данных, режим памяти, местоположение, сети станций, запуск системы спектра; многооконный уровень; выбор баз данных; обновление рабочей базы данных из справочной базы данных; манипуляция технической конфигурацией объектов.
 - Продукты *C/I* интермодуляции; модели распространения; настройка моделей; присвоение частоты для службы подвижной сухопутной связи. Создание сетей; создание наземных станций; проведение расчетов канала; бюджет канала. Анализ воздействия помех MW-MW & MV-GES.
 - Меню; формы запроса; создание соглашений; создание форм координации; выдача и интеграция электронных файлов.
 - Управление службами; частотные планы; оборудование; создание лицензии; одобрение типа; выставление счета; развитие учетных записей.
 - Измерительная кампания; результаты эксплуатации. Использование программы отчетов, интерфейс с реляционной спектральной базой данных; подготовка отчета; правила защиты данных.

2.3 Обучающие курсы административных операторов

- Предподготовка обучаемых: Обучаемые должны иметь навыки работы в следующих областях:
 - Организация регуляторного органа.
 - Административные задачи, связанные с управлением использованием спектра.
 - Элементарные знания использования компьютера, включая Windows, RDBMS.

- Обучающие модули:
 - Меню; формы запроса; создание папок; последующий процесс.
 - Управление службами; частотные планы; оборудование.
 - Создание лицензии; одобрение типа; выставление счета; развитие учетных записей.
 - Создание соглашений; создание форм координации; выдача и интеграция электронных файлов.
 - Измерительная кампания; результаты эксплуатации. Использование программы отчетов, интерфейс с реляционной спектральной базой данных; подготовка отчета; правила защиты данных.

2.4 Обучающие курсы системных администраторов

- Предподготовка обучаемых: Обучаемые должны иметь навыки работы в следующих областях:
 - Операционные системы и Windows.
 - Реляционная система управления базой данных (RDBMS).
 - Сети TCP/IP, ЛВС, WAN.
- Обучающие модули:
 - Меню; формы запроса.
 - Основные понятия операционной системы, базы данных, доступа SQL к системной структуре.
 - Системное администрирование: дублирование, восстановление; управление правом доступа. Использование отчета в формате Crystal: интерфейс с системной FMS базой данных; подготовка отчета; правила защиты данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПЕРЕДОВАЯ ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРА НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Введение: Относясь с должным вниманием к Конвенции и Уставу МСЭ, данное Приложение описывает передовую практику управления использованием спектра на национальном уровне. Международные методы не включены. Однако, некоторые из описанных ниже методов, служат интерфейсом или переходом к международным методам, например, тем, которые способствуют сотрудничеству с коллегами в других странах или координации, вроде той, что наблюдается при двусторонних или многосторонних консультациях предшествующих Всемирной конференции радиосвязи, или на международной встрече по спутниковой координации. Эти методы будут способствовать формированию гармонизированной – до разумных пределов – глобальной политике в области управления использованием спектра, за счет применения национальными администрациями согласованных методов.

Методы:

1. Создание и поддержка национальной организации по управлению использованием спектра, ответственной за управление радиочастотным спектром в интересах общества, либо независимой, либо в составе регуляторного органа власти в области электросвязи.
2. Продвижение прозрачной, справедливой, экономически эффективной политики управления использованием спектра, то есть, такое выполнение регуляторных функций, которые способствуют эффективному и адекватному использованию спектра, взиманию должной платы, обеспечение отсутствия вредных помех и возможность наложения технических ограничений, с целью служения интересам общества.
3. Публикация, по возможности, национальных планов распределения частот и данных о частотных присвоениях, чтобы поощрять открытость и облегчать развитие новых систем радиосвязи, то есть, проводить общественные консультации по обсуждению предложенных изменений в национальные планы распределения частот и решений по управлению использованием спектра, которые могут затронуть поставщиков услуг, что позволят заинтересованным сторонам участвовать в процессе принятия решения.
4. Поддержание стабильности процесса принятия решения, который предусматривает учет общественных интересов в управлении использованием радиочастотного спектра, то есть, обеспечение законной уверенности в наличии справедливых и прозрачных процессов выдачи лицензий на использование спектра, применяя, когда необходимо, конкурентоспособные механизмы.
5. Обеспечение в национальном процессе распределения спектра, в специальных случаях, когда это оправдано возможности выдачи отказа по использованию спектра.
6. Наличие механизма для пересмотра принятых решений по управлению использованием спектра.

7. Уменьшение избыточного регулирования.
8. Поощрение политики радиосвязи, направленной на гибкое, до реальной степени, использование спектра, учитывающей развитие служб¹⁸ и технологий, использующей ясно определенные методы, то есть:
 - а) устранение регуляторных барьеров и распределения частот по принципу облегчения выхода на рынок новых участников;
 - б) поощрение эффективности использования спектра, за счет сокращения или устранения ненужных ограничений на использование спектра, таким образом, поощряя конкуренцию и принося выгоды потребителям;
 - в) продвижение инноваций и введение новых областей использования и радиотехнологий, которые, вероятно, увеличат конкуренцию среди служб.
9. Установление открытой и справедливой конкуренции на рынках оборудования и предоставления услуг, и устранение любых барьеров на пути к открытой и справедливой конкуренции.
10. Согласование, насколько это реально, эффективной внутренней и международной политики использования спектра, включая использование радиочастот для космических служб, для любой орбитальной позиции на геостационарной спутниковой орбите или характеристик спутников на любых других орбитах.
11. Работа в сотрудничестве с региональными и другими международными органами по разработке скоординированных методов регулирования, то есть, обеспечение отсутствия вредных помех за счет тесного сотрудничества с регуляторными органами других регионов и стран.
12. Удаление любых регуляторных барьеров на пути к свободному обращению и глобальному роумингу подвижных оконечных устройств и аналогичного оборудования радиосвязи.
13. Использование международных рекомендованных форматов данных и элементов данных для обмена данными и целей координации, например, форматов, описанных в Приложении 4 к РР и в Словаре данных радиосвязи МСЭ (Рекомендация МСЭ-R SM.1413).
14. Использование правил управления проектами "по контрольным точкам" чтобы контролировать и управлять внедрением долговременной системы радиосвязи.
15. Принятие технологически нейтральных решений, которые учитывают развитие новых областей применения радиослужб.
16. Облегчение своевременного внедрения соответствующих новых приложений и технологии при защите существующих служб от воздействия вредных помех, Разработка механизма, позволяющего компенсацию для систем, которые должны перейти в другие полосы частот для того, чтобы дать возможность удовлетворения новых потребностей использования спектра.

¹⁸ Всякий раз, когда в этом Справочнике используется термин "службы", он означает области применения и определенные МСЭ службы радиосвязи.

17. Рассмотрение эффективной политики уменьшения ущерба, который мог бы быть нанесен пользователям существующих служб при перераспределении спектра.
18. Когда спектр дефицитен, необходимо обеспечить его совместное использование с помощью доступных методов (частотной, временной, пространственной, кодовое разнесение, новые методы модуляции, обработка сигналов и т. д.), включая, до известной степени, использование методов уменьшения воздействия помех и экономического стимулирования.
19. Использование механизмов принуждения, если уместно, то есть, применение санкций за несоблюдение обязательств и за неэффективное использование радиочастотного спектра при соблюдении процессов обжалования.
20. Использование региональных и международных стандартов всякий раз, когда возможно, и, при необходимости, их соответствующее отражение в национальных стандартах.
21. Отдавать предпочтение, по мере возможности, промышленным стандартам, а не национальным инструкциям, включая те, которые включены в Рекомендации МСЭ.



* 2 7 5 7 4 *

Отпечатано в Швейцарии
Женева, 2006 г.
ISBN 92-61-11304-4

